

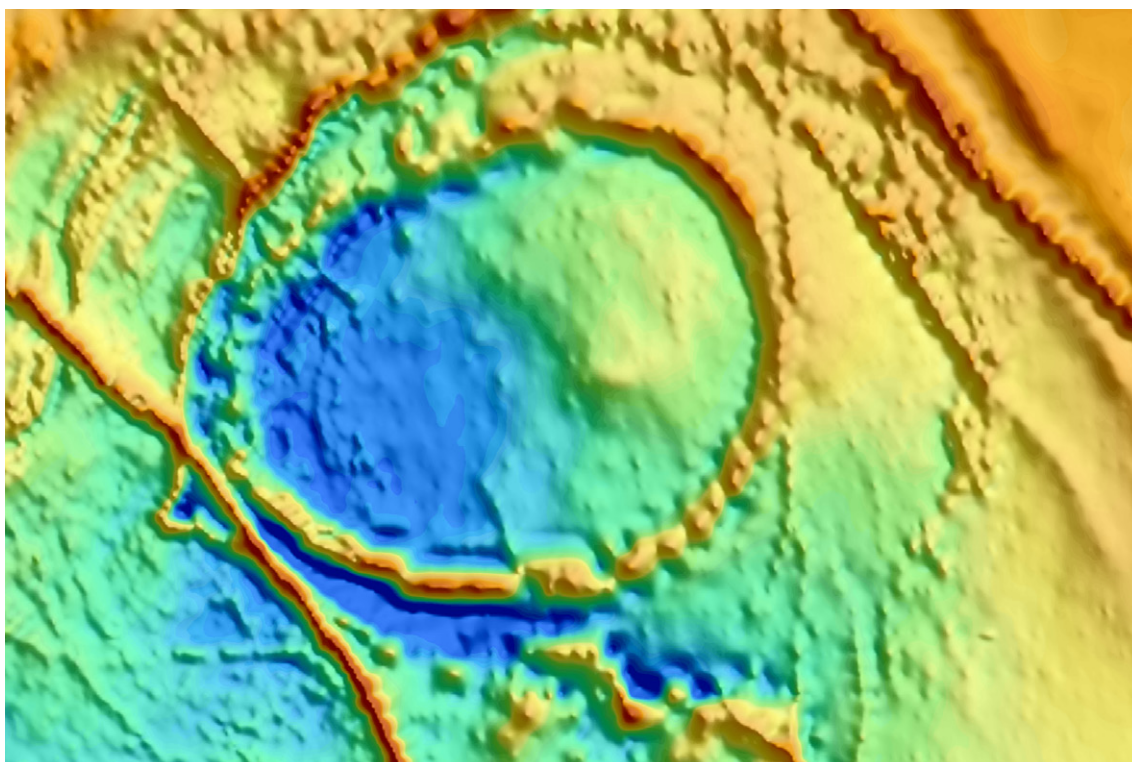
GEOLOGISK DOKUMENTERING

# En ringformad magnetisk anomali norr om Särna, norra Dalarna

Lutz Kübler, Thomas Lundqvist & Jan-Olov Svedlund

mars 2010

SGU-rapport 2010:01



**SGU**

Sveriges geologiska undersökning



:\_\_VYÁ]]"

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Inledning .....                                              | 2  |
| Geofysiska undersökningar.....                               | 2  |
| Översikt över norra Dalarnas berggrund.....                  | 3  |
| Porfyrfönstret norr om Särna .....                           | 4  |
| Undersökningar av berghällar och lösa block och stenar ..... | 4  |
| Den geofysiska bilden.....                                   | 6  |
| Slutsatser av det geologiska arbetet .....                   | 7  |
| Maskingrävningar i områdets jordarter .....                  | 9  |
| Sammanfattning.....                                          | 9  |
| Litteratur.....                                              | 10 |

## Inledning

Bakgrunden till föreliggande rapport är att man genom SGUs flyggeofysiska undersökningar påvisat en större, ringformad positiv magnetisk anomali med centrum ca en mil norr om Särna i norra Dalarna (fig. 1). Diametern på denna magnetiska struktur är 9–11 km och ringen omsluter en yta på 75 km<sup>2</sup>. I syfte att utröna vilken eller vilka bergarter som orsakar anomalin har geofysiska modellberäkningar gjorts (LK). Fältgeologiska studier av bergblottningar och av istransporterade block och stenar har också utförts (TL och JOS), liksom maskingrävningar efter fast berg i ringen (JOS). Bergblottningar inom det aktuella området är mycket sparsamma, och jorddjupen betydande. Vi har därför tyvärr inte kunnat komma fram till någon definitiv slutsats vad gäller bergarten som orsakar anomalin, men redovisar i alla fall resultatet av hittills gjorda undersökningar. I samband med den regionala karteringen i området tolkades anomaliringen på basis av de geofysiska indikationerna som en diabasgång (Delin och Kübler 2008). Arbetena har utförts inom ramen för programmet "Geologisk dokumentering".

Lokalernas lägen är angivna i Rikets Nät (RT 90). Förklaringar av geologiska termer finns i T. Lundqvist och Svedlund (2008, 2009).

## Geofysiska undersökningar

I samband med den geologiska karteringen utfördes flyggeofysiska mätningar under 2004 på kartbladen 15C, 15D, 16C och 16D. Flyglinjeavståndet var 800 meter och flyghöjden 60 meter. Mätpunktsavståndet längs flyglinjerna var ca 17 meter. Mätningarna omfattade jordmagnetfältet, markens naturliga radioaktiva strålning och det elektromagnetiska fältet (VLF). VLF-data registrerades från två sändare.

Kompletterande flygmätningar med linjeavståndet 400 meter utfördes 2005 över den här beskrivna ringstrukturen. Väster därom och i direkt anslutning till anomaliringen har flygmätningarna ett linjeavstånd på 200 meter över ett 20 x 20 km stort område (sydväst-koordinaten i RT 90 för detta område är 1335000 - 6840000, nordost-koordinaten 1336000 - Idre, och på kartbladet 16D Lofsdalen SV kring den i magnetanomaliringen liggande "Tyskvallen". Tyngdkraftsdata föreligger från hela området men insamlingstätheten är låg och tillåter en tolkning enbart ur ett regionalt perspektiv. Avståndet mellan mätpunkterna inom anomaliringen är ca 2 km och utanför ringen varierar avståndet mellan 1 och 2 km.

En mera detaljerad mätning av tyngdkraften utfördes tvärs över det sydöstra ringsegmentet längs två kortare profillinjer med punktavstånd från 150 till 200 meter, med syftet att fastställa om magnetanomalin åtföljs av massöverskott.

I samband med den regionala geologiska karteringen gjordes också ett flertal geofysiska markmätningar. På olika ställen på det södra och det norra ringsegmentet mättes dels jordmagnetfältets variationer, dels elektromagnetiska fält längs profillinjer. Prover samlades in för mätning av petrofysiska egenskaper på två lokaler innanför ringen och på ett tiotal lokaler i porfyrfönstret och på diabasgångar.

## Översikt över norra Dalarnas berggrund

Norra Dalarnas berggrund ingår i vad som kallas det transskandinaviska magmatiska bältet (TMB), eller på engelska *Transscandinavian Igneous Belt (TIB)*, ett stråk i urberget som sträcker sig från södra Småland norrut via Värmland och Dalarna och vidare in under den skandinaviska fjällkedjan (se t.ex. Fredén 2002). Huvuddelen av de ingående bergarterna är som namnet anger graniter och porfyryer av magmatiskt ursprung. I norra Dalarna täcker också sandsten (Dalasandsten) stora områden. Ett stort antal diabasintrusioner finns men är volymmässigt underordnade.

I fjällen täcks TMB-berggrunden för det mesta av kaledoniska skollor, men den går i dagen på flera ställen i mer eller mindre starkt deformerat skick. Huvuddelen av TMB-berggrunden är mellan 1,85 och 1,65 miljarder år gammal (se t.ex. T. Lundqvist 2001).

Dalasandstenen har av tradition benämnts jotnisk, och tillhör en typ av vanligen röda, kontinentala urbergssandstenar som finns på flera ställen i Nordeuropas berggrund (Baltiska skölden). Graniterna och porfyryerna i norra Dalarna (Dalagraniter och Dalaporfyryer) bildar sandstenens omedelbara underlag, och har av den anledningen också kallats subjotniska. De ca 1 700 miljoner år gamla Dalaporfyryerna och besläktade mer basiska vulkaniter och graniter täcker stora ytor i norra Dalarna och södra Härjedalen. De har behandlats av bl.a. Hjelmqvist (1966, 1982), Lundegårdh (1967, 1997), T. Lundqvist (1968), T. Lundqvist och Persson (1999), Nyström (1999, 2004), T. Lundqvist m.fl. (2004, 2006) och T. Lundqvist och Svedlund (2008).

Över porfyrberggrunden ligger med erosionskontakt Dalasandstenen med dess inlagringar av basalt kallad Öjebasalt. I botten på sandstensformationen finns på många ställen basala breccior med dominerande porfyrklaster (se T. Lundqvist och Svedlund 2009). Sandstenens geologi (t.ex. sammansättning, lagringsförhållanden och tektoniska störningar) har tidigare behandlats av Hjelmqvist (1966), medan betingelserna vid dess avsättning undersökts av Pulvertaft (1985), som bl.a. påvisat flodtransport mot söder samt eolisk typ av korsskiktning.

Den troliga åldern för basalten, och därmed också den ungefärliga åldern för sandstenens avsättning, är 1 460 miljoner år, baserat på jämförelse med liknande, åldersbestämda bergarter (se nästa stycke).

Sandstenen och dess underlag genomsätts av yngre diabaser, främst den ofta som flacka skivor intruderade Åsbydiabasen (uppkallad efter Åsens by i Älvdalen) och Blekinge-Daladiabaserna, som bildar en gångsvärm i N–S till NNV–SSO från Blekinge och Bornholm i söder till norra Dalarna och Trysilområdet i Norge. Åsbydiabasen är 1 270–1 260 miljoner år gammal och Blekinge-Daladiabaserna 980–950 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005). Gångar som sannolikt hör samman med Öjebasalten finns bl.a. vid Bunkris och Glysjön nordväst om Älvdalen. De har daterats till 1 460 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005).

Ett mindre, alkalint massiv med den permokarboniska åldern ca 280 miljoner år (Bylund och Patchett 1977) finns VNV om Särna, och är blottat på Siksjöberget och Ekorråsen (Hjelmqvist 1966). Det innehåller en syenit kallad sárnait, som delvis är cancrinit- och nefelinförande. I massivet och dess omgivning finns besläktade gångar av grön s.k. tinguait (se bilder i Hjelmqvist 1976). Denna bergart förekommer i ett stort antal block som av inlandsisen spridits långt från ursprungsområdet i eller öster om Särna (J. Lundqvist 1951, 1997).

## Porfyrfönstret norr om Särna

I trakten av Särna finns en egendomlighet i berggrunden som tydligt framgår av en geologisk översiktskarta (fig. 2), nämligen ett fönster i Dalasandstenen där den underliggande porfyrberggrunden går i dagen. I övriga kartfigurer (fig. 1,7,8) har detta porfyrområde markerats med en röd linje. Porfyrrerna borde här normalt ligga på ett visst djup i berget och vara täckta av sandsten. Det är alltså klart att en höjning av porfyrberggrunden i förhållande till sandstenen skett någon gång under den geologiska utvecklingen. Kontakterna mellan sandstenen och fönstrets porfyr är dock inte blottade, varför man i fält inte kan bedöma om gränsen är en följd av normal pålagring eller om den är orsakad av tektoniska rörelser. Av blockobservationer att döma finns det i kanten av fönstret, liksom på andra ställen i norra Dalarna, basala breccior i gränsen sandsten–porfyr (se T. Lundqvist och Svedlund 2009). Undersökta block visar inga tecken på tektoniska störningar (krossning) efter brecciornas avsättning, vilket dock kan bero på att sprickrika block krossats ned i större utsträckning än sprickfattiga.

Att notera är också att porfyrfönstret vid Särna innehåller två ovanliga inslag i berggrunden: dels den magnetiska ringen, som upptar en stor del av fönstrets östra delar, dels förekomsten av det alkalina massivet på Siksjöberget och Ekorrsåsen.

## Undersökningar av berghällar och lösa block och stenar

Hällblottningar i porfyrfönstret är som nämnts fåtaliga, och vi har därför också gjort observationer av block och stenar vid den sydöstra men också i de norra delarna av den magnetiska delen av ringen. Dessa block och stenar kan förväntas ge indikationer om den dåligt blottade berggrunden inne i den magnetiska ringen, samt om vilken bergart som bildar den magnetiska ringen, eftersom materialtransport genom inlandsisar till största delen skett från nordnordväst mot sydsydost.

Följande observationer har gjorts, varav en del finns publicerade i T. Lundqvist & Svedlund (2009):

1) Strax söder om bron över Fjätälven, på östra stranden (6857167 - 1363610), ca 300 m innanför ringen: Häll med grå till svagt rödaktig kvarts-fältspatporfyr (här kallad "Floporfyr") med relativt grov (kornig) grundmassa. Porfyren är uppsprucken, med dominerande sprickor som stryker i ONO–NO ( $60^{\circ}$ – $45^{\circ}$ ) och stupar brant. Stuff TL 06: 21.

Slipprov av stuff TL 06: 21: Textur: Kvarts-fältspatporfyrisk (strökorn upp till 3–4 mm i diameter), med mikrokristallin grundmassa av kvarts och alkalifältspat (fig. 3). Kornstorleken i grundmassan är 0,04–0,06 mm, dvs. relativt grov för en Dalaporfyr. Strökorn: Kvarts med korrosionsbukter och tendens till bipyramidalt kristallform (fig. 4), pertitisk kalifältspat innehållande kristaller av muskovit, samt albit med inväxningar av relativt grov muskovit. Fältspaterna har tendens till tavelform. Vidare finns strökornsartade kristaller av opakmineral med muskovit, och av zirkon, titanit och ortit(?). Grundmassan består av kvarts och alkalifältspat med underordnat inslag av opakmineral (till stor del pigment- eller stoftartade), muskovit (färglös och grönaktig), zirkon och titanit.

Petrofysiska egenskaper: Densitet  $2596 \text{ kg/m}^3$ , susceptibilitet  $0,2\text{--}0,4 \times 10^{-3}$  SI-enheter. Kalium 5,2–5,7 %, uran 2,9–4,4 ppm, torium 14,7–16,6 ppm.

2) Nordväst om bron över Fjätälven (6857239 - 1363369), ca 500 m innanför ringen: Häll med mörkgrå (Flo)porfyr som i lokal nr 1, med sprickor som stryker i NNO ( $25^\circ$ ) och har varierande stupningar. På västra sidan om Fjätälven, alldeles nordväst om bron och söder om lokal 2, finns en liknande porfyr.

3) Vid östra stranden av Fjätälven väster om Lisselåvallen (ca 685600 - 136420): Här ligger den magnetiska ringen inte långt från älven. Några block som kunde tänkas indikera vilken bergart som bildar ringen kunde inte ses. En del stenar är troligen transporterade av isälvar.

4) Fjätälven, östra stranden (ca 6859267 - 1361462 och ca 100 m nedströms), ca 300 m innanför ringen: Talrika block av ofitisk diabas av Särnatyp, med 2–3 cm stora kristaller av pyroxen. Blocken är delvis kantiga (lokala?). I övrigt finns block av kvarts-fältspatporfyr. 100 m nedströms är diabasblocken störst (av meterstorlek). Oftast har blocken en susceptibilitet av ca  $5\text{--}6 \times 10^{-3}$  SI-enheter. Uppströms om de angivna koordinaterna finns endast få diabasblock. Befintliga block är här av porfyr och sandsten.

5) Fjätälven, östra stranden (ca 6859497 - 1360032), ungefär på ringen: Flera meterstora diabasblock, varav ett gav en extremt stark metallklang vid slag med hammaren.

6) Fjätälven, östra stranden (ca 6859953 - 1359588), ca 400 m norr om ringen: Färre och mindre diabasblock än vid lokal 5. Delvis relativt hög susceptibilitet ( $5\text{--}15 \times 10^{-3}$  SI-enheter).

7) Fjätälven, östra stranden (ca 6860617 - 1359649), ca 1 km norr om ringen: Flera diabasblock av upp till 1 m i diameter, delvis ofitiska ”pyroxenknottriga” på ytan. Susceptibilitet ca  $5\text{--}8 \times 10^{-3}$  SI-enheter.

8) Fjätälven, östra stranden (ca 6866529 - 1358301), ca 7 km norr om ringen: Här finns block av Dalasandsten, men inte av diabas.

9) Öster invid Fjätälven (6863812 - 1357054): Hällar av Dalasandstenens konglomerat, med lagring som stupar ca  $10^\circ$  mot  $315^\circ$ . Mest porfyr i klasterna ( $\leq 2 \text{ dm}$ ), varav de flesta är rundade men en del kantiga.

10) Ca 100 m öster om Fjätälven (6863566 - 1357384): Strökornsrik kvarts-fältspatporfyr i en ca  $2 \text{ m}^2$  stor hällkant. Grundmassan är rödbrun, finkornig till tät. Hällen ligger norr om den magnetiska ringen.

11) Ny väg norr om Flovallen (6859239 - 1362609): Flera block av mörk, strökornsrik kvarts-fältspatporfyr (Dalaporfyr). Liknar Porfyrverkets ”Blårot” (se T. Lundqvist och Svedlund 2008, nr 9). Stuff TL 08: 02. Lokalen ligger nära utanför den magnetiska ringen.

Slipprov av stuff TL 08: 02, strökornsrik porfyr: Textur: Porfyrisk, rik på ca 5 mm stora strörkorn av både kvarts och fältspat. Glomeroporfyriska kristallanhopningar finns. Matrix är mikro- till kryptokristallin. Mineralsammansättning: Strörkorn: Albit, omvandlad till sericit och karbonat, ofta idiomorf. Vidare finns strörkorn av kvarts med korrosionsbukter, samt av lätt brunpigmenterad pertitisk alkalifältspat som visar karbonatomvandling. Pertiten innehåller otydliga mikroklinvillingar. Underordnat finns också strörkorn av ljus glimmer (muskovit?), späckad med opakmineral, samt brunröda, halvopaka mineralaggregat (hematit/limonit). Det kan röra sig pseudomorfoser efter pyroxen, hornblände eller biotit. Även apatit och zirkon bildar relativt stora kristaller. De är åtminstone delvis tidigt bildade, eftersom de finns som

inneslutningar i fältspatströkornen. Grundmassan består mest av kvarts och alkalifältspat, samt sekundär sericit och karbonat.

12) Nära Flovallen (6857365 - 1363793): I grustaget, som ligger på den magnetiska ringen, finns ett ca 0,5 m stort block av en svartvitträd kalkrik bergart, som möjligen kunde tänkas vara en karbonatit hörande till det alkalina Särnamassivet. Stuff TL 08: 01.

Slipprov av stuff TL 08: 01, kalkcementerad sandsten, alltså inte någon (Särna)karbonatit:

Textur: Klastisk, med kantiga eller lätt rundade, ca 0,1–0,5 mm stora klaster av mer eller mindre starkt undulös kvarts och fältspat i en karbonatmatrix som korroderar klasterna.

Mineralsammansättning: Huvudmineral till väsentliga mineral: Kvarts, mikroklin och albitrik plagioklas. Mikroklin överväger starkt över plagioklas.

Karbonat bildar matrix mellan kvarts- och fältspatkornen. Ådror av karbonat förekommer också.

13) Tjärbacksvägen (6852517 - 1363610): Talrika block av grå, grovt kvartsporfyrisk "Floporfyr". Lokalen ligger alldeles intill den magnetiska ringen.

14) Vägkröken nordväst om Ol-Hansblästan (ca 685160 - 136240): Endast enstaka block av "Floporfyr". Platsen är belägen på den magnetiska ringen.

15) Ca 1,5 km VNV Storbäcksvallen (ca 6849060 - 1365815): Häll av strökornsrik kvarts-fältspatporfyr (Dalaporfyr) med mörkt brunviolett, tät grundmassa. Hällen ligger utanför den magnetiska ringen.

16) Väster om Storbäcksvallen (6848323 - 1366078): Block av kvarts-fältspatporfyr lik föregående. Lokalen ligger sydost om den magnetiska ringen.

17) Nordost om Malbäcksvallen (6847715 - 1365963): Dalasandsten i häll. Skiktning ca 5–10° mot väster (270°).

18) Ca 3,4 km NNO om Tyskvallen (6856390 – 1357146), Observation TNT070094: Häll av kvarts-fältspatporfyrisk dacit. Susceptibilitet 0,4–0,7 x 10<sup>-3</sup> SI-enheter.

19) Observation RBN074017, 6857454 - 1363127: Gråaktig porfyr. Petrofysiska egenskaper: Densitet 2651 kg/m<sup>3</sup>, susceptibilitet 0,02–0,04 x 10<sup>-3</sup> SI-enheter. Kalium 4,8–5,3 %, uran 4,8–6,3 ppm, torium 21,3–22,5 ppm.

## Den geofysiska bilden

Den magnetiska strukturen som är föremål för denna undersökning är bara en del av ett ganska komplicerat anomalimönster i ett annars strukturlöst bakgrundsfält. I flygmätta data ser den ringformade magnetanomalin ut som en i stort sett obruten, enkel ring. Markmätningarna visar emellertid att den är sammansatt av flera smala, parallella anomaliryggar som tillsammans har en bredd på ca 250 till 350 meter (fig. 5). Bilden motsvarar väl en gångansamling som förorsakas av en basisk bergart. Två enklare tyngdkraftsprofiler över ett tvärsnitt av magnetanomalin visar att ringen åtföljs av ett relativt massöverskott. Figur 6 visar ett modelltvärsnitt genom anomaliringen längs den streckade linjen i figur 1. Innanför den stora anomaliringen kan man identifiera minst två koncentrisk segment som med all sannolikhet har samma ursprung som den stora ringen. De

magnetanomalistråk som omger ringen är diabasgångar, som i de flesta fall är belagda genom hållobobservationer. Den starkaste anomalin i väster i figur 6 förorsakas av en NV-diabas (Blekinge-Dalagenerationen). Gångarna är mer eller mindre brantstående. I de områden där man får ett fläckigt anomalimönster såsom, lokalt, nordväst och nordöst om ringen, kan man anta att signalementet orsakas av fläckliggande diabasgångar. Det östra ringsegmentet tangeras av en nordsydlig gång vars magnetiska överyta av allt att döma har ett mycket varierande djup. Denna gång är också gränsen mellan två block som har förskjutits mot varandra i vertikal led. Längs dess utbredning bryts kontinuiteten i vissa magnetiska strukturer, medan andra passerar utan förändring. Den till 1460 miljoner år daterade Bunkrisgången skärs tvärt av, medan BDD-gången ca 6 km norr därom tycks vara obruten. Den sistnämnda tangerar ringen i väster.

På den regionala nivån skär diabaserna genom både Dalasandstenen och den äldre porfyrberggrunden. Skillnaden i magnetisering mellan ”porfyrfönstrets” bergarter och den omgivande Dalasandsten är minimal. Kontakten syns inte i magnetfältsdata. Därför är det anmärkningsvärt att magnetfältet i porfyrenheten innanför ringens avgränsning är tydligt svagare än utanför. Genom filtrering av magnetfältsdata kan de delar av totalfältet som förorsakas av djupt belägna skikt separeras ut. På så sätt kan man följa denna fältförsvagning till mer än 5 000 meters djup, medan den negativa anomalin i sårnaitkomplexet väster därom snabbt flackar ut.

Flygmätta elektromagnetiska data kompletterar magnetfältsbilden genom att porfyrenheten tydligt går att avgränsa mot sandstenen p.g.a. den stora skillnaden i signalrespons. Detta beror i mycket på att sandstenslagren ligger mer eller mindre horisontellt och inte visar samma uppsprickning som porfyrenhetens bergarter (fig. 7). I kartan har ritats in sträckningen av magnetanomalins maximala amplitud. Strax innanför löper en zon med låg elektrisk resistivitet (blåfärgade stråk), vilket antyder existensen av en sprödzon. En sådan kombination, att en diabasgång åtföljs av en lågresistiv zon på endera sidan, är mycket vanlig i Dalarna. Peakerkartan i figur 7 avslöjar också de koncentriskt löpande lågresistiva zonerna (=sprickzonerna) utanför anomaliringen (tunna svarta linjer i figur 1). Ett sådant spricksystem har med all sannolikhet sin orsak i en uppåtriktad, punktformig tryckbelastning på djupet. Enligt den ur VLF-data framräknade, skenbara elektriska resistiviteten har bergarterna innanför anomaliringen en lägre resistivitet än porfyrfönstret i övrigt (fig. 8). Detta område sammanfaller med den negativa anomalin på magnetkartan. De få hållblottningar som finns innanför anomaliringen ger inte tillräcklig information om någon litologisk förändring som skulle kunna förklara skillnaden mot omgivningen. Möjligtvis ligger förklaringen på större djup. En antydning om att så är fallet ges av det uppmätta, relativa massöverskottet i porfyrfönstret, motsvarande maximalt ca 4 mGal, vilket inte kan förklaras med porfyrens låga medeldensitet på 2 632 kg/m<sup>3</sup> (fig. 9). Ett lokalt massöverskott befinner sig i centrum av ringen.

## Slutsatser av det geologiska arbetet

Blockobservationerna vid Fjätälven medger tolkningen att den magnetiska ringen orsakas av en (ofitisk) diabas av Sårnatyp. Även andra diabasgenerationer (motsvarande BDD- och Bunkris-Glysjögångarna) är i princip möjliga. Några blockanhopningar som kan sätta anomalin i samband med intrusion av alkalina Sårnabergarter (tinguaiter m.fl.) har inte påträffats.

En omständighet som kan vara av betydelse för tolkningen av berggrundens utveckling, och av den magnetiska ringformade anomalin, är att de porfyryer som finns i detta område ofta förefaller avvika från mer utbredda typer av porfyryer i utseende. De innehåller rikligt med kvartsströkorn och har dessutom en relativt grov grundmassa och en gråare färg i förhållande till porfyryerna runt Älvdalen och i Orsa finnmark. Också i jämförelse med Dalaporfyryer i Västerdalarna (området Malung–Lima–Rörbäcksnäs), sydväst om Mora (Leksberget) och väster om Idre, som innehåller strökorn av både kvarts och fältspat, finns olikheter. Porfyryerna kring östra delen av den magnetiska ringen har normalt större strökorn av kvarts och en mer tydligt kornig grundmassa än dessa porfyryer.

Även i jämförelse med andra porfyryer som finns i fönstret vid Särna, längre ifrån den magnetiska ringen, förefaller det kunna finnas viktiga olikheter. Dessa porfyryer verkar (t.ex. norr om Veksjön vid ca 685310 - 134180, på toppen av Skönsåsen vid ca 684900 - 136060 och öster om Kringelsfjorden vid ca 685495 - 134970), liksom de flesta av porfyryerna i Västerdalarna, i många fall ha mindre kvartsströkorn och mer finkornig (tätare och mörkare, mer rödbrun) grundmassa än de ofta grå porfyryer som finns i håll och block invid östra delen av den magnetiska ringen. Det skall dock nämnas att vårt underlag här är ofullständigt, och att det krävs mer ingående undersökningar för att klarlägga utbredningen av de olika porfyrytyperna.

Om de antydda olikheterna mellan porfyryerna i östra delen av den magnetiska ringen och andra porfyryer i fönstret skulle bekräftas, framstår det som en möjlig tolkning att den magnetiska ringen skulle kunna markera gränsen för en central kropp ("plugg") av en ytnära granitisk/kvartsporfyrisk intrusion som tillhör Dalaporfyryerna och Dalagraniterna. Ringen skulle då kunna innebära förekomsten av en caldera eller en liknande kollapsstruktur, på engelska benämnd *cauldron subsidence*. Intrusionen kunde tänkas åtföljas av en basisk eller intermediär, magnetisk magmabergart som intruderat i nära anslutning till porfyrvulkanismen i form av en konisk gång (engelska: *cone sheet*). Detta skulle betyda att den basiska gångbergarten är av samma ålder som porfyrvulkanismen. Ett starkt indicium för förekomsten av en sådan mer basisk magmatyp är den lokala tyngdkraftsanomalin, men också det koncentrisk spricksystem som så tydligt visas i elektromagnetiska data och i vilket magnetanoamaliringen bara utgör en av många ringformade (koniskt anordnade?) svaghetszoner. Emellertid är det fullt möjligt att den struktur som idag syns som en kraftig ringanomal, i likhet med andra koncentrisk zoner i närheten, har existerat som en öppen svaghetszon fram till någon av perioderna för de daterade diabasintrusionerna.

Om ringen hör ihop med Dalaporfyrvulkanismen bör porfyrfönstret i sandstenen öster om Särna kunna ha sitt ursprung i ett höjdområde som anlagts genom dombildning för 1 700 Ma sedan, drygt 200 Ma före Dalasandstenens avsättning. Därvid kunde svaghetszoner ha uppkommit i berggrunden, och vissa av dessa kunde ha utnyttjats vid senare diabasintrusioner. Skulle ringen bero på magmaintrusioner av någon av de kända diabasgenerationerna, kan existensen av fönstret vara orsakad av en höjning av berggrunden under eller efter sedimentationen, dvs. vid ca 1 460, 1 260 eller 980–950 Ma. En permokarbonisk höjning i samband med den alkalina magmatismen i området förefaller mindre sannolik.

## Maskingrävningar i områdets jordarter

Grävning 1 (6850820 - 1359315) i södra delen av ringen: Ca 4,5 m homogen sandig morän på > 1 m sedimentartad grusig morän, alternativt korttransporterat isälvsgrus. Kraftig framträngning av vatten i det undre grusiga lagret gjorde att gropen snabbt fylldes till områdets grundvattennivå, ca 4 m under markytan. Inget fast berg påträffades.

De flesta av de något rundade stenarna i gropen i moränen är av kvarts-fältspatporfyr av ”Flotyp”. Susceptibiliteten är ca  $3 \times 10^{-3}$  SI-enheter. Stuff TL 08: 06. Enstaka stenar är av en glimmerrik bergart av okänt ursprung (susceptibilitet ca  $2 \times 10^{-3}$ ). Stuff TL 08: 07 togs av den glimmerrika bergarten.

Grävning 2 (6858570 - 1363594), i nordöstra delen av ringen: Mer än 5,5 m sandig, homogen morän med hög stenhalt. Inget fast berg påträffades.

De flesta stenarna består av rosa sandsten(–kvartsit), mer underordnat också av diabas. Stenarna är något rundade.

Grävning 3 (6858395 - 1363645), i nordöstra delen av ringen: Mer än 5,5 m sandig, homogen morän. Inget fast berg påträffades.

Något rundade stenar, mest av sandsten (Dalasandsten) och kvarts-fältspatporfyr, samt diabas. Inget fast berg hade påträffats efter 5,5 m grävning. - På ytan invid grävplatsen finns ett block av en gropvittrande bergart som liknar diabaspegmatit och har hög susceptibilitet (ca  $22 \times 10^{-3}$  SI-enheter). Bergarten hör antingen ihop med Särnadiabaserna, eller (mindre troligt) med de alkalina Särnaintrusionerna.

Grävning 4 (6859403 - 1362524), i nordöstra delen av ringen: 3,5 m sandig, sedimentartad morän på minst ca 2 m isälvsand. Ingen skarp gräns ses mellan dessa lager, utan övergången är successiv mellan 3 och 4 m under markytan. Inget fast berg påträffades.

Stenar av grå och rödgrå kvarts-fältspatporfyr, sandsten (Dalasandsten) och diabas påträffades. Även här är stenmaterialet något rundat.

-----  
Förutom vid grävning 1 är moränen i området genomgående sandig med relativt låg blockhalt. Däremot innehåller den en relativt hög halt av mer eller mindre starkt rundade stenar av ett flertal olika bergartstyper. Detta talar för att områdets morän är långtransporterad. Med stor sannolikhet är moränen även omlagrad och införlivad med morän och sediment som avsatts av äldre inlandsisar.

En inledande flygbildstolkning, där ingen förekomst av berg i dagen kunde påvisas, gav ett intryck av att mäktiga jordlager täcker berggrunden i det undersökta området. De utförda grävningarna styrker också denna tolkning. Även ca 6 km söder om ringformens nedre del, i dalstråket vid Särna, har brunnborrningar utförts i mycket mäktiga jordlager. I Särna finns även omfattande täktverksamhet i isälvsediment som täcks av morän (Svedlund 2006).

## Sammanfattning

Resultaten av våra geofysiska och geologiska undersökningar av Särnaringen kan sammanfattas i följande punkter:

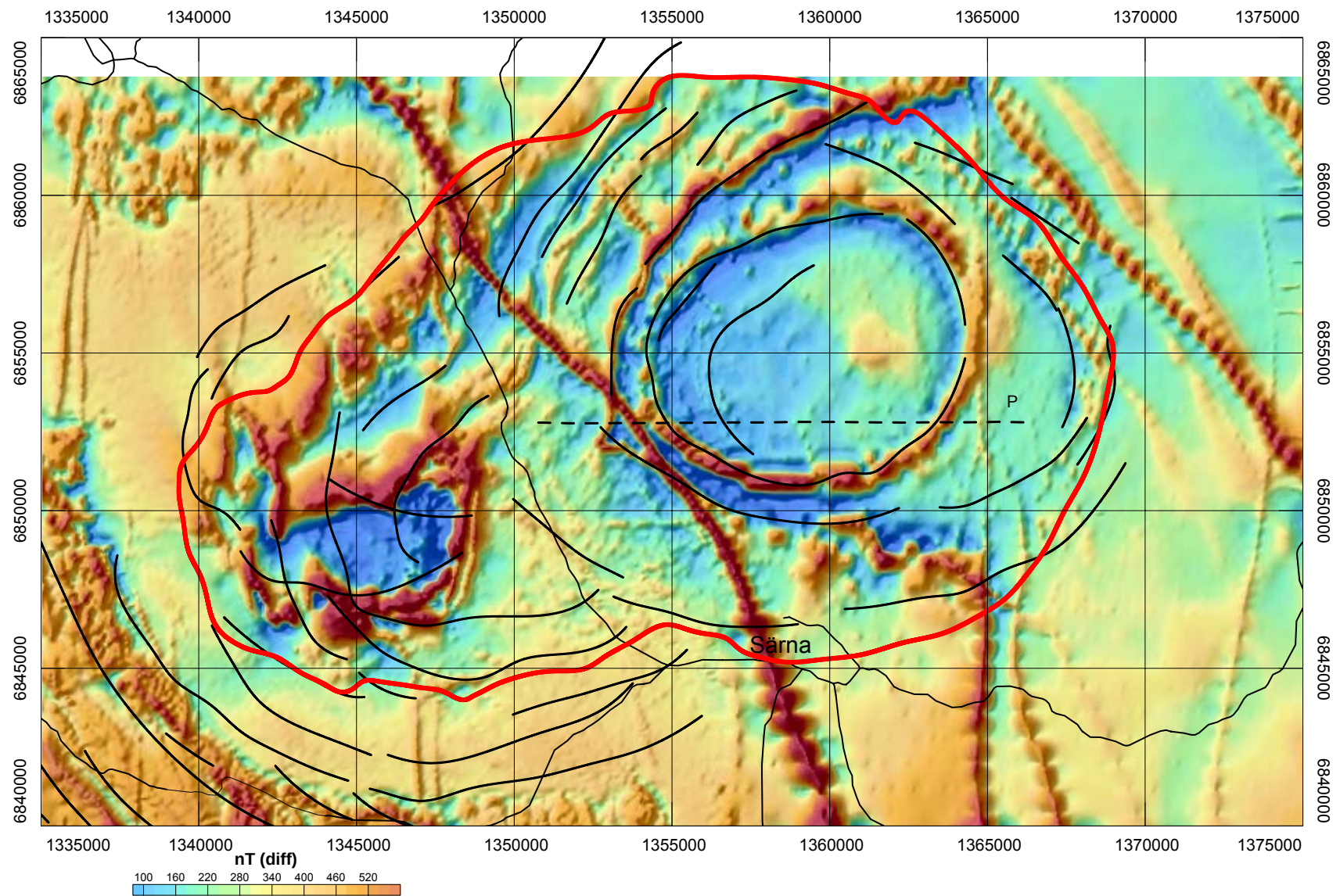
- 1) Geofysiska data (magnetometri och gravimetri) och modellberäkningar baserade på dessa pekar på att Särnaringen utgörs av diabas. Det går dock inte att säga vilken av norra Dalarnas minst tre diabasgenerationer det rör sig om.
  - 2) Fältgeologiska observationer ger ingen klar indikation på vilken bergart som ger upphov till den ringformade magnetiska anomalin. Vid Fjätälven i norra delen av ringen finns talrika diabasblock, vilket skulle kunna tala för att ringen består av denna bergart, så som geofysiska data indikerar. Vid ringens sydöstra del finns dock ingen motsvarande koncentration av diabasblock, däremot talrika block och stenar av relativt grov kvartsporfyr ("Floporfyr"). En sådan kvartsporfyr finns också inte långt från ringen i hållar längs Fjätälven.
  - 3) Maskingrävningar på östra delen av ringanomalin har inte nått ner till fast berg. Morän- och grustäckten där grävningarna gjorts har bedömts vara relativt tunt, men visade sig ha minst 5,5 m mäktighet.
  - 4) Ett samband mellan förekomsten av ett porfyrfönster i sandstenen kring Särna å ena sidan och den magnetiska ringen och det alkaliska Särnamassivet å den andra är möjligt. Den höjning i förhållande till sandstenen som porfyrfönstret kan ha undergått skulle kunna ha ett orsakssammanhang med dessa intrusioner, eller med endera av dem. Det förefaller dock mindre sannolikt att höjningen är permokarbonisk (likåldrig med Särnamassivet). En annan möjlighet är att höjningen skedde tidigt, medan porfyrvulkanismen var aktiv.
- Det är oklart om höjningen skett före eller efter sandstenens sedimentation. Området har så få hållblottningar att det inte kan konstateras om berggrunden påverkats av förkastningar i gränsen mellan sandstenen och porfyerna.
- 5) För att säkerställa vilken bergart som bildar berggrunden i ringanomalin måste kärnborrningar utföras. Dessa måste ske genom minst 5,5 m kvartära lager, och helst också fortsätta genom hela den magnetiska kroppen, dvs. genom minst 300 m fast berg.

## Litteratur

- Bylund, G. och Patchett, P.J., 1977: Palaeomagnetic and Rb-Sr isotopic evidence for the age of the Särna alkaline complex, western central Sweden. *Lithos* 10, 73–79.
- Delin, H. och Kübler, L., 2008: Kartområdena 15D Särna NO och SO. I Delin, H., (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2007. Bedrock mapping. Summary of ongoing activities 2007 with an introduction in English. *SGU-rapport 2008:24*, 170–183.
- Fredén, C., (red.), 2002: *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas, tredje utgåvan. 208 s. Sveriges Nationalatlas Förlag.
- Hjelmqvist, S., 1966: Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs län. Summary: Description to map of the Kopparberg County, Central Sweden. Med karta i skalan 1: 200 000. *Sveriges geologiska undersökning Ca* 40, 217 s.
- Hjelmqvist, S., 1976: *På geologisk upptäcktsfärd i Dalarna*. 79 s. Wallin och Dalholm Boktryckeri AB, Lund.

- Hjelmqvist, S., 1982: The porphyries of Dalarna, Central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 782*, 52 s., med appendix 54 s.
- Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. Petrology of the Gävleborg County in Central Sweden. Med kartor i skalorna 1: 200 000 och 1: 75 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba 22*, 303 s.
- Lundegårdh, P.H., 1997: Södra Härjedalens berggrund. I Gorbatshev, R., Kornfält, K.-A., och Lundegårdh, P.H.; Beskrivning till berggrundskartan över Jämtlands län. Del 1: Urberget, s. 203–248. Med karta i skalan 1: 200 000. *Sveriges geologiska undersökning Ca 53:1*.
- Lundqvist, J., 1951: Särnatinguaiterna och deras blockspredning. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 73*, 17–50.
- Lundqvist, J., 1997: The tinguait boulder fan in northern Dalarna, Sweden, and the Permo-Carboniferous rifting of Scandinavia. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 119*, 123–126.
- Lundqvist, T., 1968: Precambrian geology of the Los-Hamra region, central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ba 23*, 255 s.
- Lundqvist, T., 2001: De prekambiska bildningarna (urberget). Del I. I Lindström, M., Lundqvist, J. och Lundqvist, T.; *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Andra upplagan, andra tryckningen, s. 13–199. Studentlitteratur, Lund.
- Lundqvist, T. och Persson, P.-O., 1999: Geochronology of porphyries and related rocks in northern and western Dalarna, south-central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 121*, 307–322.
- Lundqvist, T. och Svedlund, J.-O., 2008: Provsamlingen i Älvdalens Nya Porfyrverk - geologiska beskrivningar. *SGU-rapport 2008:1*, 90 s.
- Lundqvist, T. & Svedlund, J.-O., 2009: Dokumentation av breccior och andra bergarter i norra Dalarna. *SGU-rapport 2009:1*, 59 s.
- Lundqvist, Th., Snäll, S. & Svedlund, J.-O., 2004: Berggrundsgeologiska nyheter i Siljansområdet. *SGU-rapport 2004:11*, 49 s.
- Lundqvist, T., Svedlund, J.-O., Snäll, S. och Jonsson, E., 2006: Älvdalens porfyrberggrund - nya observationer. *SGU-rapport 2006:23*, 56 s.
- Nyström, J.O., 1999: *Dalavulkaniternas bildning och tektoniska miljö. Origin and tectonic setting of the Dala volcanites. Slutrapport*. Sveriges geologiska undersökning projekt 03-889/96. 41 s.
- Nyström, J.O., 2004: Dala volcanism, sedimentation and structural setting. I Högdahl, K., Andersson, U.B. och Eklund, O., (red.): The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) in Sweden: a review of its character and evolution. *Geological Survey of Finland, Special Paper 37*, 58–70.
- Pulvertaft, T.C.R., 1985: Paleocurrent directions in the lower Dala sandstone, west central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 107*, 59–62.
- Svedlund, J.-O., 2006: Moräntäckta isälvsediment i Särna. *SGU-rapport 2006:18*, 9 s.
- Söderlund, U., Isachsen, C.E., Bylund, G., Heaman, L.M., Patchett, P.J., Vervoort, J.D. och Andersson, U.B., 2005: U-Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining

repeated mafic magmatism in the Fennoscandian Shield from 1.6 to 0.9 Ga. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150, 174–194.



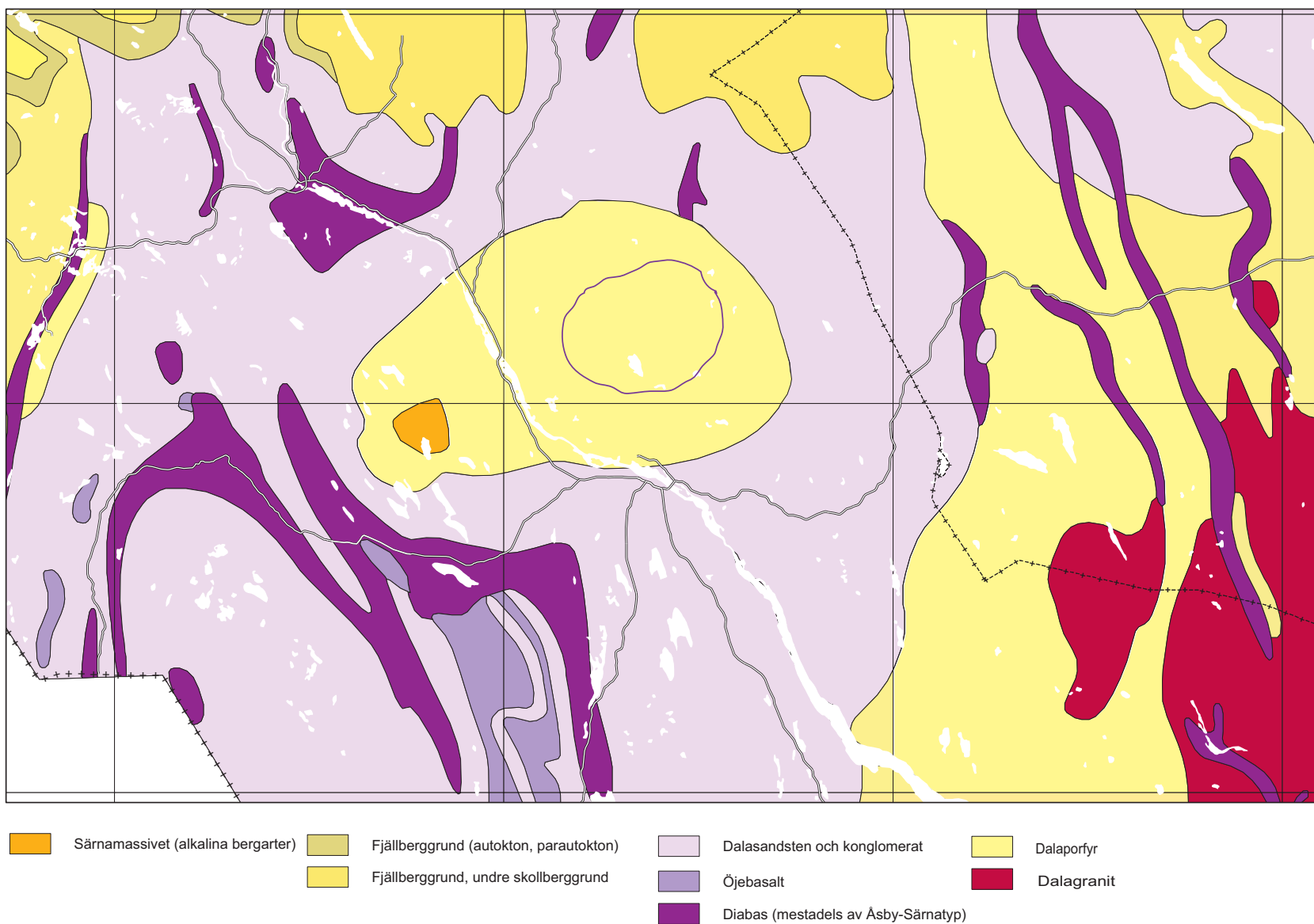


Fig.2. Berggrundskarta över området kring porfyrfönstret norr om Särna. Utsnitt ur berggrundskartan i Sveriges Nationalatlas (Fredén 2002)  
Mörkfärgad ring inom porfyrfönstret markerar den ringformade magnetanomalin.

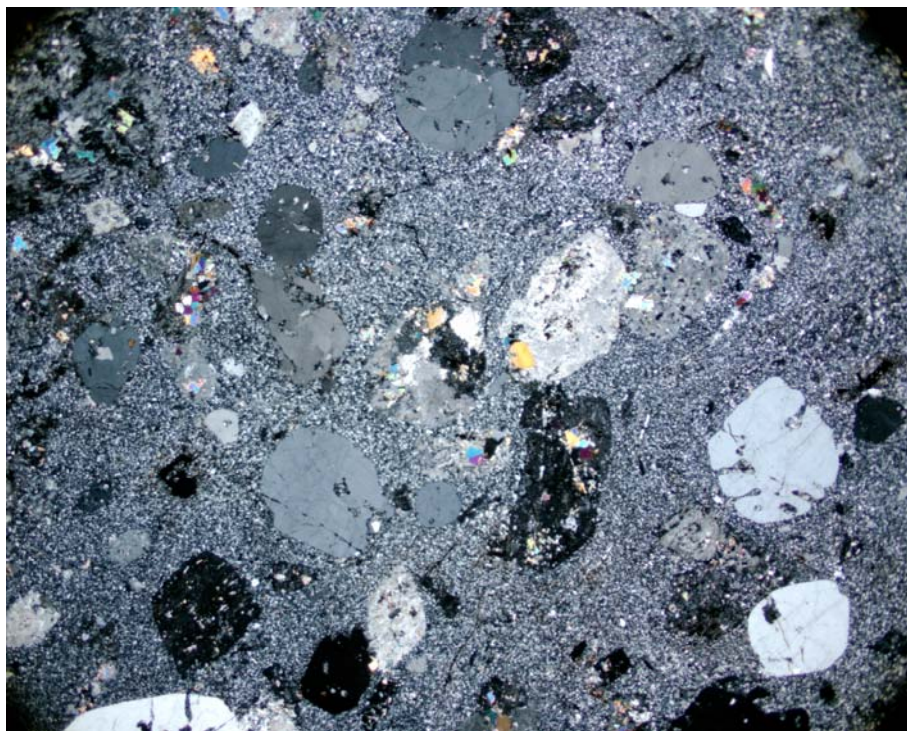


Fig. 3. Mikrofoto av porfyr ("Floporfyr") från häll strax söder om bron över Fjätälven (stuff TL 06: 21). Ströckorn av kvarts, pertit och albit. Blå, röda och gula korn är muskovit. Bilden visar en yta av ca 12 x 15 mm. Korsade nicoler. Foto Sven Lundqvist, SGU Uppsala.



Fig. 4. Detalj av mikrofotot i fig. 3, visande ett korroderat kvartsströckorn med tendens till bipyramidal kristallform. Kornigheten i grundmassan framträder tydligt. Bildyta ca 3 x 4 mm. Korsade nicoler. Foto Sven Lundqvist, SGU Uppsala.

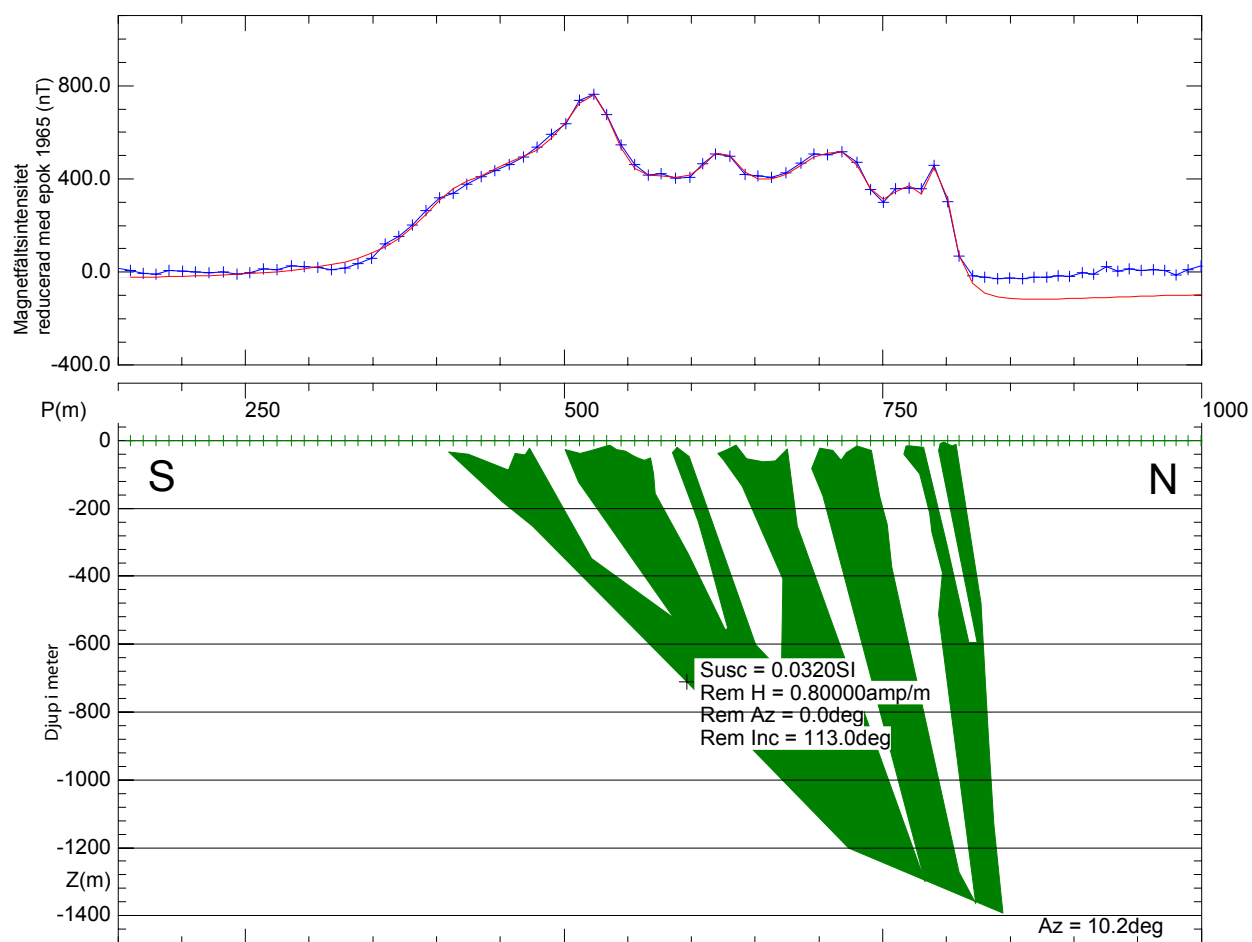
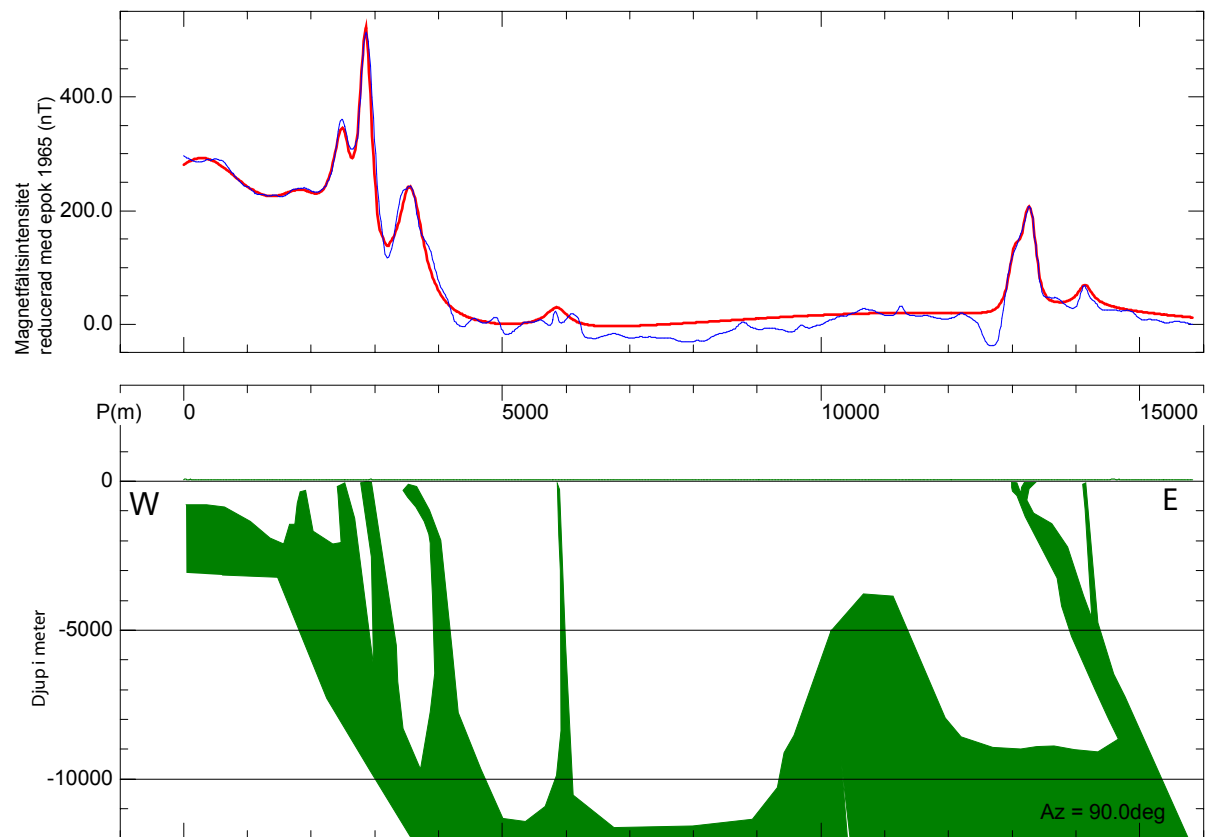
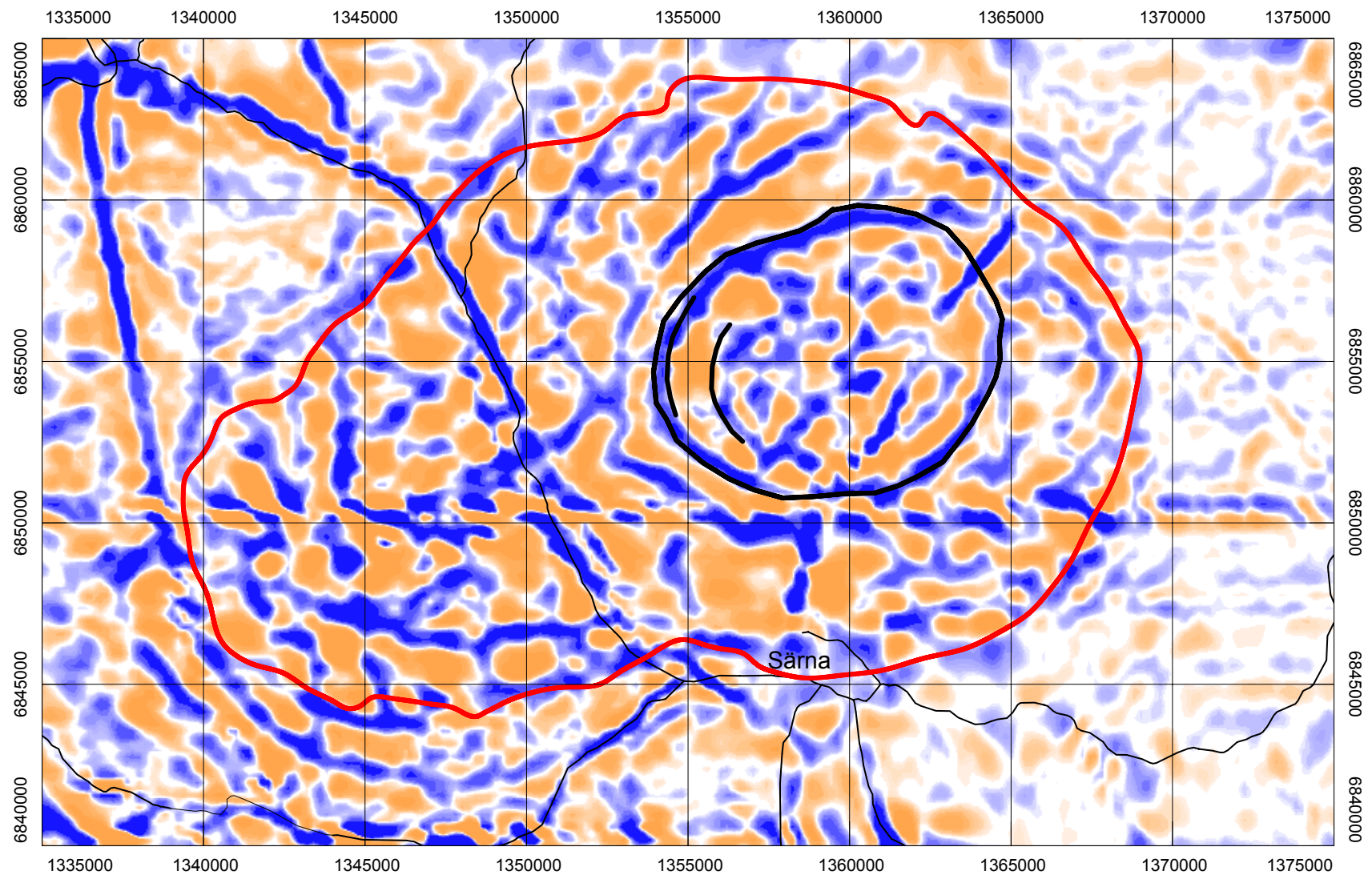


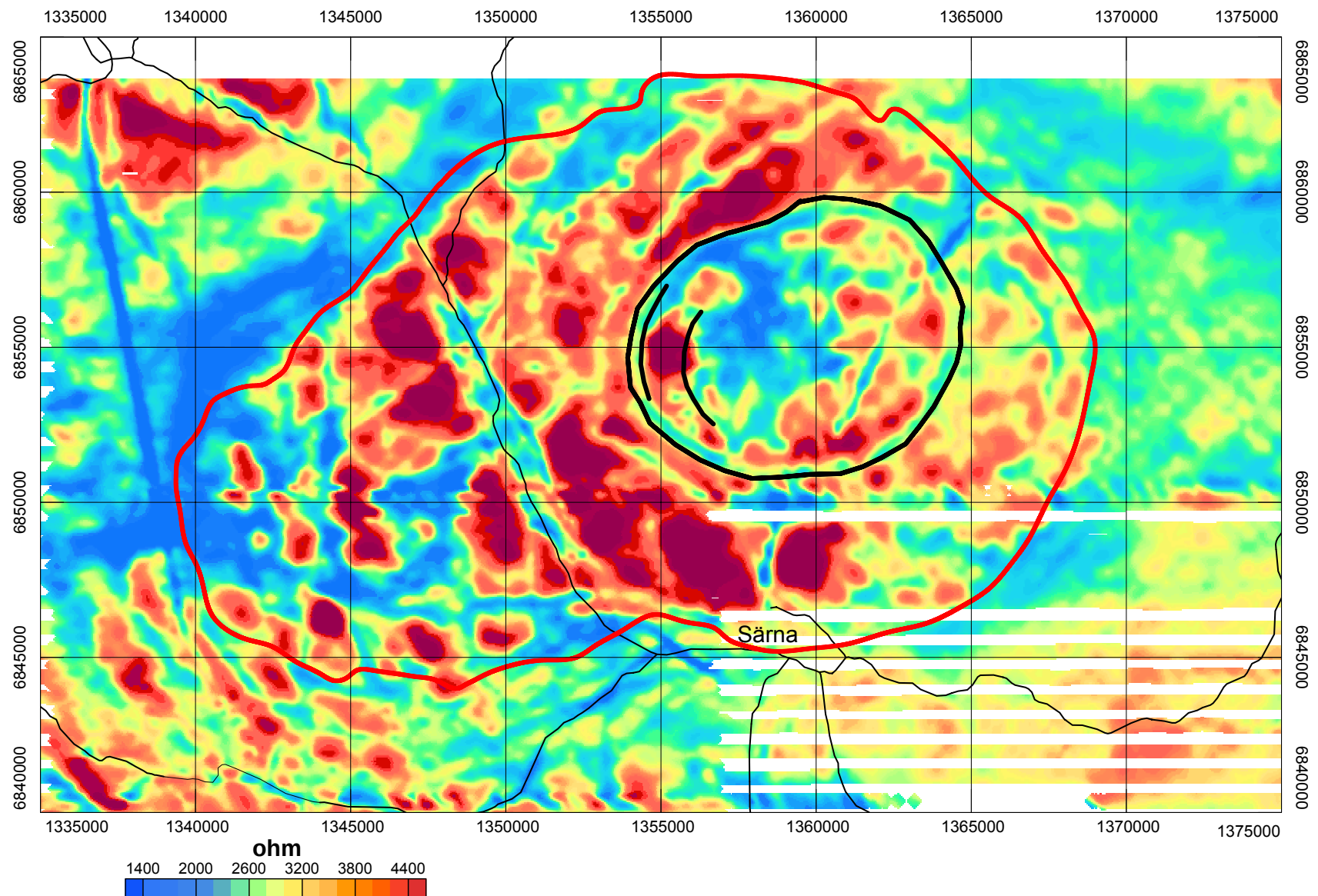
Fig. 5. Inversionsmodell baserad på ett tvärsnitt av Särna-ringens magnetfältsanomali. Markmätta data längs en profil i nord-sydlig riktning. För beräkningen har antagits att den basiska kroppens susceptibilitet är ca  $3000 \times 10^{-5}$  SI-enheter och den remanenta magnetiseringen i storleksordningen 0,8 A/m. Riktningen och stupningen för den sistnämnda är 1800 respektive 670.



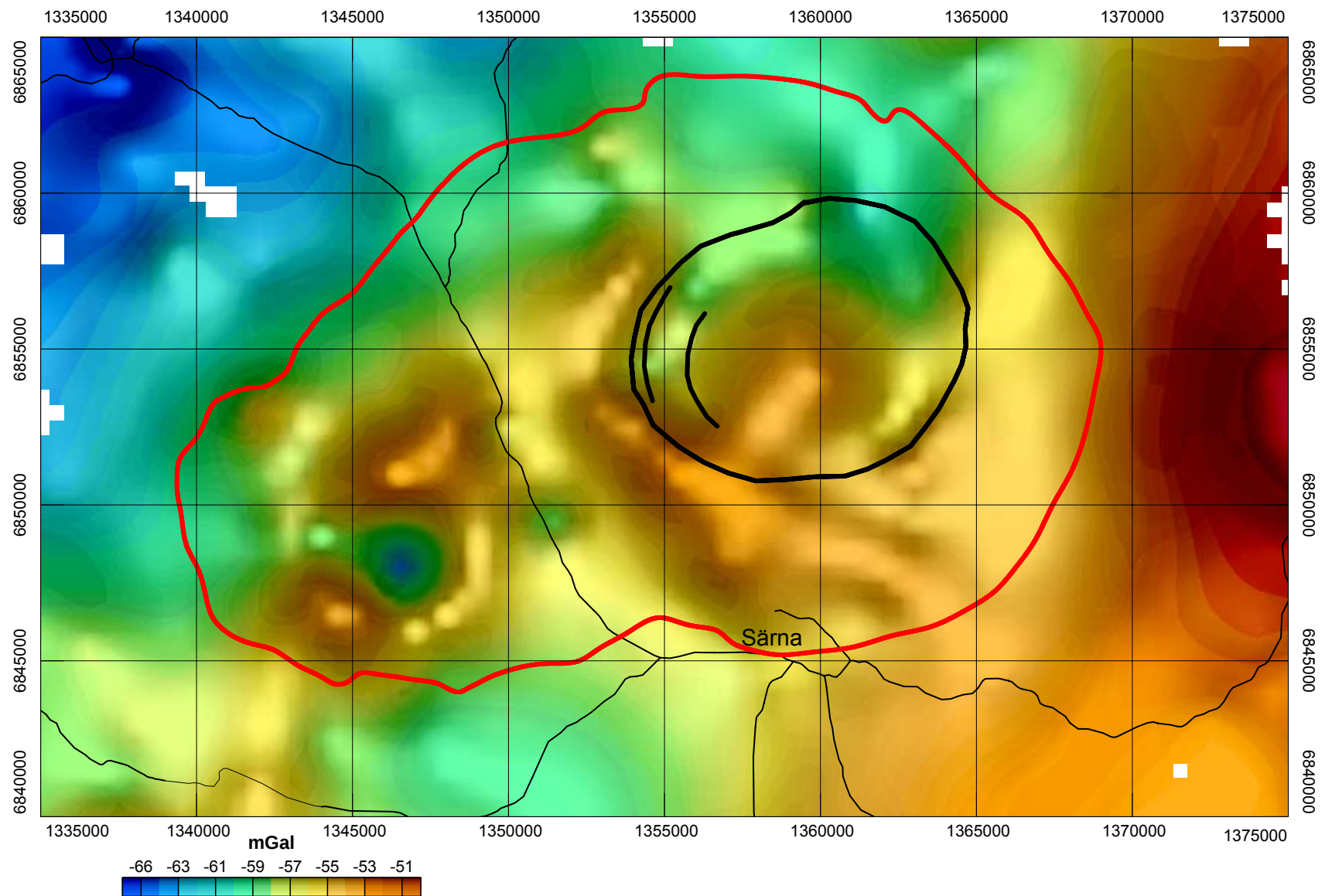
6/W(É(ð^fUbc/\_^c ] \_TUV Qf Udd dfYbc^ydd Qf CÝb^Q'bl^WU^(D\\ RUBÝ[ ^Y^WU^ XQb Q^fÝ^dc V iW ] ÝddQ  
 ] QW^UdvÝdcTQdQ \Ý^Wc U^ îcd' fÝcdVW `b\_V\ î fUb c î TbQ XYVdU^ Qf Q^\_ ] Q\ibl^WU^(CU VWeb ě  
 Vîb `b\_V\U^c \ÝWU(CQ ] ] Q ] QW^Udvc[Q UWU^c[Q`Ub c\_ ] Vîb ] \_TUVU^ Y VWeb ğ(



6'W è( C([(`UQ[Ub[QbdQ(6'iW ]ÝddQ UUU[db\_]QW^Ud/c[Q TQdQ(6î b [QbdQ^c [ ^cdbe[d/ ^XQb TU UUU[db\_]QW^Ud/c[Q c/W^Q\Ub^Q VbB^ dfB \_V[Q F<6'cÝ^TQbU Q^fÝ^dc( CfQbd b/^W ]\_dcfQbQb {YWUd Vtb b/^WQ^\_]QV^c ]Qh/']Q\Q Q`]Vdet( BîT V^ZU Q^WUb WbY^cU^ Vtb \_bVtbVî^cdUdYCYb^Q(



6'W(e[;QbdQ c \_] f'cQb TU^ c[U^RQbQ UU[db'c[Q bUc'cd'f'dUdU^ Y\_ ] Qb[U^ 4U^ c[U^RQbQ bUc'cd'f'dUdU^ bY[^Qc VbQ ] ] UT XZY\` Qf UU[db\_] QW^Ud'c[Q F<6'TQdQ( CU\_S[cP VWeb'e( B'IT V^ZU Q^WUb WbY^cU^ V'ib \_bV'ibV'ib^cdbUd Y CYb^Q(



6\W(E/ ; QbdQ i fUb di ^WT[bQVdcV\YdUd( CfQbd bi^W \_] \_dcfQbQb \YWUd Vfb bi^WQ^ \_] QV^c \_] Qh^ \_] QVQ Q \_] \WdeT( B i T \V^ZU Q^WUUb WbY^cU^ V i b \_ \_bV i bV i ^cdbUd Y C Y b^Q( 1 fcdB^T Ud \_] U\Q^ \_] Yd^ e^ [dub^Q fQb/UbQb VbB^ e d\\ E i g [ \_] )