

NORDIC IRON ORE

ETT SVENSKT GRUVUTVECKLINGSFÖRETAG
–FRÅN FÖRSTUDIE TILL GENOMFÖRANDEFAS

FRÅN GRUVKOMPASS TILL VIBROTRUCK

- Hundra år av mätning i malmfälten

- Efter 1:a världskriget tog nya metoder för att hitta malm på elektrisk väg fart på allvar.
- Följ med på den spännande resan genom 100 års utveckling av moderna prospekteringsmetoder.

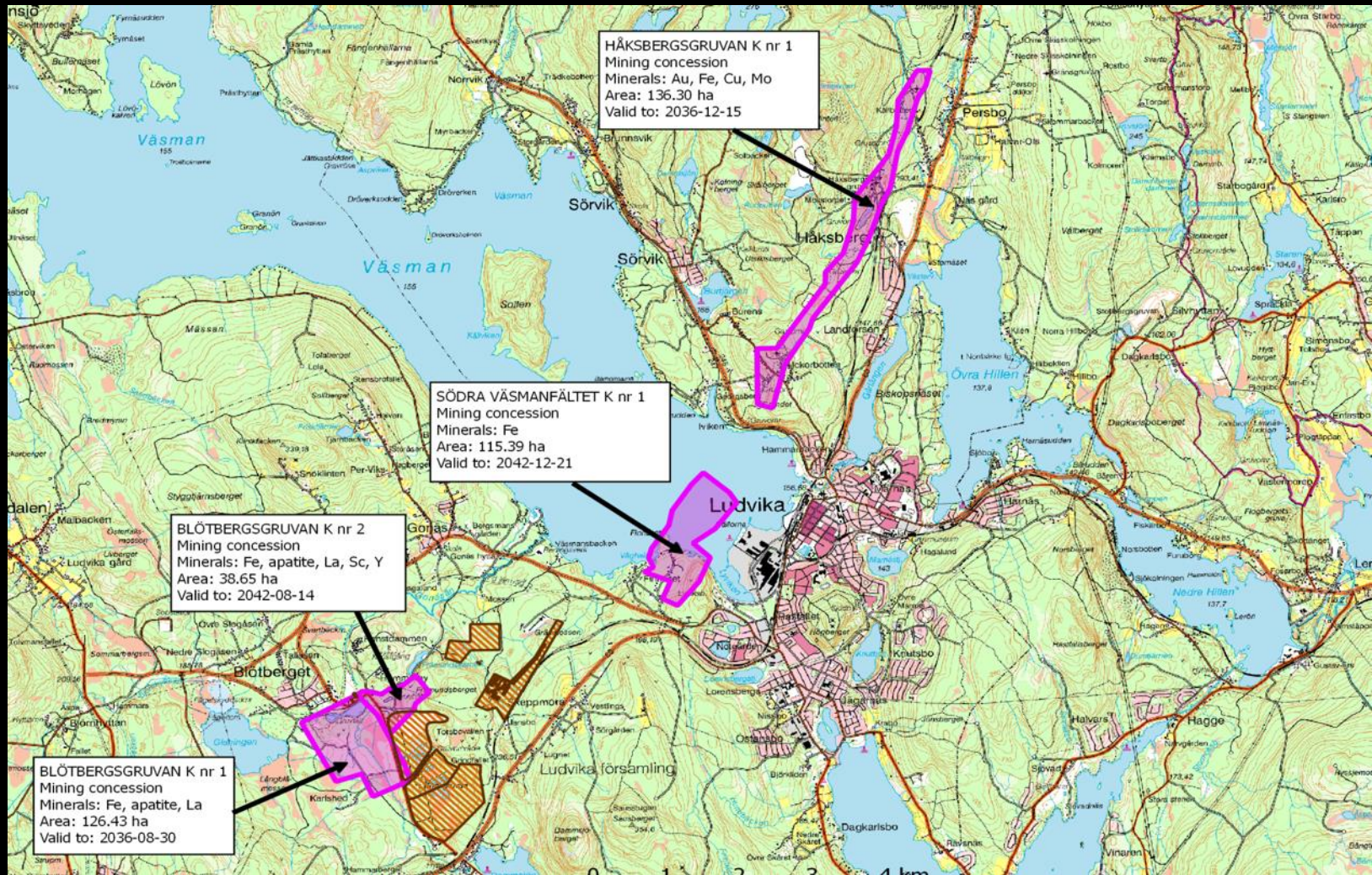


KORTA FAKTA OM NORDIC IRON ORE

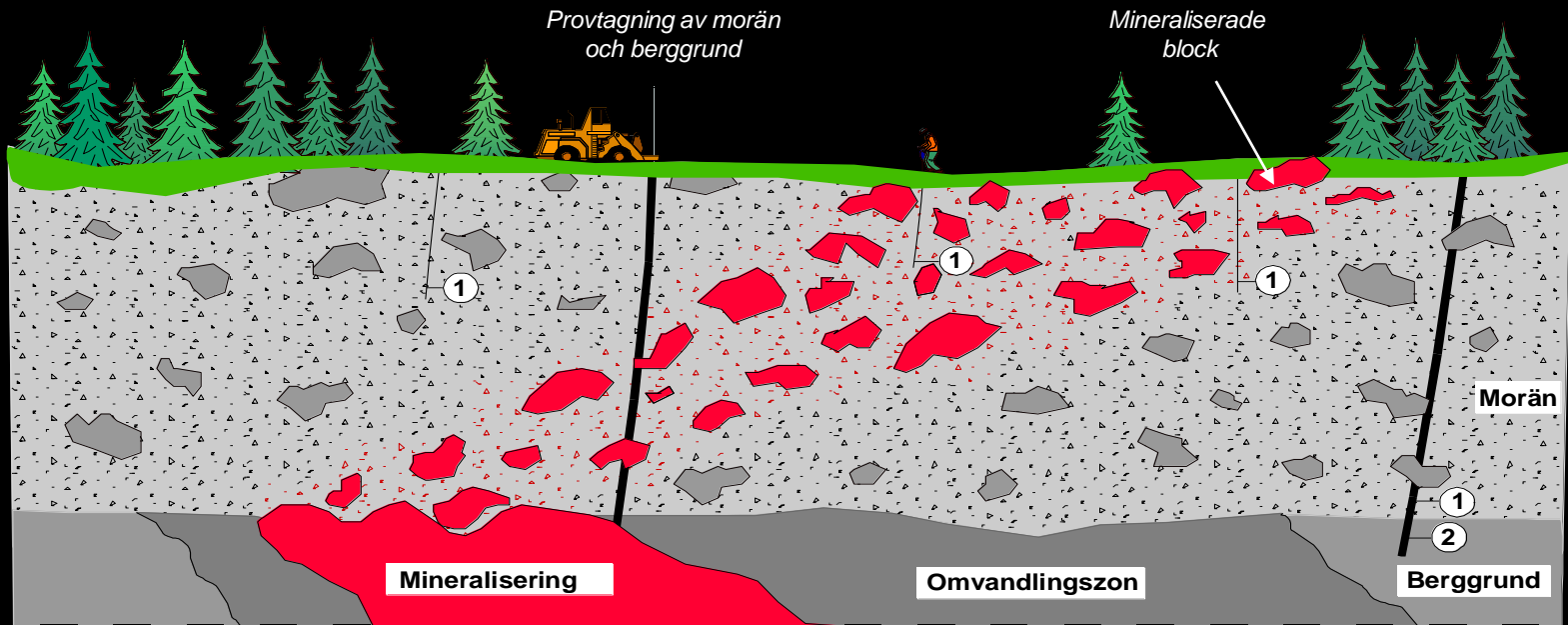
- Svenskt bolag med över 8 000 aktieägare
- Noterat på Nasdaq First North Growth Market oktober 2018
- Samtliga nödvändiga tillstånd på plats för första delprojektet
- Återuppta produktionen vid gruvan i Blötberget samt prospektera och utveckla Väsmanfältet tillsammans med Håksbergsgruvan
- Positiva resultat från genomförbarhetsstudien för Blötberget



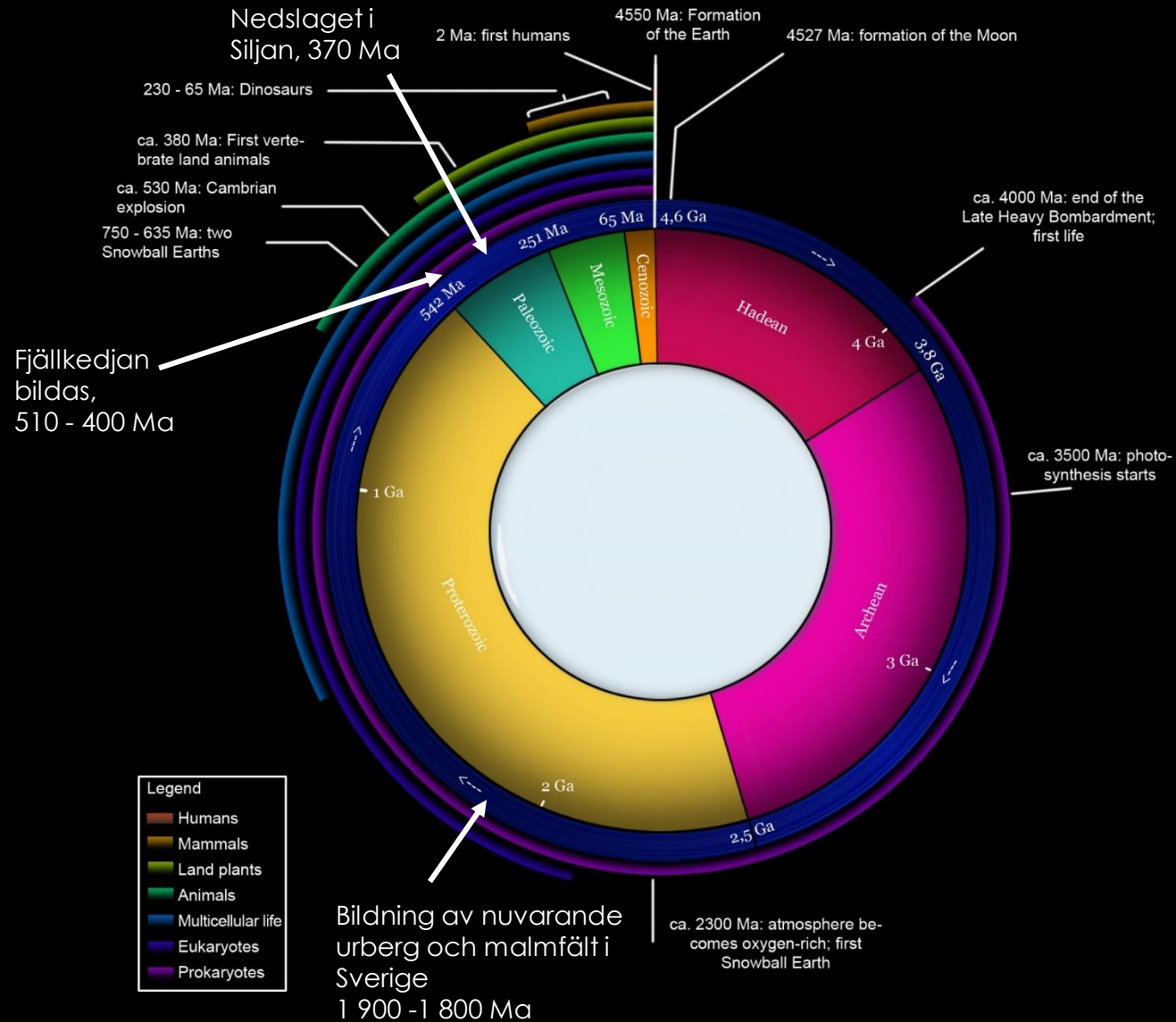
PROJEKTETS TILLSTÅNDSGIVNA OMRÅDEN



ATT SÖKA EFTER MALM

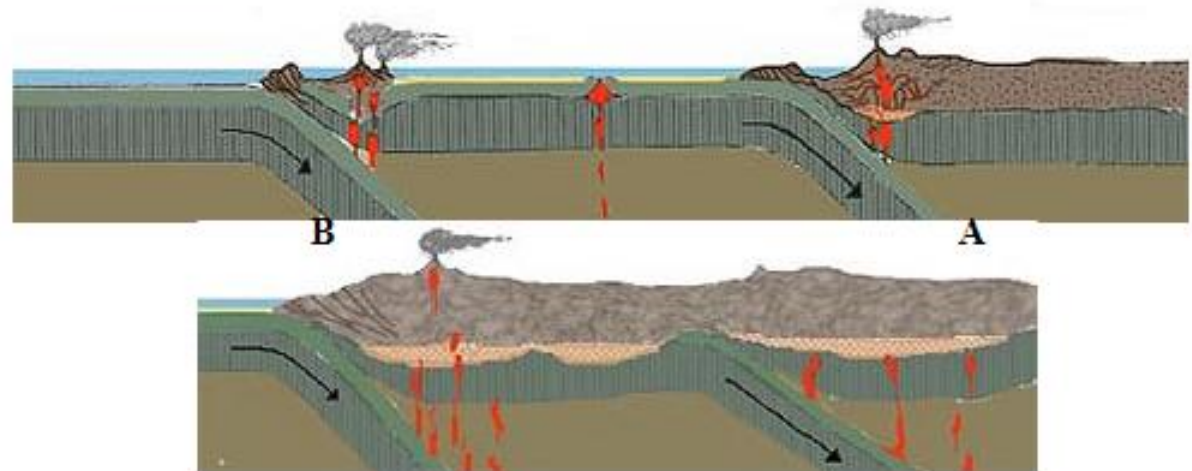


DEN GEOLOGISKA KLOCKAN



BILDNING AV BALTISKA SKÖLDEN

Det som skall komma att bli de svenska malmfälten formas för 1 900 – 1 800 miljoner år sedan



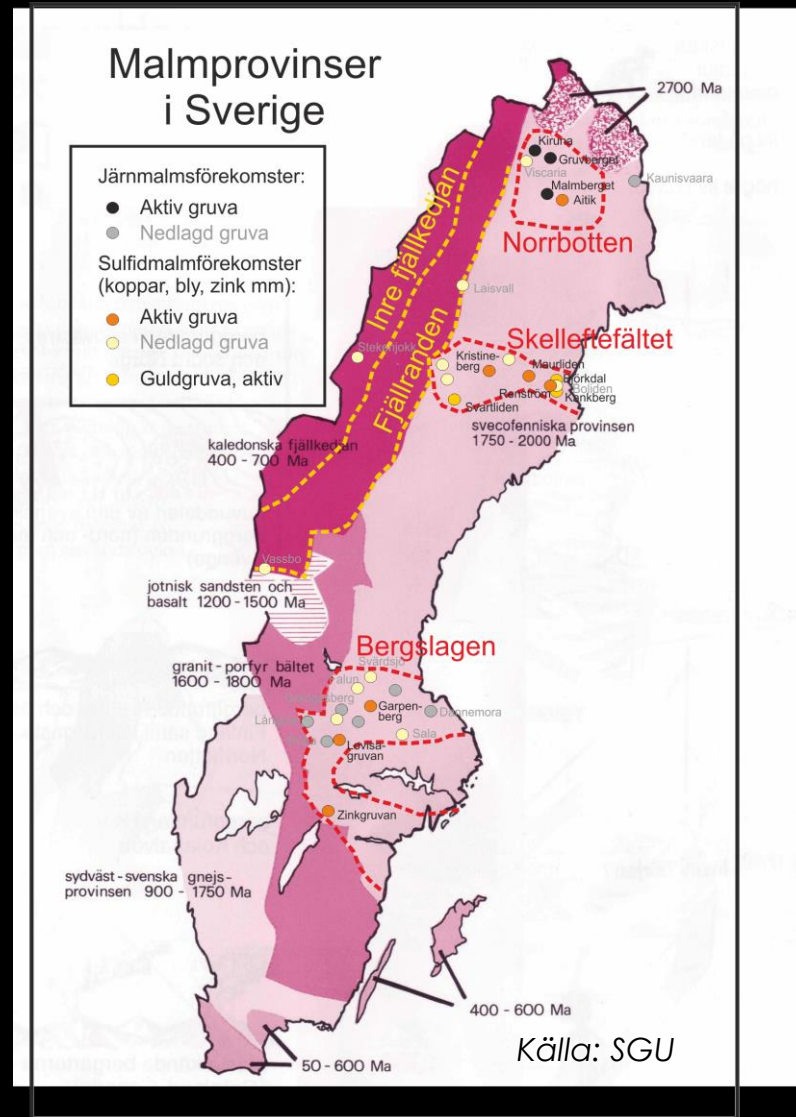
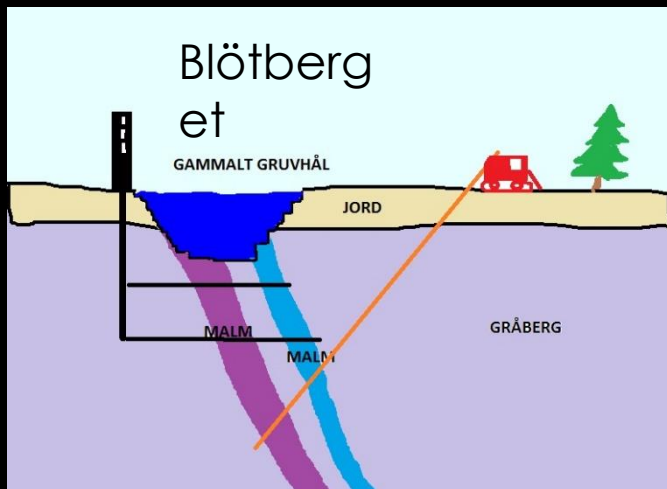
Baltiska sköldens eventuella tektoniska utveckling. Den övre bilden visar situationen med de två subduktionszonerna och mellanliggande havsbassäng och öbåge (se texten). Undre bilden visar en senare situation med kontinentens utvidgade utbredning. Figurerna är ett tvärsnitt genom Sverige från A till B (se ovanstående karta).

Bilder: Naturhistoriska Riksmuséet

SVERIGES MALMPROVINSER

Merparten av våra malmer är formade på eller i närhet till en havsbotten.

Nära 2 miljarder år av geologiska processer har lett till att dessa malmkroppar nu oftast föreligger som brantstående skivor eller linser.



GEOFYSIK

- Att undersöka och förstå jordlagrens och bergets beskaffenhet och struktur genom mätning av deras fysiska egenskaper
 - **Magnetiska egenskaper**
 - Magnetometri
 - **Elektrisk ledningsförmåga**
 - Ekvipotential (Galvanisk metod)
 - Elektromagnetiska (Induktiva) metoder
 - Resistivitet
 - **Densitet**
 - Gravimetri
 - Seismik
 - **Kondensatoreffekt**
 - Inducerad polarisation (IP)

GEOFYSISKA EGENSKAPER HOS OLIKA MALMER

- **Järnmalm (magnetit)**

Magnetisk, hög densitet

- **Sulfidmalm (koppar, zink, bly mfl)**

Kompakt malm är elektriskt ledande

Impregnationsmalm kan ge kondensatoreffekt

Förekommer magnetkis ger det malmen en magnetisk signatur.

- **Guldmalm**

Oftast svår att lokalisera med geofysik. Om guldet förekommer ihop med sulfidmineral kan dessa ge kondensatoreffekt. Magnetit kan förekomma tillsammans med guld i alluviala fyndigheter.

MAGNETOMETRI - GRUVKOMPASS

Gruvkompassen har använts för att söka efter järnmalm sedan 1600-talet.

Den bestod av "en magnetnål upphängd så att den var rörlig i såväl horisontal- som vertikalplanet och under vanliga förhållanden fullt horisontell"

En nackdel var att det största utslaget gavs strax norr om malmen.

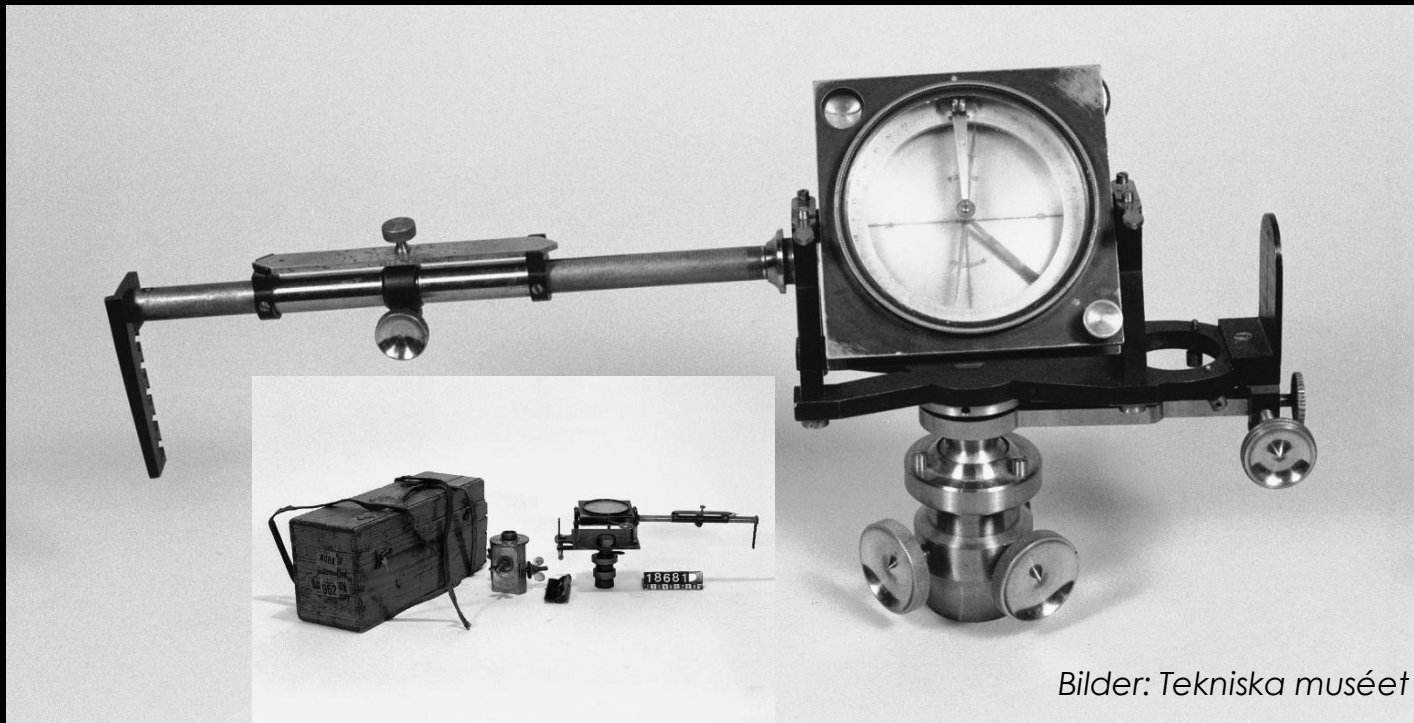


Bild: Tekniska muséet

MAGNETOMETRI - INKLINATIONSVÅG

Thalénska magnetometern (1873) och Tibergs inklinationsvåg (1881) kombinerades till *Tiberg-Thaléns magnetiska inklinationsvåg* - ett instrument som medgav numeriska observationer av det magnetiska fältets samtliga element.

Tillverkades 1899-1901. Exemplet på bilden har bland annat använts för mätningar i Grängesberg och Håksberg.



ELEKTRISK MÄTNING - EKVIPOENTIALLINJEMÄTNING

Elektriska mätningar i prospekteringsyfte påbörjades i Sverige 1906 av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och fick stort genombrott 1918.

Under mellankrigstiden utvecklades och förfinades instrument och mätmetoder och stora områden i malmfälten genomsöktes.



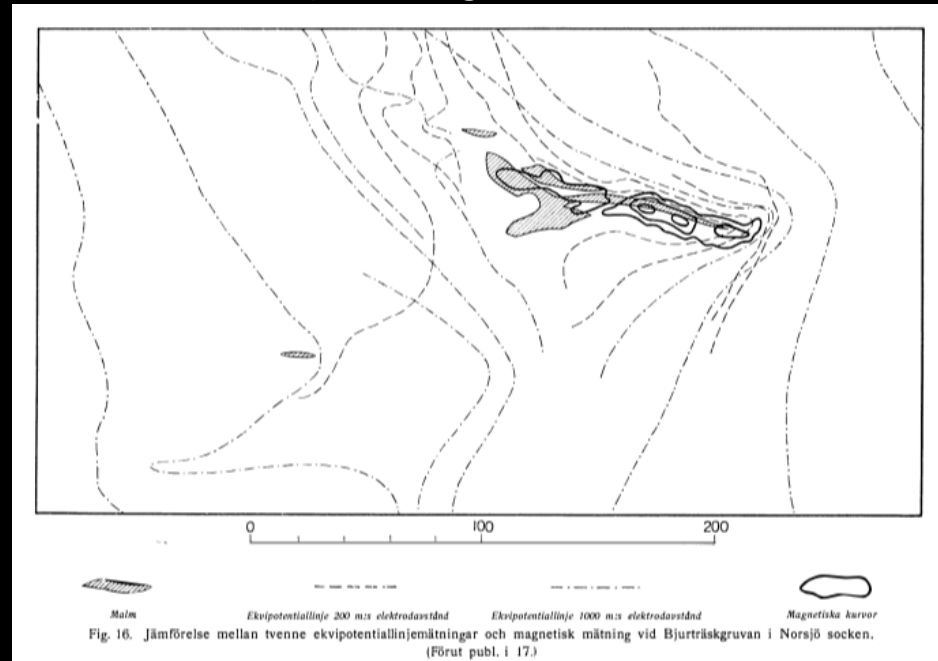
Mätning i Luossavaara
1918 med Nathorst-
Lundbergs
ekvipotentiallinjemeto
d

Bild: Tekniska museet

EKVIPOENTIALLINJEMÄTNING 1918

"Växelström nedsändes genom tvenne parallella med jorden förbundna linjeelektroder. Strömfördelningen i marken uppmättes genom uppgåendet av de mot strömlinjerna vinkelräta potentiellinjerna. Detta sker med en enkel strömkrets, en vanlig hörtelefon inkopplad till tvenne metallstavar.

Den ena av dess sättes i jorden och med den andra söker man tills ljudet i telefonen avtar. Då har man samma potential i de båda punkter stavarna befinna sig. Genom successiv förflyttning från punkt till punkt erhålles så en linje med samma spänning, en ekvipotentiallinje"



EKVIPOENTIALLINJEMÄTNING 1918-



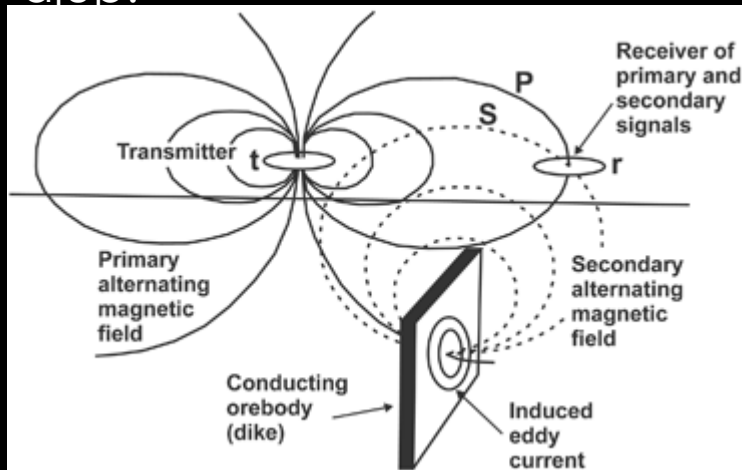
Bilder: Tekniska muséet

ELEKTROMAGNETISKA (INDUKTIVA) METODER – TURAM/SLINGRAM

Metoden bygger på att en spole sänder ut ett konstant elektromagnetiskt fält med bestämd frekvens, samtidigt som en mottagarspole, belägen på ett fast avstånd från sändarspolen, registrerar det resulterande elektromagnetiska fältet.

Primärfältet från sändaren reduceras bort, vilket ger det fält som inducerats av elektriskt ledande strukturer i marken.

Lägre frekvenser speglar förhållandena på större djup.



ELEKROMAGNETISKA METODER

Turam 1923



Bild: Tekniska muséet

ELEKROMAGNETISKA METODER

Turam 1923



Bild: Tekniska muséet

ELEKTROMAGNETISKA METODER - SLINGRAM

Slingramen uppfanns i Sverige under 1936 av Alfred Holm tillsammans med geofysikern Sture Werner på SGU, som en vidare utveckling av turamen. Slingram används fortfarande och är den i världen mest använda metoden vid elektromagnetisk prospektering.



Slingrammätning utanför Boliden 1954.

Från vänster mottagarram, mottagare, hörtelefon och sändarram.

Bild: Skellefteå museum

GRAVIMETRI

Gravimetri har aldrig haft någon större betydelse vid malmletning i Sverige, utan använts som komplement till andra mätningar.



Bild: Skellefteå museum

"Tyngdkraftmätningarna gävo knappast sådana resultat att försöken manade till efterföljd, allra helst som varje mätning var mycket omfattande och tidsödande"

Högbom 1938

Gravimetrimätning
vid Boliden, 1940-
talet

MAGNETOMETRI - SCHMIDTVÅG

Schmidtvågen uppfanns i Tyskland 1913. Användes i Sverige först av Centralgruppen Emissionsbolag (senare Boliden) 1922. Kom under 30- och 40-talet att först komplettera Tibergsvågen och senare konkurrera ut den.

Mycket stor noggrannhet och framför allt lätt att använda då den kunde hållas i handen. På så vis kunde stora områden mätas under kort tid.

"Erfarenheter som vunnits visar att man i allmänhet icke kan räkna med att påvisa djupare liggande malmer med Tibergsvågen. Då samma område mäts med Schmidtsvåg kan man understundom få mycket goda anvisningar på djupt liggande malmer".

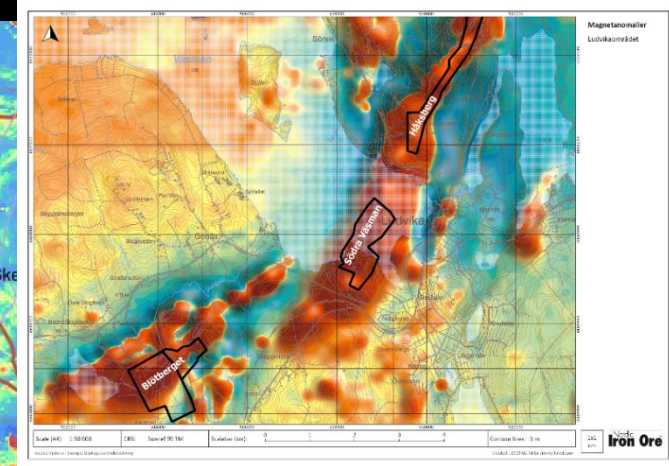
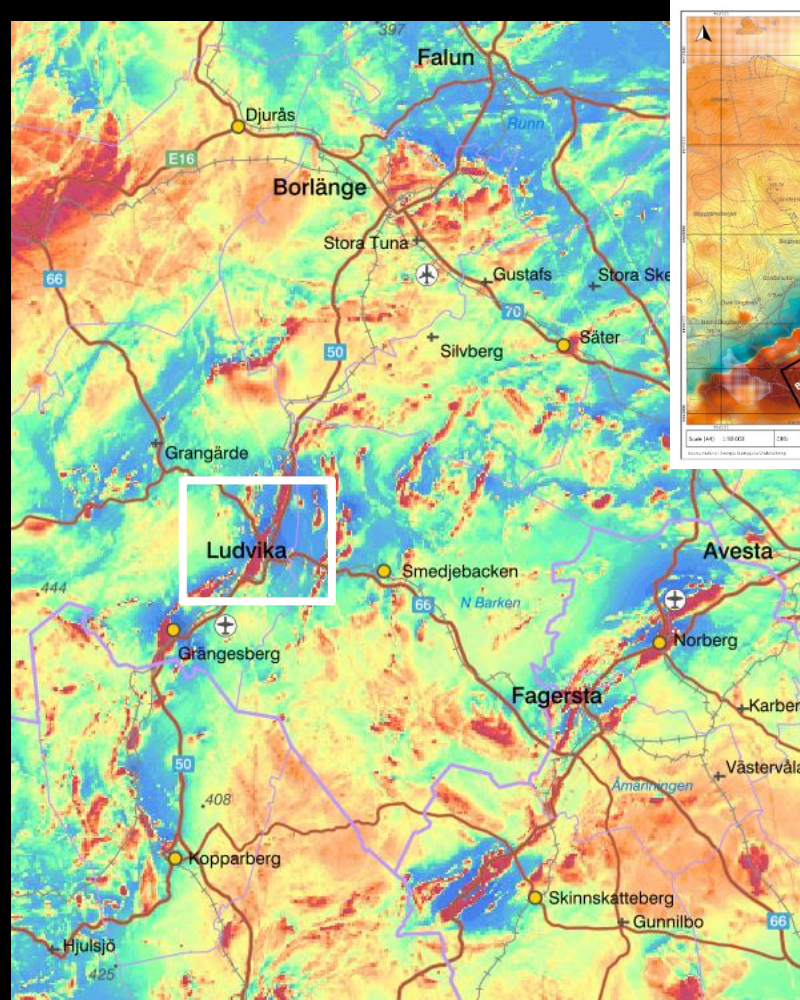
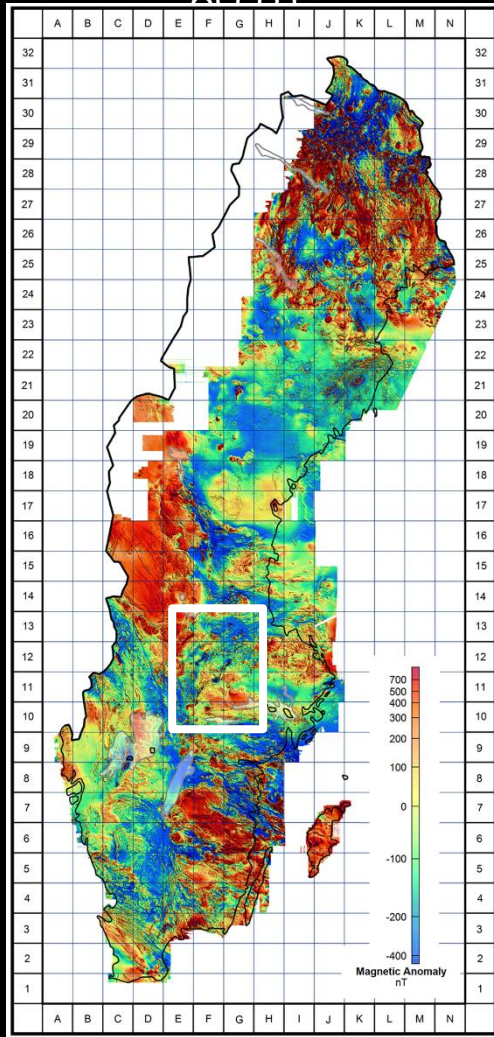
PM SGU 1945



Bild: Université de Strasbourg

MAGNETOMETRI – SGUs FLYGMAGNETISKA KARTA

SGU har mätt magnetometri från luften sedan 1960-talet, flyghöjd 30-60 m



Källa: SGU kartvisare

ELEKTROMAGNETISKA METODER – SLINGRAM

Slingram i några modernare tappningar från sent 1900-tal.



Stångslingram



Bilder: Internet

ELEKROMAGNETISKA METODER – TRANSIENT EM (TEM)

Vid TEM-mätning lägg en kabelslinga, "loop" ut i det område som ska mätas. Ju större loop, desto större djupkänning.

Mottagaren flyttas mellan stationer inom loopen och mäter förändringen i det magnetfält som induceras av elektriska ledare i marken.

Djupkänningen kan vara upp till 1000 meter.

Denna metod lämpar sig också för flygmätning.

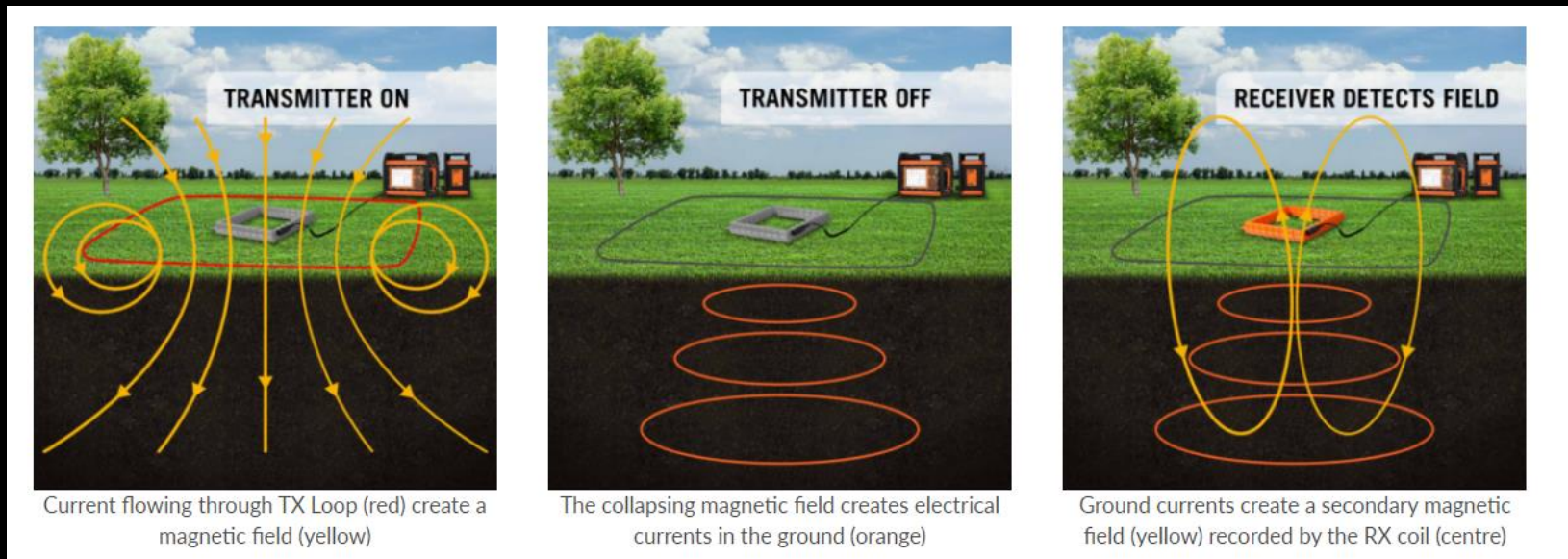


Bild: Geovista

Malmletning i svensk industrihistoria

- 1886 - Svenska Diamantbergborrnings AB grundas av ingenjörerna Per Anton Crælius och G.A. Granström. Största aktieposten innehades av Stora Kopparbergs Bergslags AB (10 aktier)
- 1923 - AB Elektrisk Malmletning (ABEM) bildas som dotterbolag till Svenska Diamantbergborrnings AB.
- 1950-talet –ABEM är störst på geofysik i Europa, ca 300 anställda
- 1960 - Svenska Diamantbergborrnings AB och ABEM förvärvas av Atlas Copco och bildar Atlas Copco Crælius AB
- 1982 - SGU delas upp i SGU och Sveriges Geologiska AB (SGAB)
- 1991 – SGAB läggs ned. De tidigare anställda bildar flera nya företag, såsom Malå Geoscience som tillverkar geofysiska mätinstrument.
- 2012 – ABEM och Malå Geoscience uppgår i GuidelineGeo, global tillverkare av geofysiska mätinstrument.

Modern prospektering

Vilka metoder används idag?

Hur utvecklas metoderna?

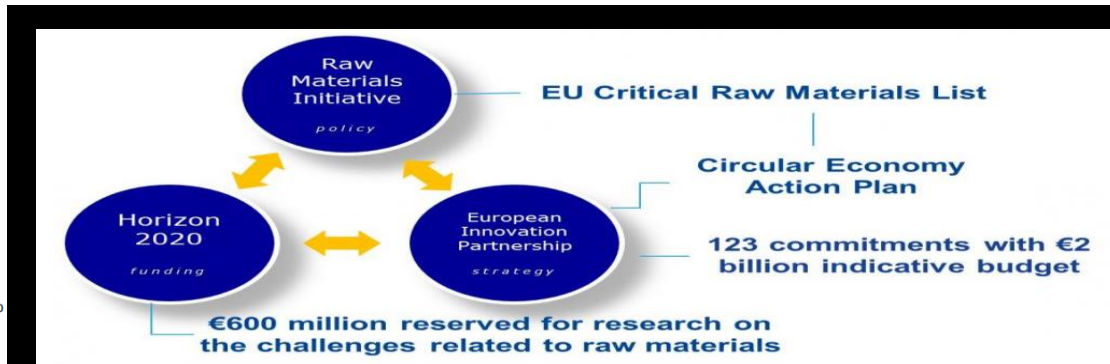
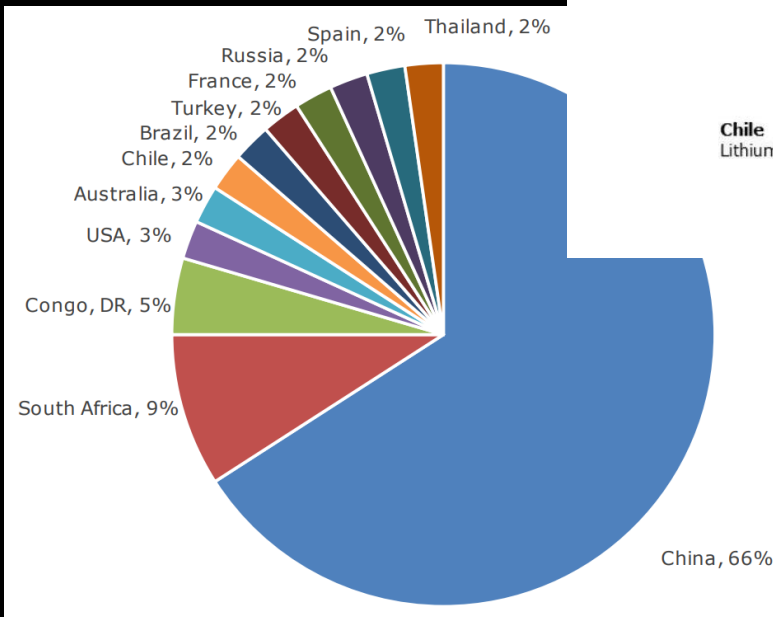
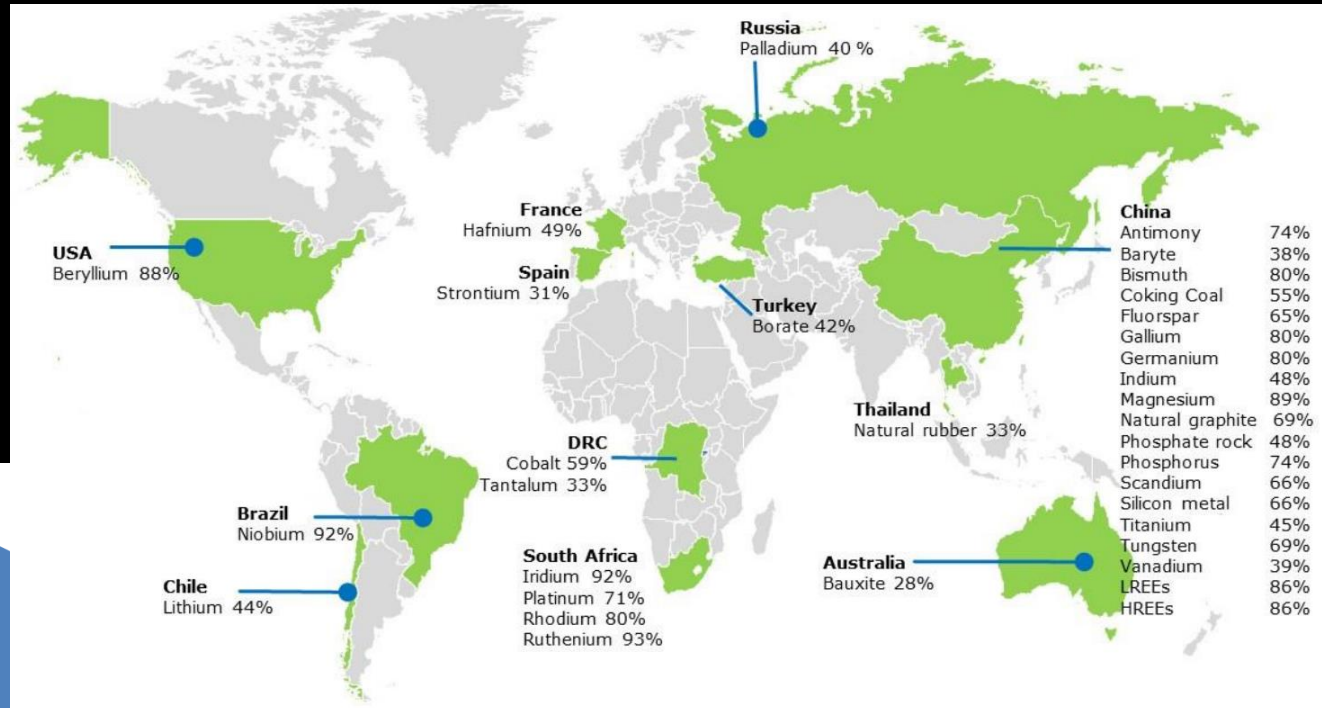
Nordic
Iron OreTM

UTVECKLING AV GEOFYSISKA METODER IDAG

EU listar kritiska råmaterial i en 4:e omfattande rapport 2020

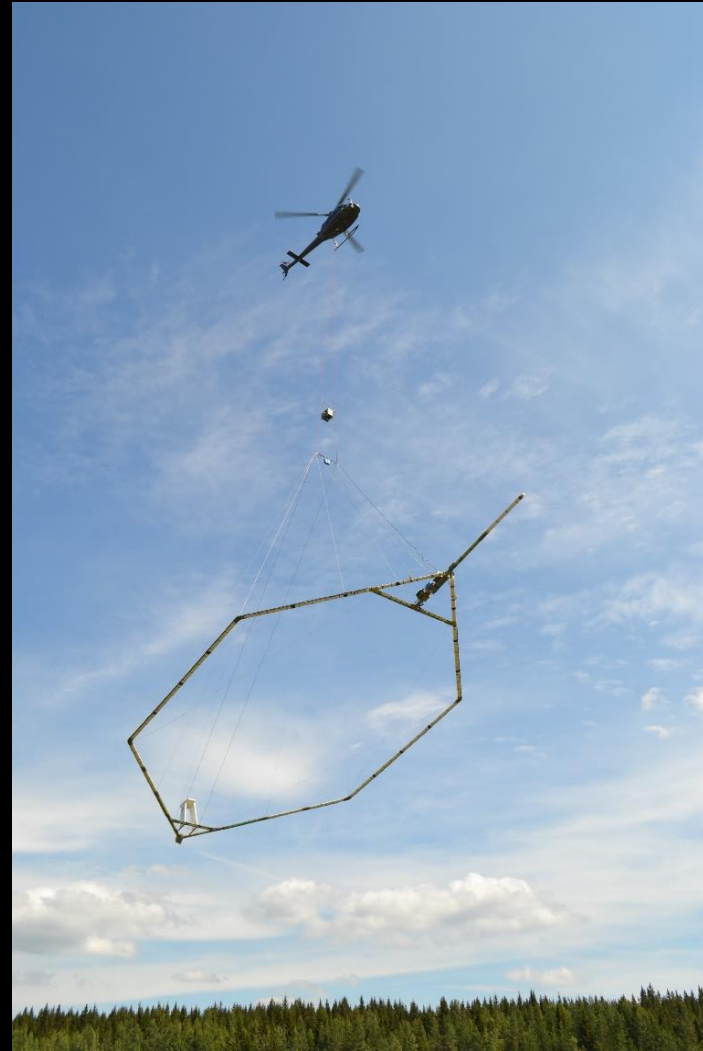
Källa statistik: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020D0474>

Källa flödesschema: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/raw-materials_en



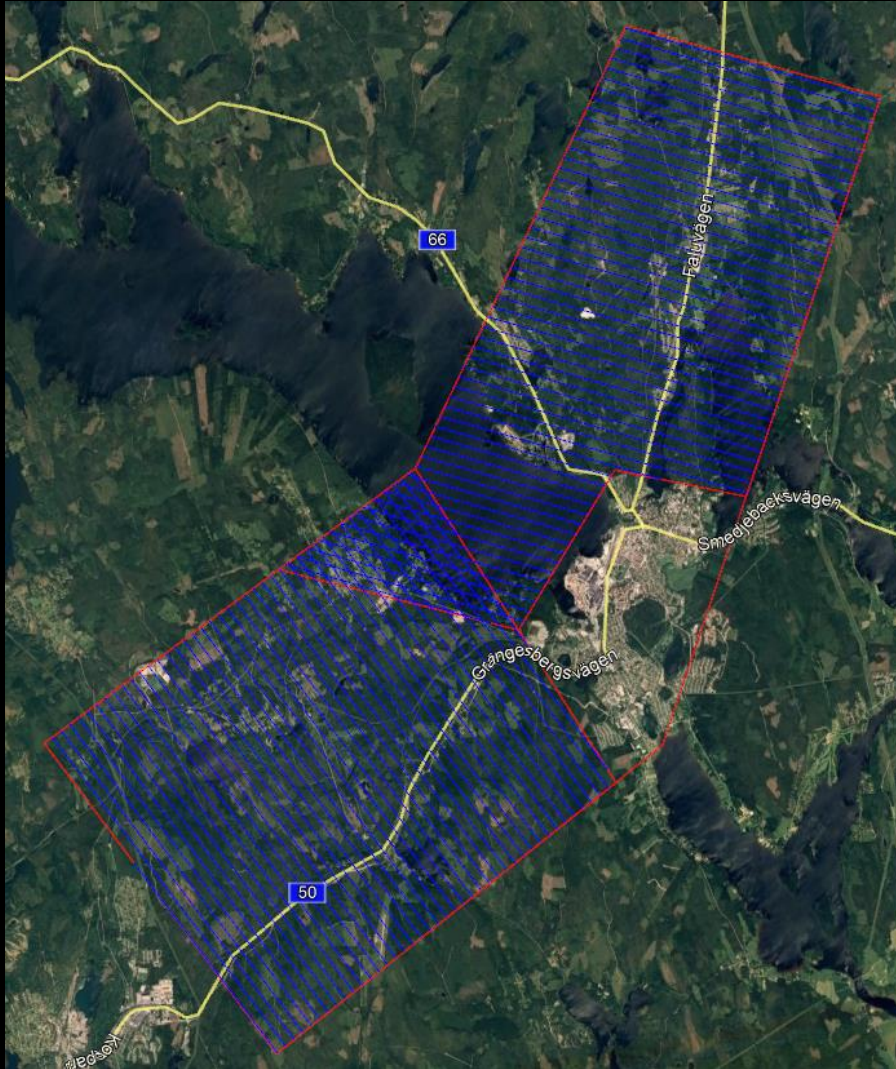
ELEKROMAGNETISKA METODER

Juni 2019 TEM mätningar utförda av danska SkyTEM



ELEKROMAGNETISKA METODER

Juni 2019 TEM mätningar utförda av danska SkyTEM



ELEKROMAGNETISKA METODER

September 2020 EM mätningar utförda av svenska AMKVO, SGU och UU



ELEKROMAGNETISKA METODER

September 2020 EM mätningar utförda av svenska AMKVO, SGU och



ELEKROMAGNETISKA METODER

September 2020 EM mätningar utförda av svenska AMKVO, SGU och



SEISMIK

Oktober 2017 Uppsala Universitet utför seismik med bobcat som källa



SEISMIK

Maj 2019 Uppsala Universitet och tyska Bergakademie Freiberg utför seismik med vibrotruck som källa



SEISMIK

September 2019 Uppsala Universitet och nederländska Seismic Mechatronics utför seismik med E-Vib som källa



SEISMIK

Tre olika mottagare användes; seriekopplade, trådlösa med GPS



SEISMIK

Uppsala universitets landstreamer



Conventional "Spike" Planting



Geophones on Land Streamer

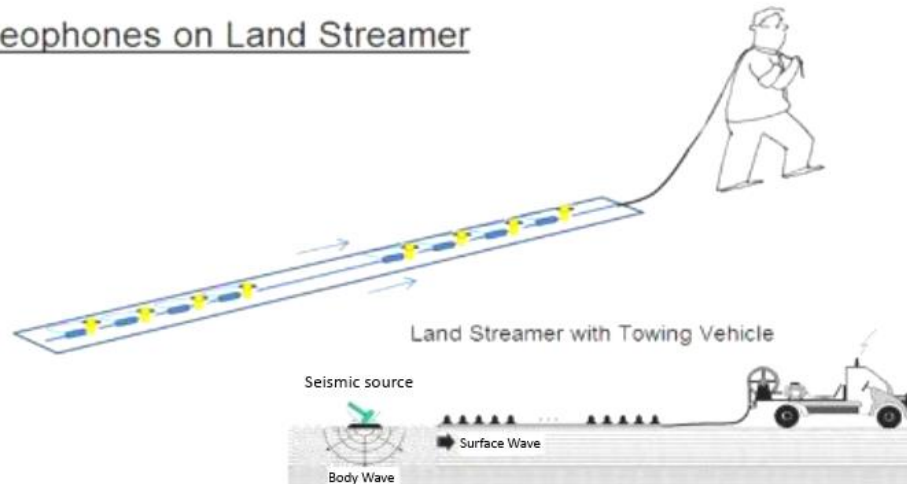


Foto: Bojan Brodic Uppsala Universitet.
Teckning: <http://www.masw.com>

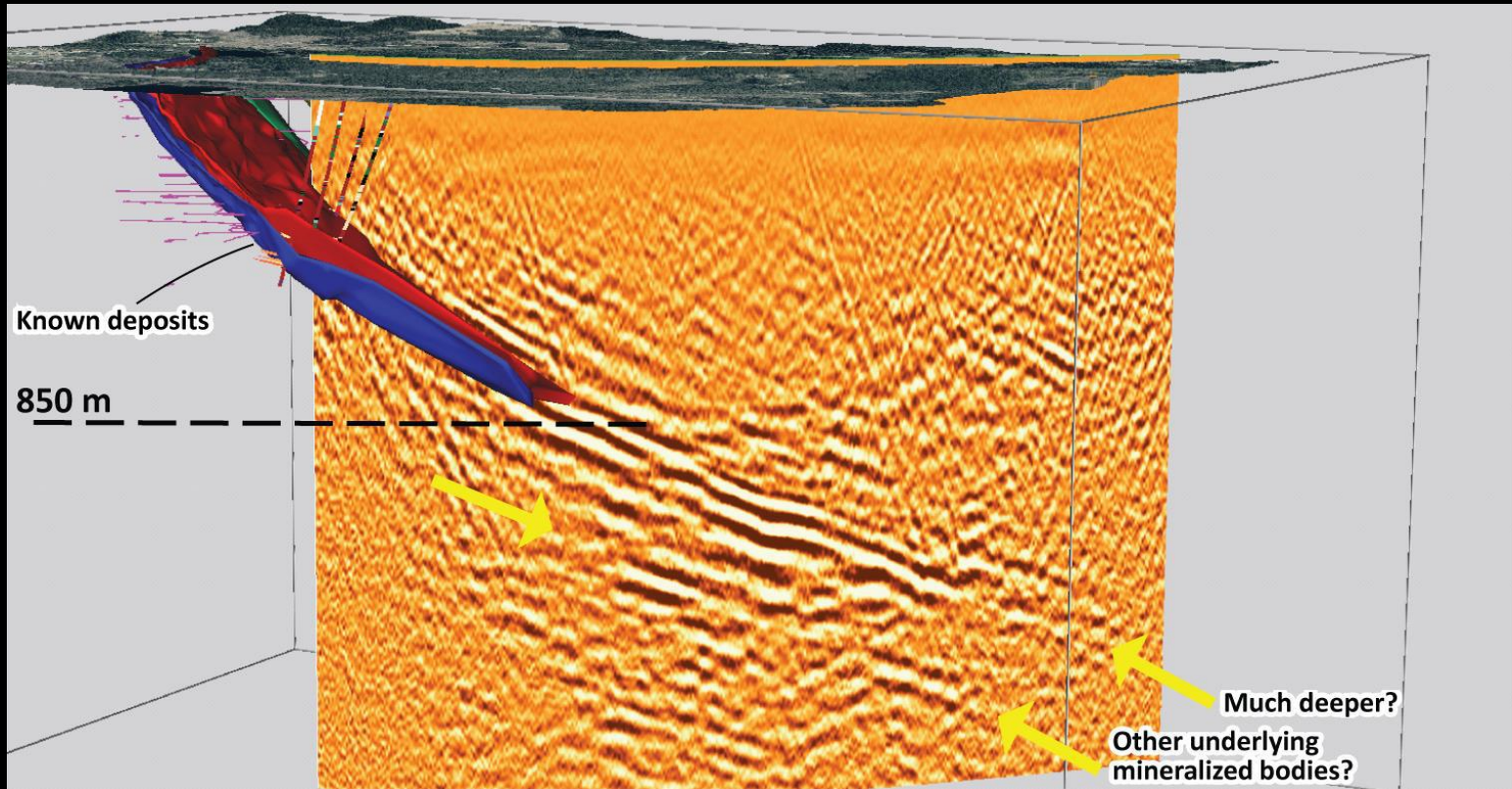
SEISMIK

Uppsala universitets datainsamlingsbuss



SEISMIK

Resultat etter behandling av seismikdatan



ÖVRIGA METODER

Uppsala Universitet utför mätningar i befintliga borrhål



ÖVRIGA METODER

Uppsala Universitet utför mätningar i befintliga borrhål

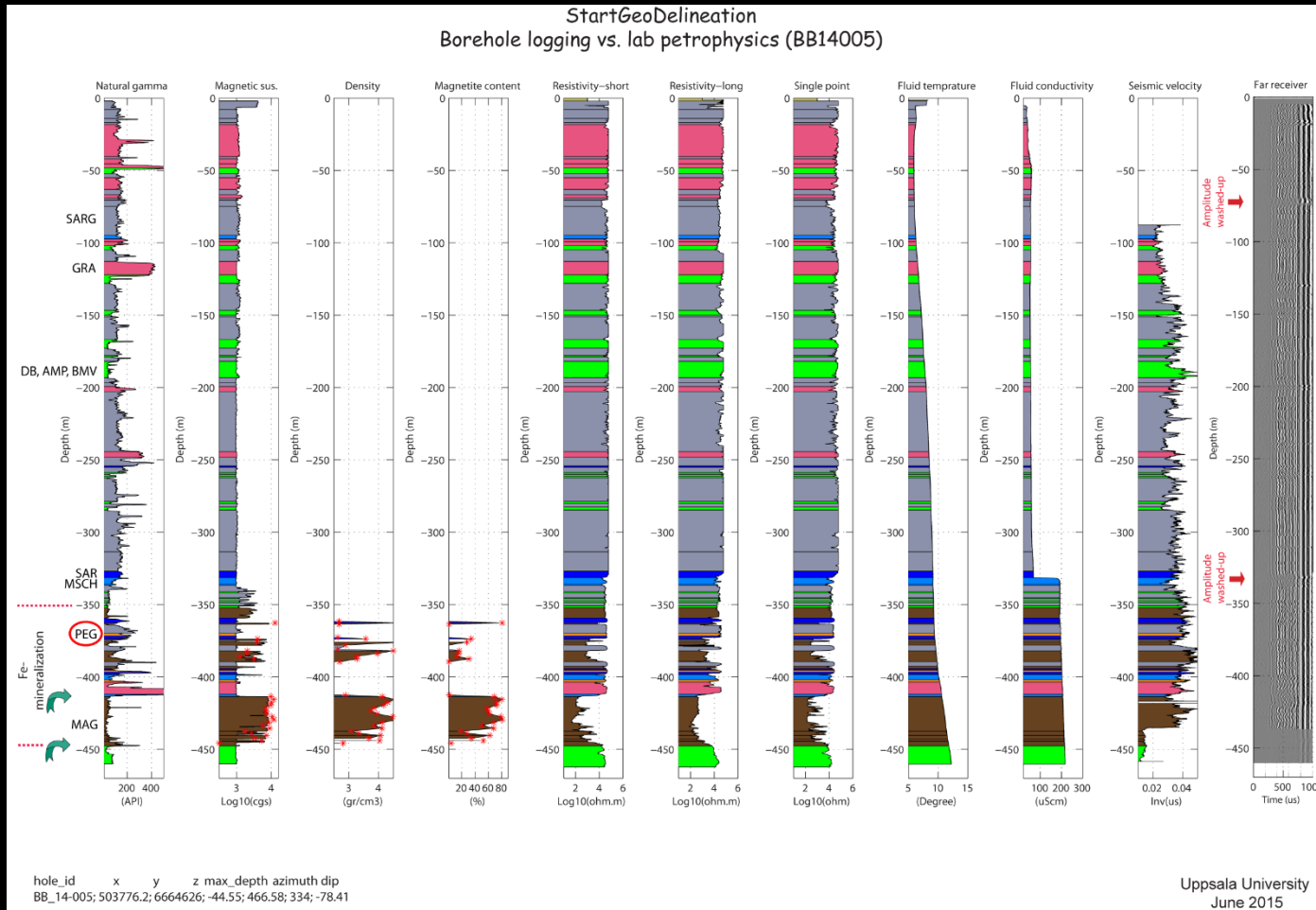


Bild: Georgiana Maries Uppsala Universitet.

 TACK!

Nordic
Iron OreTM

Nordic
Iron OreTM