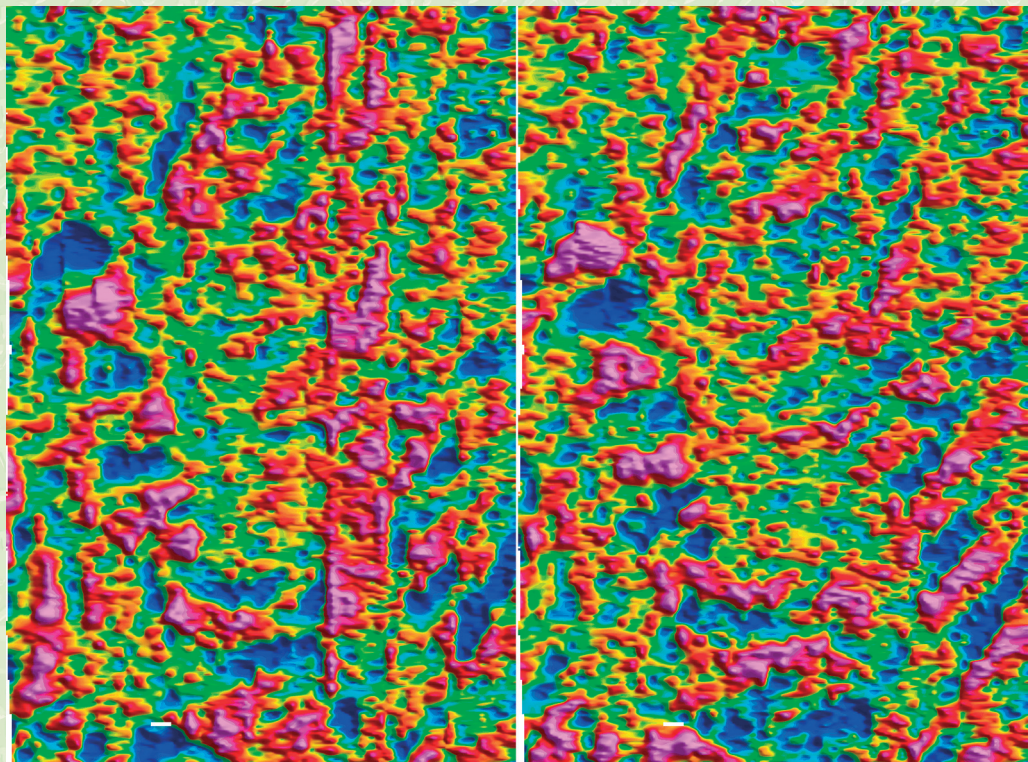




Sveriges geologiska undersökning

Metod för implementering av LKABs flyg-VLF-data

FoU projekt 510022



Sören Byström, Peter Hagthorpe
& Kajsa Hult

Metod för implementering av LKABs flyg-VLF-data

SGU-rapport
2002:40

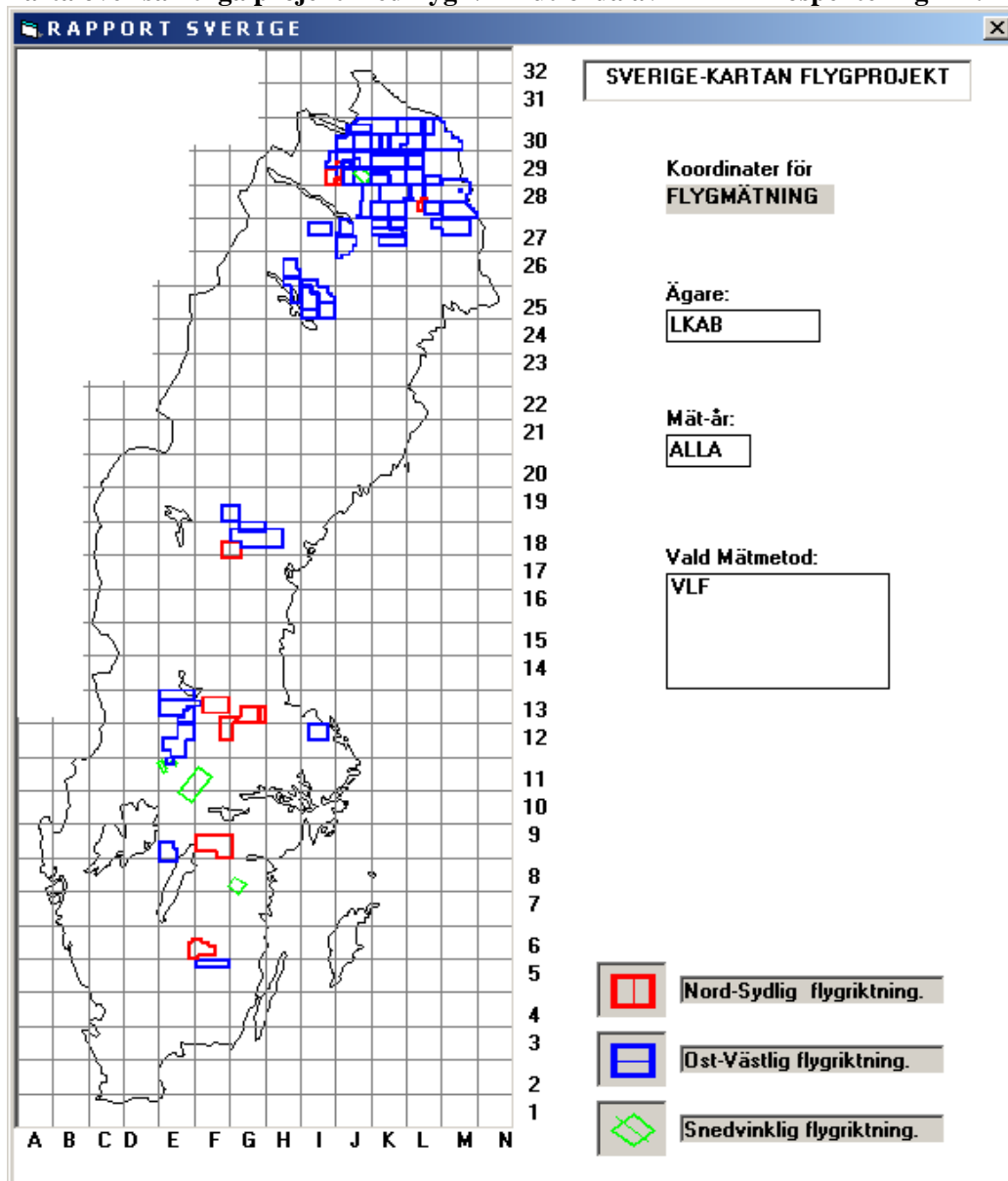
SGU-rapport
2002:40

Metod för implementering av LKAB:s flyg-VLF-data.

FoU projekt 510022

Sören Byström, Peter Hagthorpe och Kajsa Hult.

Karta över samtliga projekt med flyg-VLF utförda av LKAB Prospektering AB.



Sammanfattning.

Mätningarna är av god kvalitet i nästan alla av LKAB Prospektering AB:s flygmättningsprojekt. Bara i undantagsfall är kvaliteten så dålig att de inte går att rädda. Mätdata kan göras kompatibla med SGU:s när det gäller den vertikala vektorn och totalfältet. Där tre komponenter mättes kan de övriga två inte tas fram, då de inte finns sparade. De vertikala komponenterna normerades mot horisontalfältet (Z/H) och totalfältet beräknades som kvadratrotsumman av de horisontala och vertikala komponenterna. Den vertikala vektorn mättes i fas med sändarsignalen (reella komponenten) och 90 grader ifrån (imaginära komponenten).

Historik.

Elektromagnetiska (EM) metoder vid malmletning började användas under 1920-talet. Man uppfångade växelvägningfältet från växelströmmar i utlagda kablar. 1935 konstruerades vid SGU (Holm) ett bärbart EM-instrument, slingramen. Frekvensen för denna var 3,6 kHz.

1948 kom det första elektromagnetiska systemet i luften, 'Stanmac-MacPhar EM System' i Kanada. 1954 hittades en stor fyndighet, 'Heath Steel deposit' i Kanada, som resultat av EM-mätningarna. Dessa EM-system (slingram) hade både sändare och mottagare monterade på flygplanet.

Vid SGU prövades i början på 60-talet en högre frekvens för markslingram (18,0 kHz) vid letning av svagt ledande malmer. Man fann då störningar av telegrafi-typ. Störningen gick att pejla. Magnetfältet hos störningarna var ungefär horisontellt och man fann det möjligt att leta fram malmer genom att lyssna på de främmande signalernas styrka när man gick fram i terrängen. Förvåningen var stor då man fann att störningarna härrörde från en sändare i Amerika. En närmare undersökning visade att denna sändare tillsammans med ett stort antal liknande sändare användes av militärer för kommunikation med ubåtar. Generellt gäller att ju lägre frekvens desto längre ned i vattnet (eller marken) tränger signalen.

För att testa metodens användbarhet konstruerades flera instrument. Testmätningar över kända malmer gav goda resultat. Instrumenten gavs namn som UNIRAMA och DUORAMA, där RAMA är en sammandragning av 'radiomalmletning'.

(SGU-historik från artikel skriven av Lars Granar 1980)

Då frekvensen ligger under de normala rundradiofrekvenserna (mellanvåg, kortvåg), så kallas metoden VLF, som står för 'Very Low Frequency'.

På grundval av de vunna erfarenheterna och tillgången till en stabil lågfrekvent radiosändare i England, så konstruerades och byggdes i slutet av 1960-talet ett instrument för flygmätning. Instrumentet konstruerades av Gustav Paál. År 1968 publicerade han en artikel i *Geoexploration* 'Very Low Frequency measurements in northern Sweden', som gav eko i malmletningsvärlden. Instrumentet kallades för TRIRAMA då de tre riktningarna X, Y och Z mättes.

Från och med fältsäsongen 1972 har SGU använt VLF i reguljära flyggeofysiska karteringen av Sverige.

LKAB Prospektering AB startade sin flygmätning 1977. Personal och instrumentering togs över från Terra Test AB. Där fanns både kunskap och EM-instrumentering, på så sätt fanns VLF med redan från första säsongen.

Genomgång av LKAB:s mätmetodik, datalagrings- och beräkningssätt.

Instrumentet från TerraTest (Em18) mätte enbart den vertikala vektorn från vlf-sändaren, normerad med horisontalfältet. Den vertikala vektorn mättes i fas med sändarsignalen (reell signal) och 90 grader ifrån (imaginär signal). Endast signalen från en sändare kunde registreras.

Då Gustav Paál anställdes som instrumentchef blev det naturligt att Em18 senare blev utbytt mot ett nytt egentillverkat system liknande den som fanns på SGU. Den nya systemet kallades IRMA och mätte i tre ortogonala riktningar så att totalfältet kunde beräknas. IRMA kom i luften i början på 80-talet. Först mättes enbart en sändare, men snart användes 2 oberoende sändare.

Trots att man mätte i tre riktningar, så beräknades enbart den vertikala vektorn, i fas och 90 grader ifrån, och totalfältet. Data där alla riktningarna finns registrerade är tyvärr inte kvar, så materialet har förlorat en del av sin användbarhet till karteringsändamål.

LKAB Prospekterings AB data har konverterats till textformat (ASCII) av GeoVista AB och finns lagrade i SGU:s databank. För varje komponent finns koordinater, s.k. xyz-filer. Detta format är direkt användbart i SGU:s bearbetnings- och kartframställningsprogram.

Då insamlade mätresultatet enbart användes till prospektering, så blev nivåer mellan flygstråken och olika mätområden av andrahandsbetydelse. Även teckenkonventionen varierade mellan olika projekt. När man blev tvungen att byta sändare mitt i ett område så korrigerades det inte för det i slutprodukten, vilket naturligtvis ger en mycket randig karta.

VLF är i förhållande till andra mätmetoder relativt komplicerad vad gäller beräkningar och kräver omfattande programmering för att utnyttjas fullt ut. Detta gjordes tyvärr inte så delar av mätningen sparades inte.

Trots brister i materialet så är mätningarna av god kvalitet i de flesta av LKAB Prospekterings AB flygmättningsprojekt. Kvaliteten avgörs inte i första hand efter hur noggrant data har bearbetats, utan efter hur bra flyg-(rå-)data är. Bra rådata kan alltid förädlas till användbara produkter.

Mätdata kan i de flesta fall göras kompatibelt med SGU:s mätningar när det gäller vertikala vektor och totalfältet. Bara i undantagsfall är kvalitén så dålig att det inte går att rädda. Där tre komponenter mättes kan de övriga två inte tas fram, då de inte finns sparade.

De vertikala komponenterna normerades mot horisontalfältet (Z/H) och totalfältet beräknades som kvadratrotsumman av horisontala och vertikala komponenterna.

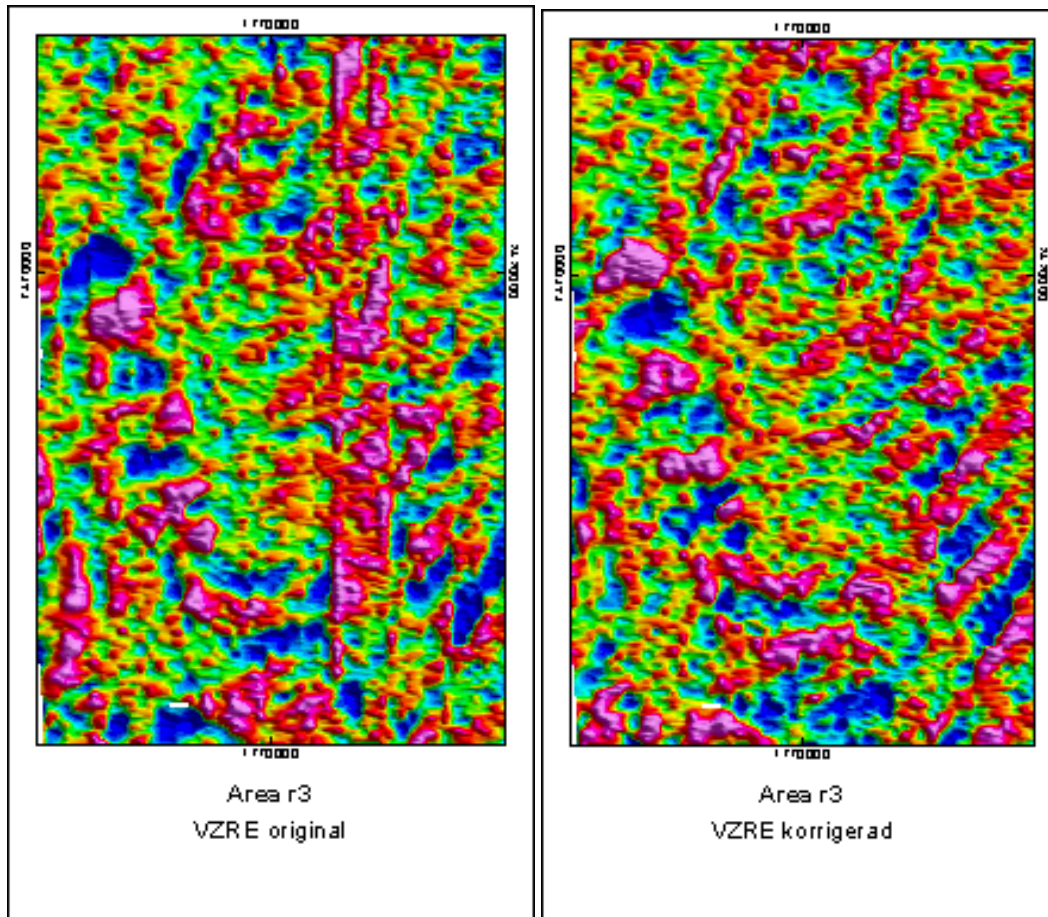
Den vertikala vektorn mättes i fas med sändarsignalen (reella komponenten) och 90 grader ifrån (imaginära komponenten).

Framtagande av algoritmer samt program för bearbetning.

Korrekationer togs fram genom att jämföra områden som både var flugna av SGU och LKAB. Vår förhoppning är att instrumentets inställningar bibehölls när man flög flera områden från samma plats och år.

Mätdata korrigerades med avs. på tecken, nivå och amplitud. Geosoft Oasis program användes till all korrigering och bearbetning.

Teckenfel i de vertikala komponenterna är naturligtvis lätta att se om man har överlappande eller angränsande SGU-/LKAB-mätningar. Korrigering görs bara genom att vända på tecknet. Det visade sig att plus och minus inte följde samma konvention från område till område. I friliggande områden är det tyvärr omöjligt att avgöra vilken konvention som har använts.



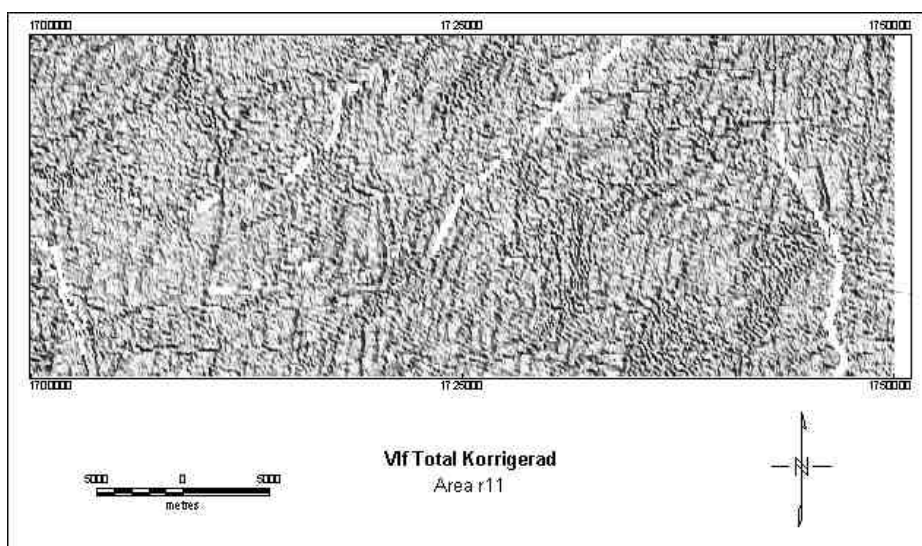
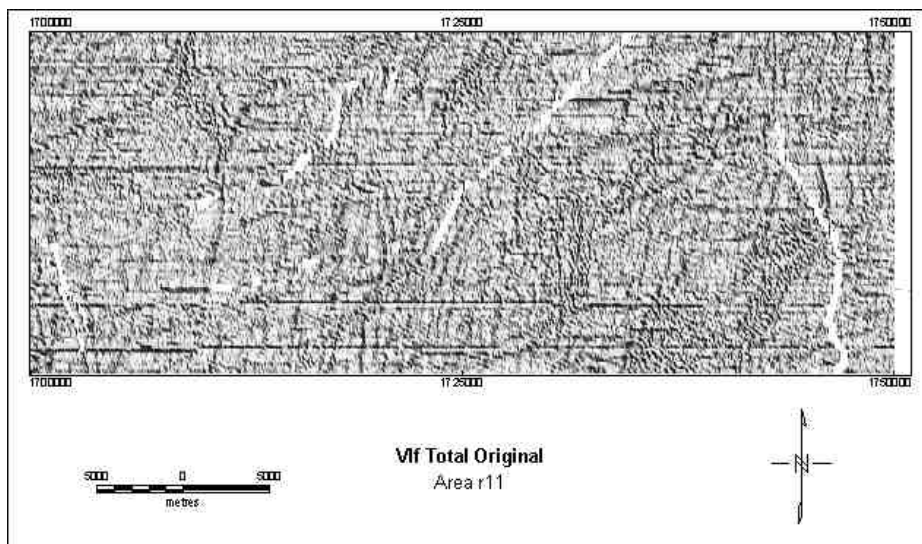
Exempel på originaldata.

Efter tecken-, nivå och amplitud- korrektion.

För att kunna nivåjustera mätningarna på ett bra sätt så användes en egen tillverkad version av ett Oasis filterprogram (SGLINEAR.GX). Den användes för SGU:s metod att använda ett rullande medelvärde över 4 km för icke anomala punkter och ger oftast en väl nivellerad bild, så även i detta fall.

Slutligen korrigerades amplituden med ett framräknat skalvärde. Variationen på amplituden var oväntad stor, det fanns t om skillnader inom samma område. När det fanns ett område med SGU data i närheten användes detta för att bestämma skalvärdet. I övriga fall skedde eventuell korrektion empiriskt.

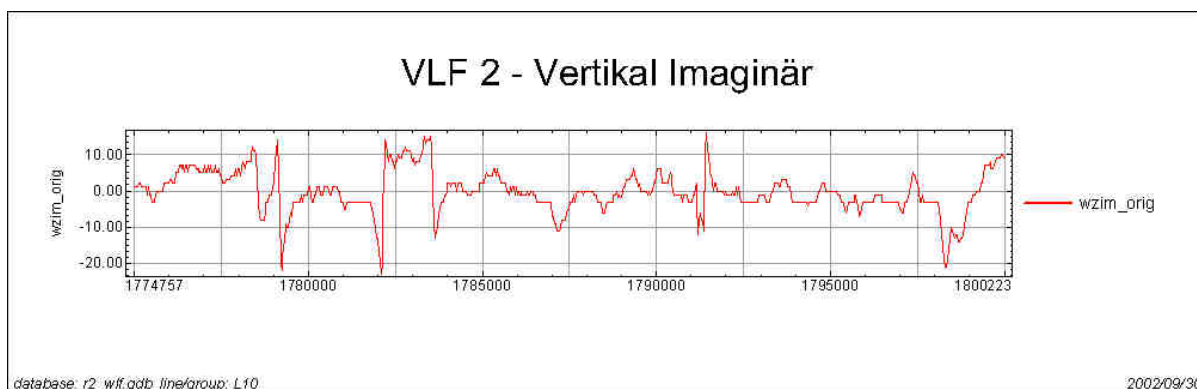
Det visade sig att i de flesta fall går det att använda liknande arbetssätt för olika projekt. Färdiga programflöden (Oasis "scripts") togs fram, vilket snabbar upp bearbetning väsentligt. Dock måste det i praktiken göras tidskrävande manuella korrektioner inom varje enskilt mätområde



Exempel på hur nivåkorrigering med program SGLINEAR.GX förbättrar mätdata.

Test på ett litet urval områden.

Ett urval av testområden gjordes på grundval av instrumenttyp och mätår. Ett tjugotal mätområden testades och bearbetades, vilket vi anser vara tillräckligt många för att ge en bra bild över möjligheten att omforma LKAB:s VLF-flygdata till SGU-format.



I några få fall är kvalitén på data mindre god. Notera avsnitten där instrumentet ser ut att ha stått stilla. Felets orsak är okänd.

Resultat.

Programrutiner har utvecklats och testats på ett antal mätområden med LKAB Prospekterings flyg VLF data.

För de områden som undersökts är mer än 90 % möjliga att konvertera till SGU:s format med god kvalitet. Några områden har så låg kvalitet att de ej bedöms användbara.