

Beskrivning till regional berggrundskarta över Kronobergs län

Nils-Gunnar Wik, Dick Claeson, Ulf Bergström,
Fredrik Hellström, Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Johan Jönberger,
Leif Kero, Lena Lundqvist, Sam Sukotjo & Hugo Wikman



Beskrivning till regional berggrundskarta över Kronobergs län

Nils-Gunnar Wik, Dick Claeson, Ulf Bergström, Fredrik Hellström,
Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Johan Jönberger,
Leif Kero, Lena Lundqvist, Sam Sukotjo & Hugo Wikman

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7158-873-9

Omslagsbild: Stenbrott i hyperitdiabas, Duvhult. Foto: Dick Claeson.
Cover: Hyperite dolerite quarry, Duvhult.

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Tabergs Tryckeri AB

INNEHÅLL

Inledning	4
Syfte	4
Bakgrundsmaterial	5
Berggrundsgeologisk arbetsmetodik	6
Geofysisk arbetsmetodik	6
Berggrundsöversikt	9
Transskandinaviska magmatiska bältet, öster om Protoginzonen	11
Protoginzonen	13
Östra segmentet, Svekonorvegiska provinsen	14
Bergarternas fysikaliska egenskaper	15
Bergartsbeskrivning, strukturgeologi och metamorfos	21
Transskandinaviska magmatiska bältet, öster om Protoginzonen	22
Bergarter tillhörande det Transskandinaviska magmatiska bältet	22
Vulkaniska, subvulkaniska och sedimentära bergarter	22
Granitbergarter	24
Basiska bergarter	28
Karlshamnsgranit och Spinkamålagranit	29
Gångbergarter	32
Impaktstrukturer	32
Protoginzonen	33
Vulkaniska bergarter	34
Granitbergarter tillhörande TMB	34
Karlshamnsgranit	34
Syenit till kvartssyenit	34
Basiska bergarter	37
Gnejs	37
Östra segmentet, Svekonorvegiska provinsen	40
Övre nivån	41
Röd granitisk gnejs	42
Monzogranitisk ögongnejs	42
Basiska bergarter	42
Övriga bergarter	42
Undre nivån	42
Monzogranitisk ögongnejs (Hinnerydstyp)	44
Ådergnejs	48
Leukokratisk gnejsgranit	49
Granitisk gnejs av Tjärnesjö–Torpatyp	49
Syenit till kvartssyenit	51
Basiska bergarter	51
Naturresurser	56
Malmer och mineraliseringar	56
Industriella mineral och bergarter	56
Bergtäkter och strålning	58
Vattenförande sprickzoner	58
Summary	59
Tack	60
Referenser	61
Geologisk och geofysisk ordlista	65

Inledning

SYFTE

Sveriges geologiska undersökning (SGU) producerar geovetenskapligt underlagsmaterial för behoven inom bl.a. intresseområdena miljö, fysisk planering och naturresursförsörjning för länsstyrelser, kommuner och andra intressenter. Underlagsmaterialet utgör samtidigt en kunskapsbas om Sveriges geologi som förenar doku-

mentation av olika geologiska material och deras geografiska utbredning med kunskap om deras bildning och utveckling i tid och rum. Denna beskrivning av berggrunden inom Kronobergs län ingår i SGUs systematiska, berggrundsgeologiska kartläggning i regional skala (fig. 1) och utgör en del av informationsutbytet mellan SGU och dess omvärld. Genom sammanställ-

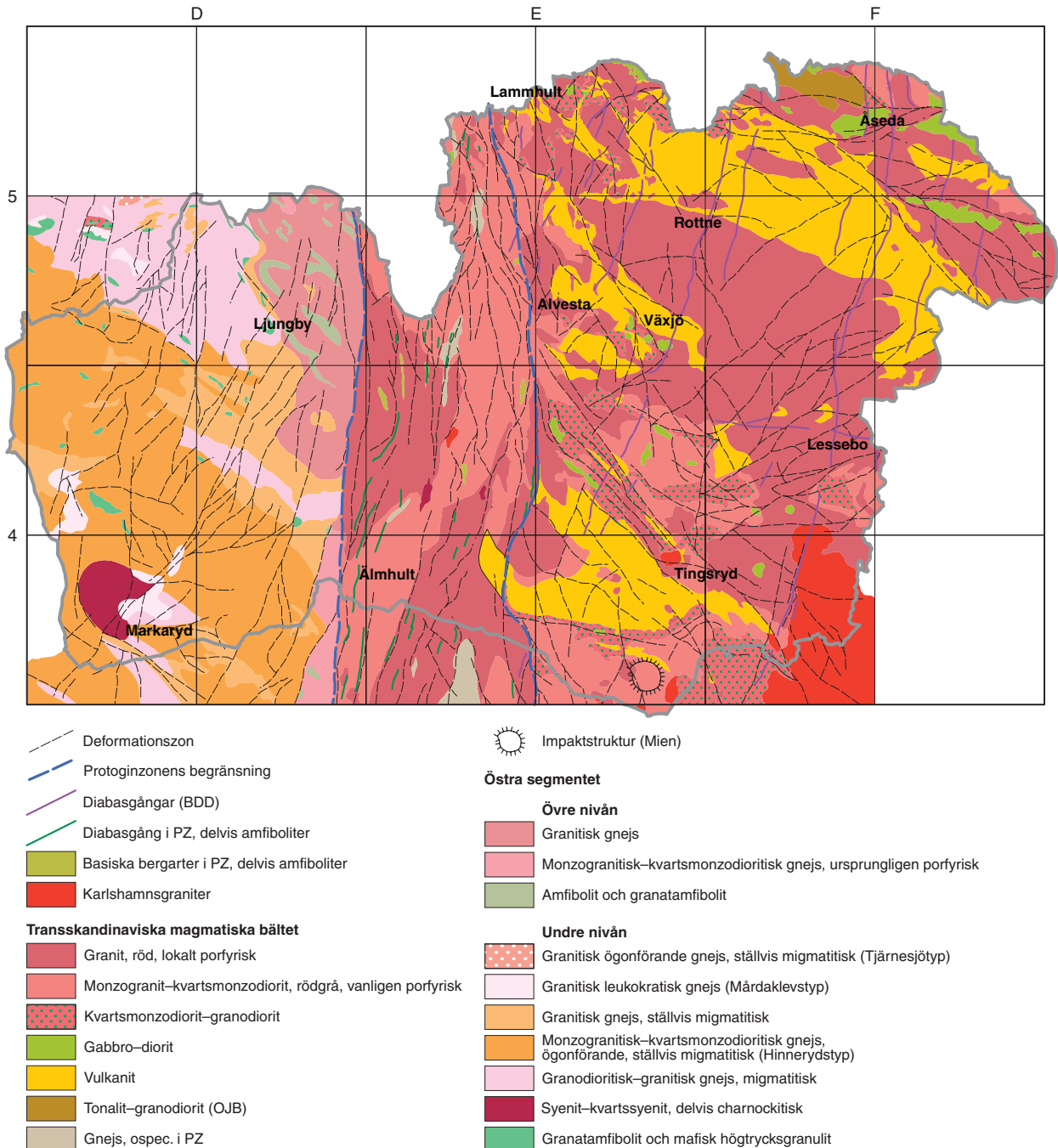


Fig. 1. Geologisk översiktsskarta över Kronobergs län med omgivning.
Geological map of the county of Kronoberg with surroundings.

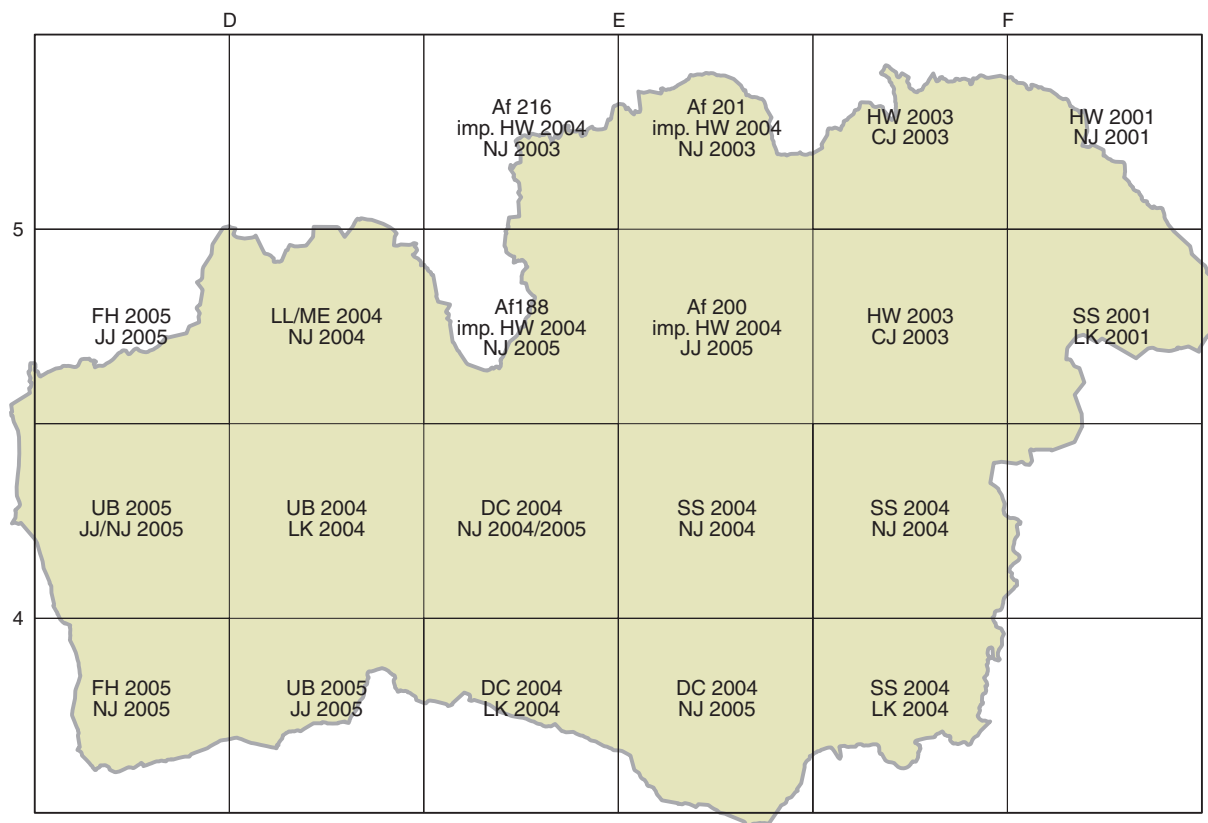


Fig. 2. Arbets- och ansvarsfördelning av den geologiska karteringen samt den geofysiska undersökningen. CJ= Cecilia Jelinek, DC= Dick Claeson, FH= Fredrik Hellström, HW= Hugo Wikman, JJ= Johan Jönberger, LK= Leif Kero, LL= Lena Lundqvist, ME= Magnus Ekdahl, NJ= Niklas Juhojuntti, SS= Sam Sukotjo, UB= Ulf Bergström. Imp.=implementering.

Work and responsibilities for the geological mapping and geophysical measurements.

ning av äldre och insamling av ny berggrundsgeologisk och geofysisk information har en översiktlig, regional kartdatabas skapats i skala 1:250 000. Informationen som här presenteras kan också göras tillgänglig i annan områdesindelning.

Ansvariga för den geologiska karteringen samt de geofysiska undersökningarna i respektive kartområde framgår av figur 2. Projektledare har varit Nils-Gunnar Wik.

BAKGRUNDSMATERIAL

Det geologiska bakgrundsmaterialet omfattar äldre geologiskt kartmaterial med beskrivningar, dagböcker och övrig dokumentation framtagen vid SGU samt publicerade forskningsresultat och rapporter från ett flertal universitet och Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). Äldre kartor och arbeten har publicerats av Hummel (1877a, b, c), Blomberg (1879, 1895), Holst (1879, 1893) och Lindström (1898). Moderna kartor i skala 1:50 000 finns för kartområdena 3E Karlshamn NO (Kornfält & Bergström 1986) och 5E Växjö (Wikman

1998, 2000). Provisoriska översiktliga berggrundskartor i skala 1:250 000 som täcker delar av Kronobergs län finns för Jönköping (Persson & Wikman 1986), Malmö (Wikman & Bergström 1987), Borås (Samuelsson m.fl. 1988) och Karlskrona (Kornfält & Bergström 1991). En delvis reviderad kartbild presenterades i samband med dokumentationen av malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län (Kornfält m.fl. 1990), och en översiktsstudie över länet har presenterats av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB; Thunholm m.fl. 1999). Övriga existerande databaser på SGU som använts som bakgrundsmaterial är databaser för dateringar, geokemiska analyser och olika typer av fyndigheter (malm- och industrimineral).

Det geofysiska grundmaterialet utgörs i första hand av vid SGU framtagna flygmätta geofysiska digitala data som visar berggrundens magnetiska egenskaper, elektriska ledningsförmåga och den naturliga gammastrålningen. Mätningarna har i samband med denna kartläggning kompletterats med markmätta tyngdkraftsdata. Befintlig petrofysisk och övrig information föreligger i digital form.

För ytterligare information om kartområdets geologi hänvisas läsaren till citerade publikationer i referenslistan samt till databasen GEOREGISTER, som finns på SGUs webbplats.

BERGGRUNDSGEOLOGISK ARBETSMETODIK

Efter inventering och kunskapsinhämtning ur tillgängliga publikationer har ny berggrundsgeologisk information framtagits genom kartläggning i fält och undersökning av representativa bergartsprovers mineralogi och geokemi. Mätning av den magnetiska susceptibiliteten samt av bergarternas naturliga gammastrålning har utförts direkt på håll, och bergartsprover har tagits för bestämning av densitet och magnetiska egenskaper. Åldersbestämningar har utförts på ett litet antal utvalda bergartsprover.

Den berggrundsgeologiska karteringen har utförts översiktligt på ett topografiskt kartunderlag i skala 1:50 000. Då slutprodukten är en regional kartdatabas medger karteringssättet endast punktinformation på håll i omedelbar närhet av tillgängligt vägnät. Antalet observationspunkter på respektive topografiska kartblad är bl.a. beroende av äldre kartmaterial, tillgängligt vägnät, blottningsgraden av hållar samt hur komplex berggrunden är. Detta innebär att antalet observationspunkter per topografiskt kartblad varierar betydligt.

Den berggrundsgeologiska och petrofysiska informationen lagras i SGUs databaser. Den geofysiskt insamlade informationen utgör ett underlagsmaterial för den berggrundsgeologiska kartbilden. Slutligen sammanställs länskartan i presentationsskalan 1:250 000. Det ska poängteras att produkten är översiktlig och inte avsedd för detaljplanering. Ytobjekt mindre än 250 m har i regel inte tagits med i den färdiga kartan. Delar av kartområdena 5E Växjö och 3E Karlshamn NO är integrerade i kartbilden, men eftersom dessa bygger på ett betydligt mer detaljerat material, är de också i denna kartbild mer detaljerade. Alla koordinater är angivna i rikets nät (RT 90).

GEOFYSISK ARBETSMETODIK

De geofysiska flygmätningarna över kartområdet utfördes under tidsperioden 1976 till 2002 av SGU. Mätningarna gjordes längs linjer i ost–västlig eller nord–sydlig riktning med 200 m linjeavstånd, fram till 1995 på 30 m flyghöjd med 40 m mellan mätpunkterna och därefter på 60 m flyghöjd med 17 m mätpunktsavstånd. Mätningen av kartområdet Växjö är av den äldre typen, i övriga områden är mätningarna huvudsakligen utförda efter 1995. Flygriktningen är ost–västlig inom

länets västra del samt i anslutning till Protoginizonen. Inom länets östra del är flygriktningen nord–sydlig.

Det magnetiska totalfältet, det elektromagnetiska fältet (VLF-mätning) och den naturliga gammastrålningen registrerades samtidigt med den radarhöjd flygplanet hade vid mätögonblicket. Det förstnämnda är ett s.k. potentialfält, vilket ger möjlighet till filtreringar av data med metodik väl beprövad inom matematik och fysik. Den radiometrisk mätningen registrerar gammastrålningen från det naturliga radioaktiva sönderfallet, som ger möjlighet att beräkna halterna av kalium, torium och uran. Radium- och aktivitetsindex, som bl.a. används av byggnads- och anläggningsindustrin, kan beräknas från dessa halter.

Lägesnoggrannheten för flygmätningarna är av storleksordningen ± 10 m i sida och längd. Variationer i t.ex. magnetihalt på enstaka promille kan registreras. Inom kartområdet finns bergarter med upp till och mer än 1 % magnetit. Därför kan man mycket detaljerat redovisa den variation som föreligger både i nivå och läge. De minsta högstrålande objekt som kan spåras längs flyglinjerna är av storleksordningen ett par kubikmeter.

Underlagsmaterialet filtreras på olika sätt och sammanförs med eventuell hållinformation och från Lantmäteriet erhållna geografiska data. Ett antal lokaler för geofysiska fältundersökningar väljs med utgångspunkt från i första hand de magnetiska mätningarna och gammastrålningsmätningarna, och i andra hand från de elektromagnetiska mätningarna och tyngdkraftsmätningarna. Befintliga berggrundskartor användes för att optimera fältuppföljningarna. Detta gör att man kan välja lättillgängliga berghållar som kan förklara de geofysiska anomalierna. Därmed kan resultaten av de geofysiska flygmätningarna användas för tolkningen av berggrunden, även inom jordtäckta områden. Vid anomaliuppföljning med handburen gammaspktrometer erhålls halterna av kalium, uran och torium. Dessa data jämförs med resultaten från flygmätningarna, i syfte att bedöma utbredningen av bergarter med likartade strålningsegenskaper (fig. 3). Mätning av susceptibiliteten direkt på håll utförs och bergartsprover tas för bestämning av densitet och magnetiska egenskaper. Kunskap om bergarternas fysikaliska egenskaper bidrar till tolkningen av berggrundens uppbyggnad under jordlager och på större djup.

Tyngdkraftsmätningar har gjort det möjligt att mer exakt modellberäkna observerade magnetfälts- och tyngdkraftsanomalier. Totalt har drygt 1 600 mätningar utförts inom länet, ca 1 100 av SGU under åren 1978 och 2002–2004, de resterande av Lantmäteriet. SGUs mätningar har under åren 2002–2004 koncentrerats till områden där tidigare mätningar visade anomalier och gradienter i tyngdkraftsfältet, exempelvis i anslut-

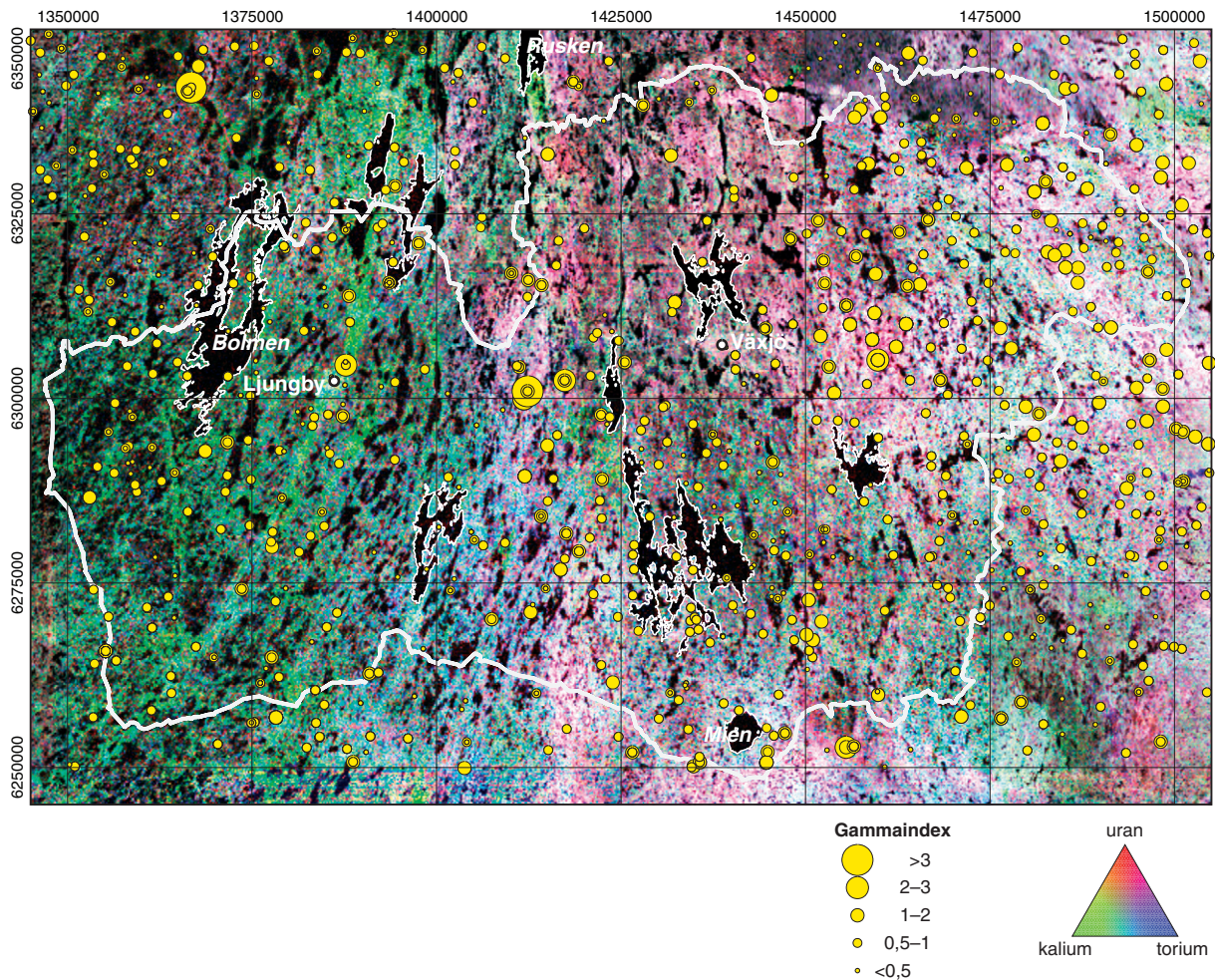


Fig. 3. Färgkompositbild visande beräknad fördelning av kalium, uran och torium vid markytan i Kronobergs län, baserad på flygmätning. Ljus ton markerar hög intensitet av total gammastrålning.

Map showing the distribution of the radiometric elements potassium, uranium and thorium, in the county of Kronoberg with surroundings. The map is based on airborne measurements.

ning till Protoginizonen. Detta för att få mer detaljerad information om de tektoniska rörelserna och även information från djupare delar av berggrunden.

Om magnetfält- och tyngdkraftsdata kombineras är det möjligt att göra en god uppskattning av den tredimensionella utbredningen av vissa typer av bergarts-kroppar ned till flera kilometers djup.

En ny bearbetningsmetodik, baserad på VLF-data från två sändare, gör det möjligt att skapa en riktningsoberoende resistivitetskarta som visar markens skenbara ledningsförmåga (Becken 2000, Persson & Daniels 2002). I denna karta kan vattenförande krosszoner i berggrunden, elektriskt ledande bergartsled och i gynnsamma fall variationer i jorddjup studeras (fig. 4). Mätningarna kan dock störas av exempelvis kraftledningar.

Det magnetiska mönstret inom områden med relativt magnetiska graniter visar den spröda tektonik som har påverkat berggrunden, tydligast öster om Protoginizonen. Även väster om Protoginizonen framgår den

spröda tektoniken mycket tydligt (fig. 5). Inom Protoginizonen ingår även kraftigt omvänt magnetiserade nord-sydliga diabasgångar i det magnetiska mönstret. Orienterade prover av diabas möjliggör lokalisering, bredd- och stupningsbestämningar i förhållande till den magnetiska anomalibilden. Det magnetiska mönstret visar berggrundens regionala strukturer och utgör en grund för tolkningen av dess deformationshistoria.

Detaljerade markmätningar har genomförts över några magnetiska anomalier som påvisats vid flygmätningarna, varvid bl.a. bredd och djup för gångbergarter som innehåller magnetiska mineral med olika typer av remanent magnetisering har dokumenterats.

Erhållna mätresultat sammanställs och jämförs med bergartsklassificeringen och lagras i databaser som ett slutgiltigt geofysiskt, berggrundsgeologiskt relaterat underlagsmaterial.

De magnetiska strukturerna framträder tydligt och visar både de storskaliga, regionala dragen och en

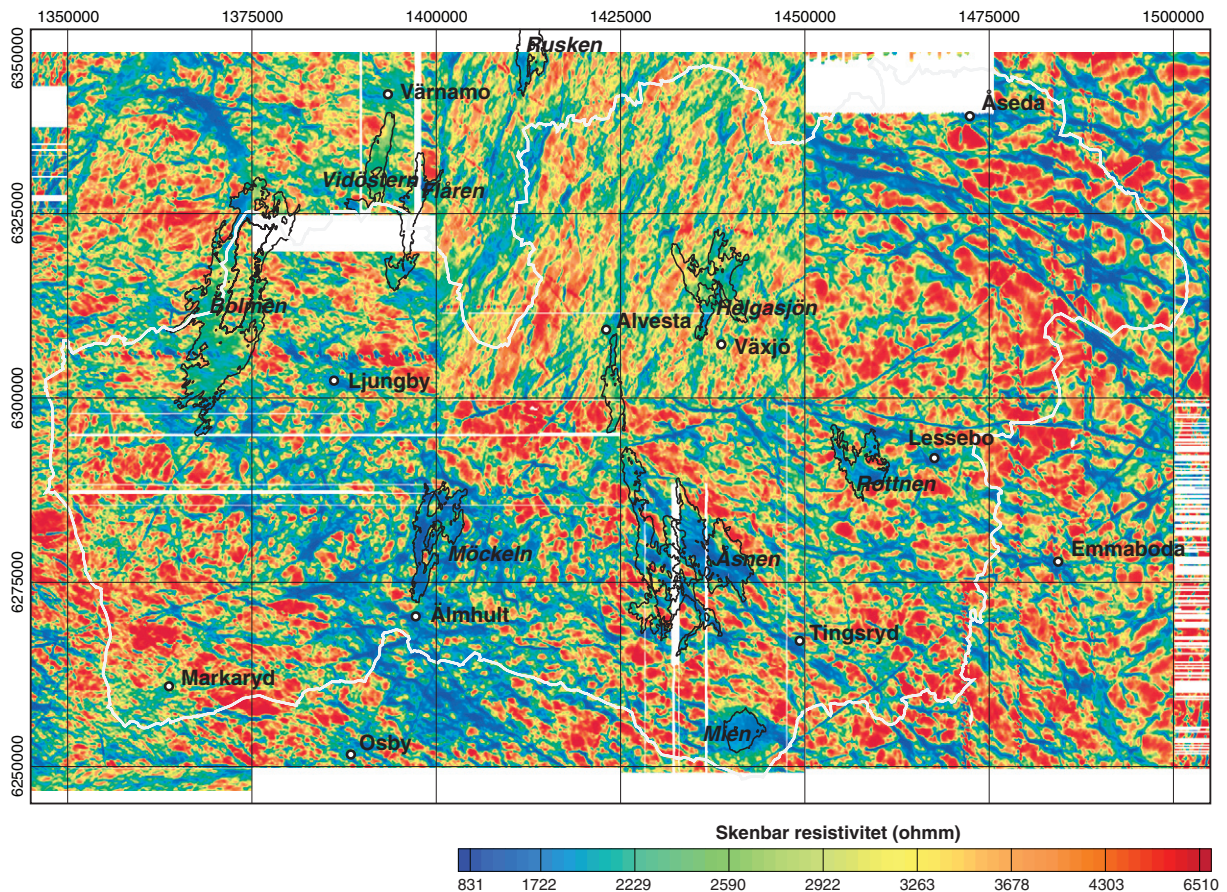


Fig. 4. Karta över skenbar resistivitet.
 Map of apparent resistivity.

mycket hög detaljeringsgrad som är svår att visualisera i den regionala skalan. Filtreringsmöjligheter av potentialfälten ger delprodukter som väl kan belysa de geologiska frågeställningarna, med en rikedom i detaljer som är bland det bästa som föreligger från geofysiska flygmätningar. Detta beror på insamlingsförfarandet, tätheten av mätpunkter och linjeavstånd, men även på att det inom länet generellt sett finns en tillräcklig magnetiserbarhet i berggrunden för att dessa strukturer ska kunna visualiseras till relativt stora djup.

De nya flygmättningsdata och den magnetfältrelaterade bergartsprovtagningen är helt nödvändig för att

göra en detaljerad beräkning av rörelsebelopp mellan de olika urskiljbara blocken. Kompletterande tyngdkraftsmätningar och mätning av relevanta bergartsprover som insamlats under denna kartering, tillsammans med de nya berggrundsgeologiska arbetena, har markant ökat förutsättningarna för att göra en mer sannolik beskrivning av den geologiska utvecklingen i södra Sverige. Berggrundskartan över Kalmar län (Wik m.fl. 2005a) och Jönköpings län (Wik m.fl. 2006) är de första kartor i södra Sverige där man haft tillgång till och försökt använda sig av detta geofysiska underlag.

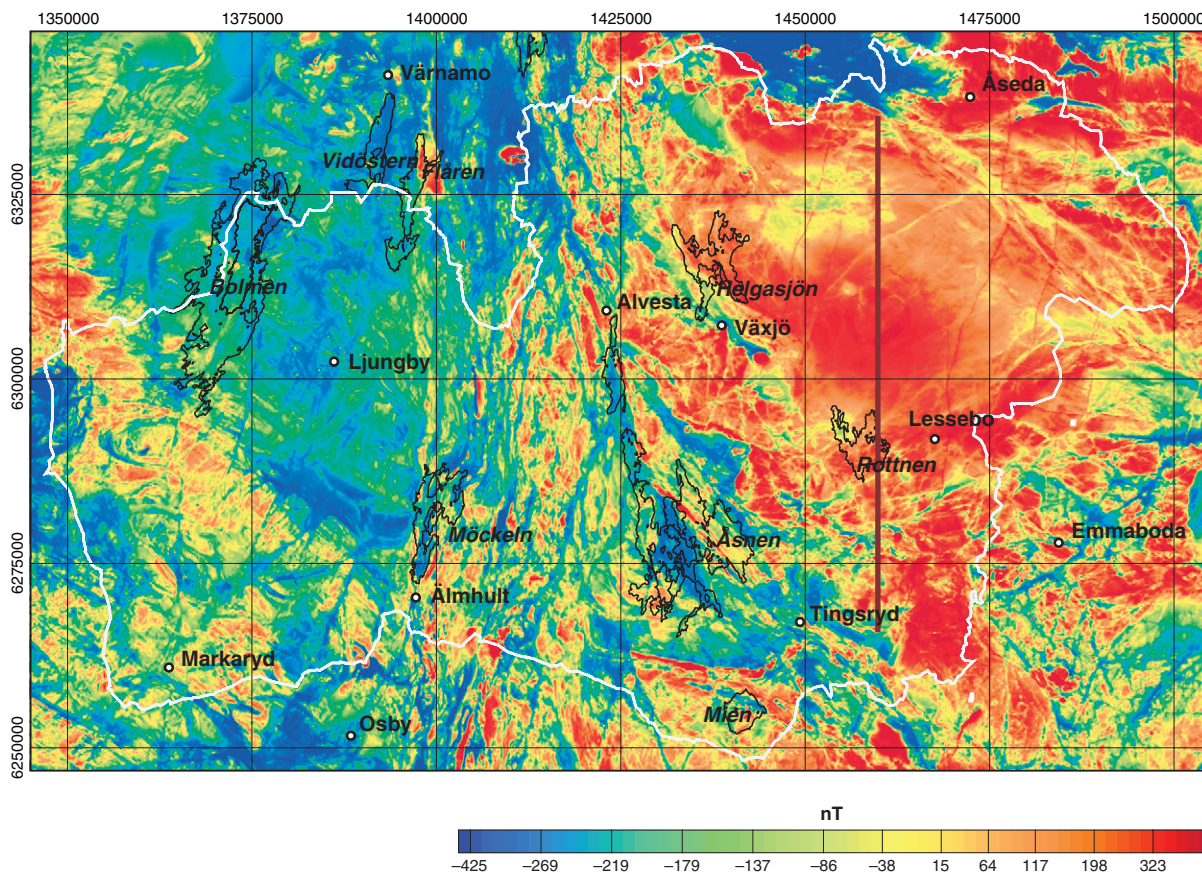


Fig. 5. Magnetisk anomalikarta över Kronobergs län. Läget för den geologiska modelleringen i figur 21 har markerats med en kraftig linje.
 Map showing the variation in the magnetic total field relative to the Earth's reference field (DGRF), in the county of Kronoberg. The location of the modelling in figure 21 is marked by a solid line.

Berggrundsöversikt

Berggrunden i Kronobergs län tillhör två skilda geologiska provinser. En bred zon med branta strukturer utgör ett gränsområde som sträcker sig i ungefärlig nord-sydlig riktning. Den kallas Protoginzonen och är en markant rörelsezona. Det östliga området tillhör det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB) och utgörs till största delen av välbevarade magmatiska bergarter. Västra delen av Kronobergs län tillhör den Svekonorvegiska provinsen. Där har berggrunden genomgått kraftig deformation och metamorfos under kontinentkollision och bergskedjebildning, och bergarterna har till största delen omvandlats till gnejser av olika slag. I ett större sammanhang hör de svekonorvegiska bergskedjebildande processerna i sydvästra Skandinavien samman med bildningen i neoproterozoisk tid av en mycket stor kontinentmassa, kallad Rodinia (jfr Dalziel 1997). På kartan sker ett grundläggande skifte från en litostratigrafisk indelning (dvs. baserad på bergarternas sammansättning och ålder) av berggrunden i

TMB till en tektonostratigrafisk indelning (baserad på bergarternas strukturella läge och metamorfa karaktär) av berggrunden i den Svekonorvegiska provinsen väster om Protoginzonen. Strukturellt och tektoniskt hör egentligen också Protoginzonen till den Svekonorvegiska provinsen.

De geofysiska mätningarna påvisar skillnader mellan de båda områdena i det magnetiska mönstret (magnetiska anomalikartan), i massfördelningen (tyngdkraftskartan), samt i fördelningen av spårämnen uran och torium (radiometriska kartan; fig. 3, 5, 6, 7). Den magnetiska anomalikartan visar med god precision utsträckningen av zoner som kan kopplas till deformation och rörelser i berggrunden. Nu vet vi var och även till viss del graden av påverkan, men inte när de olika zonerna bildats. Det är dock klart att zonerna har uppkommit och varit aktiva vid olika tidpunkter. Det magnetiska mönstret speglar den ackumulerade deformationshistorien i nuvarande erosionsnitt av berggrunden.

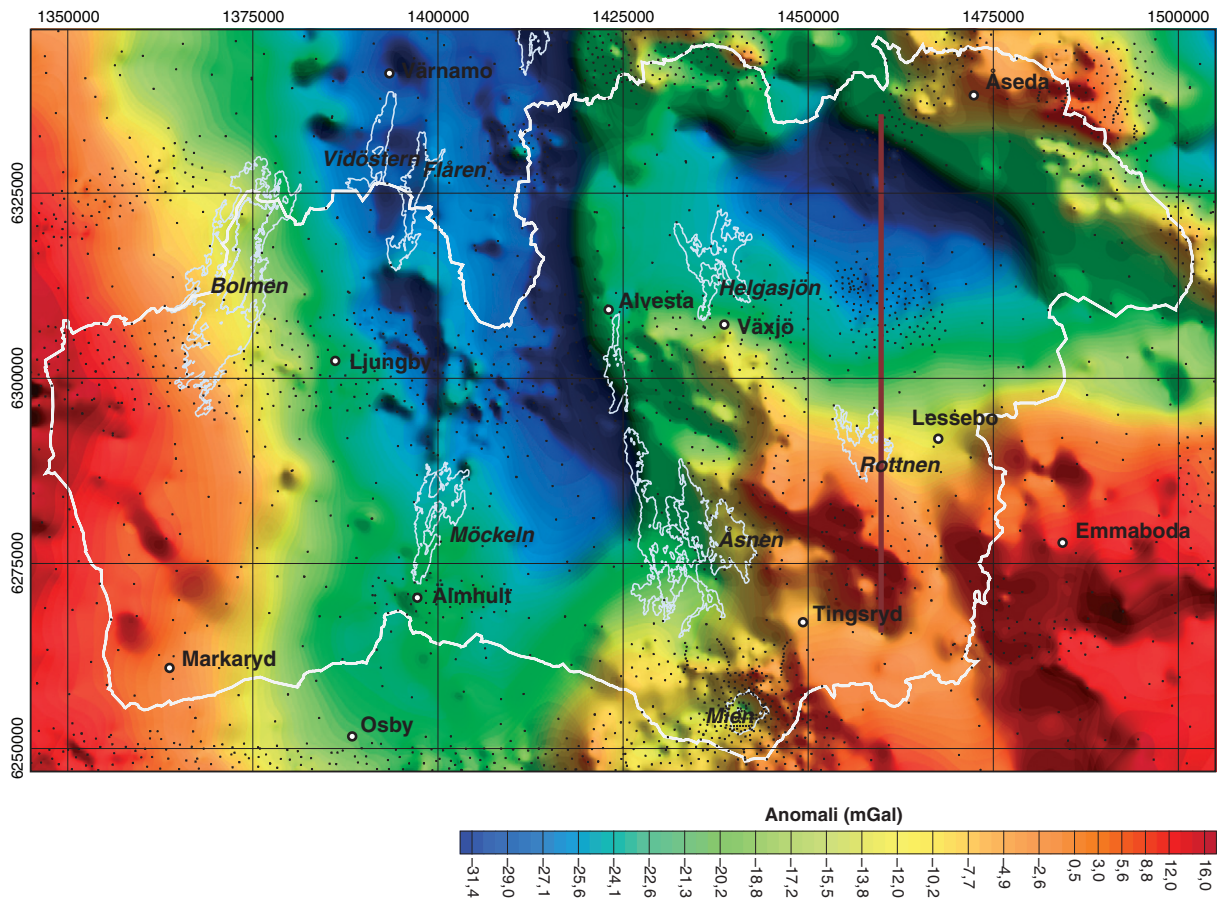


Fig. 6. Kartan visar variationer i tyngdkraftsfältet uttryckt som Bougueranomali för Kronobergs län. Mätavståndet varierar kraftigt inom området. Maximalt uppmätt densitetsvärde anges. Läget för den geologiska modelleringen i figur 21 har markerats med en kraftig linje.
 Map showing the variation in the gravity field, expressed as Bouguer anomaly, in the county of Kronoberg. The point separation for the gravity field measurements varies considerably within the area. The highest measured density values are presented. The location of the modelling in figure 21 is marked by a solid line.

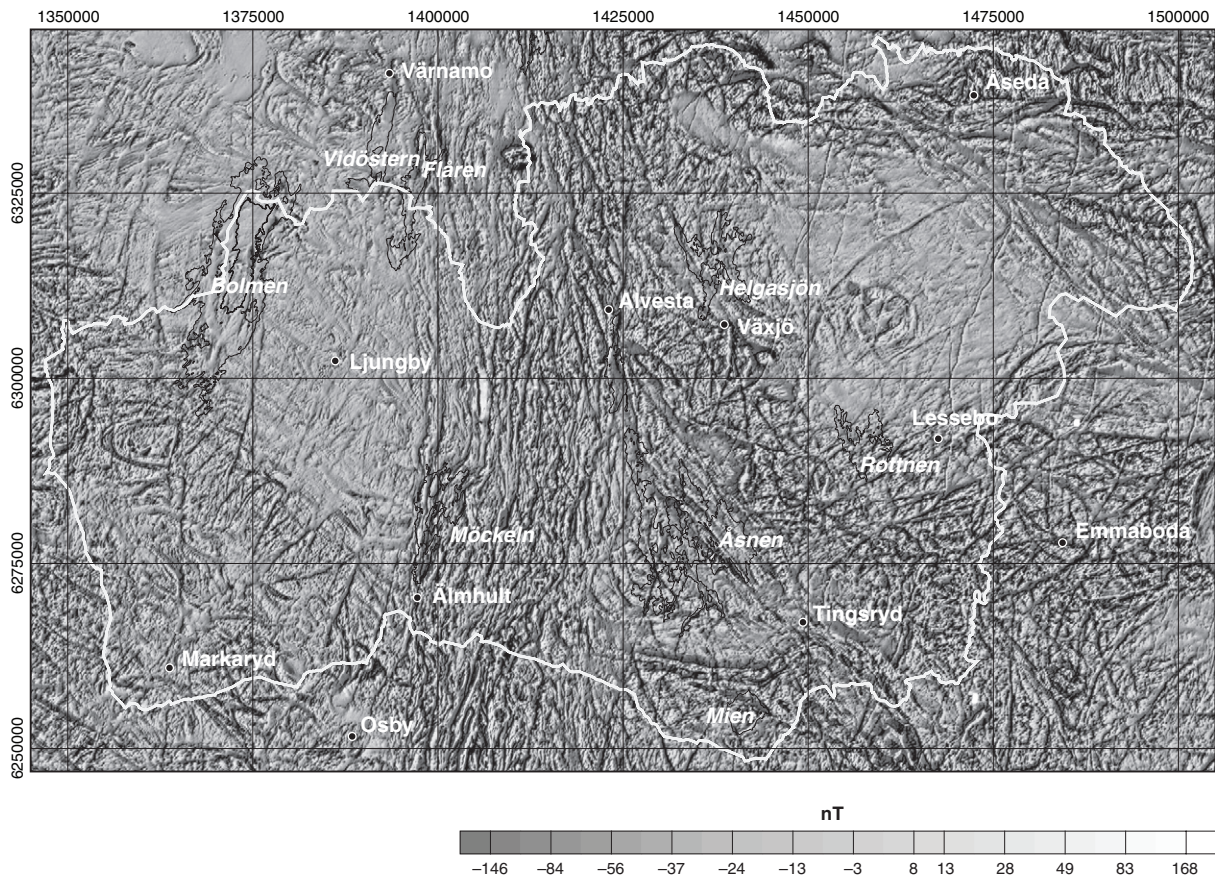


Fig. 7. Magnetfältet efter filtrering för att framhäva variationer med korta våglängder, vilka orsakas av relativt yt nära strukturer. *The magnetic field after filtering to enhance short-wavelength variations, where relatively shallow structures cause the variations.*

TRANSSKANDINAVISKA MAGMATISKA BÄLTET, ÖSTER OM PROTOGINZONEN

Berggrunden i den östra delen av Kronobergs län domineras av det Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB). Här ingår främst vulkaniska bergarter, allmänt kallade Smålandsporfyryr, och sura intrusivbergarter, kallade Smålandsgraniter. De vulkaniska bergarterna består till största delen av sura vulkaniter och underordnat av vulkaniter med intermediär till basisk sammansättning. De intrusiva bergarterna varierar i sammansättning från gabbro till alkalifältspatgranit. Röda och grå granit- och syenitbergarter dominerar bland intrusivbergarterna. Gabbrobergarter förekommer som mindre kroppar i de sura bergarterna. Kontaktorna mellan vulkaniter, gabbrobergarter och omgivande Smålandsgranit karaktäriseras ofta av magmablandningsstrukturer (fig. 8, 9). Flertalet bergarter är ca 1,80 miljarder år gamla. I området närmast intill och i Protoginzonen förekommer också yngre bergarter, även de tillhörande TMB, som bildades för 1,70–1,66 miljarder år sedan (t.ex. Wikman 1997, Claeson 1999).

Några skiljande särdrag för de båda generationerna har inte framkommit vid den översiktliga kartering som nu har utförts. Därför representeras alla TMB-bergarter av samma bottenfärg på kartan utan någon intern åldersindelning.

Det område som sträcker sig från Jönköping till Oskarshamn är ett brett bälte med heterogent fördelad plastisk deformation och kallas Oskarshamn–Jönköpingsbältet (OJB). Litologiskt domineras det av samma bergartstyper som i övriga TMB, men där förekommer också något äldre intrusivbergarter med en tonalitisk till granodioritisk sammansättning och vulkaniska bergarter av basaltisk till dacitisk sammansättning. Även sedimentära bergarter förekommer. Dateringar har visat att intrusivbergarterna inom OJB bildades för mellan 1,83 och 1,80 miljarder år sedan och vulkaniterna för ca 1,80 miljarder år sedan (Mansfeld 1996, Söderlund & Rodhe 1998, Åhäll m.fl. 2002, Wik m.fl. 2006), medan sedimentens depositionsåldrar är okända. På äldre kartor och i äldre litteratur betraktades berggrunden i OJB som svekofennisk, dvs. tillhörande det centralsvenska vulkaniska och magmatiska området i



Fig. 8. Magmablandning med enklaver av kvartsdiorit till diorit i grå, hybridartad granitoid, 5E Växjö SO (1f), 630518/142900. Foto: Hugo Wikman.

Magma mixing/mingling between quartz diorite to diorite and a light grey hybrid granitoid.

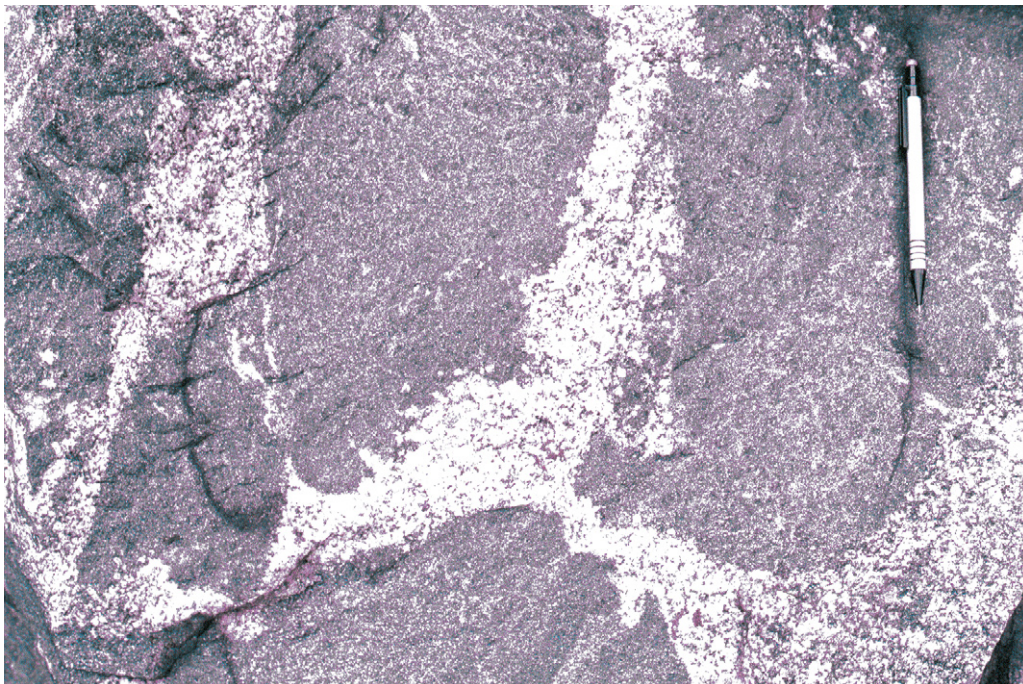


Fig. 9. Detalj från figur 8 som visar de runda, kuddlika kontakterna mellan de två bergarterna. Foto: Hugo Wikman.

Close-up showing rounded, lobate contacts from figure 8.

Bergslagen med omnejd (jfr Lundegårdh m.fl. 1985, Persson 1985, 1989, Mansfeld 1996). Emellertid har inga åldrar rapporterats som indikerar att det finns en svekofennisk berggrund i OJB. Befintliga geokronolo-

giska data tyder istället på att bergarterna tillhör en tidig fas av TMB. Plastisk till spröd-plastisk deformation har gett bergarterna en stråkvis folierad eller förskiffrad struktur. I stor såväl som liten skala (jfr fig. 5, 7) sveper

deformationsstråken runt linsformade domäner i vilka bergarterna bevarat sin ursprungliga struktur. Åt öster fortsätter deformationszonerna i vulkaniska och intrusiva bergarter typiska för TMB och sammanfaller med en kraftig tyngdkraftsgradient. I zonerna är den plastiska deformationen lika genomgripande i alla bergartstyper, vilket tyder på att deformationen är yngre än bildandet av TMB. Utanför deformationszonerna saknar även de äldre bergarterna, som är ca 1,83 miljarder år gamla, tecken på en regional deformation. Riktningen på deformationszonerna inom OJB varierar i allmänhet från ost–västlig till västnordvästlig och är vanligen brantstående. Det finns även deformationszoner som har en nordnordostlig riktning. Rörelseindikatorer i deformationszonerna antyder en sned, vänstervriden rörelse så att sydligt belägna bergartsblock också rört sig uppåt relativt de nordliga. Den magnetiska anomalikartan går att tolka som att samma deformationszoner fortsätter söder och väster om Vättern. Granodioriterna och tonaliterna inom OJB-bältet framträder delvis som lågmagnetiska anomalier. Där de magnetiska minima är kraftiga (fig. 5) indikerar de att samma bergart fortsätter ned till relativt stora djup. Inom Kronobergs län finns Åsedazonen (Skjerna 1992) som går att följa från Hok (6E 5 b) i ostsydostlig riktning mot Åseda (5F 7 e) och vidare mot Kalmar. Åsedazonen framträder tydligt på de magnetiska anomalikartorna (fig. 5, 7), resistivitetskartan (fig. 4) och på tyngdkraftskartan (fig. 6). Zonen utgör troligen den sydligaste utlöparen av de deformationszoner som karaktäriserar OJB.

En ca 10 km bred deformationszon, Åsnenzonen, stryker i nordväst- till nordnordvästlig riktning inom Kronobergs län. Den löper från Protoginzonen, öster om sjön Rymmen (5E 6 c), ned till sydvästra delen av kartområdet 4F Lessebo SV (och vidare in i Blekinge län). Åsnenzonen framträder tydligt på de magnetiska anomalikartorna (fig. 5, 7), resistivitetskartan (fig. 4) och på tyngdkraftskartan (fig. 6).

De flesta av de nordnordostligt orienterade diabasgångar som skär OJB och TMB, i många fall flera mil långa, tillhör troligen de s.k. Blekinge–Dalarnadiabaser, vars ålder är 0,97–0,94 miljarder år (Patchett 1978, Johansson & Johansson 1990, Söderlund m.fl. 2005).

PROTOGINZONEN

Protoginzonen är en av de största deformationszonerna i Skandinavien och kan följas från Skåne i söder till Värmland i norr och vidare in under de skandinaviska Kaledoniderna (fjällkedjan). Söder om Vättern utgör zonen den allra östligaste delen av den Svekonorvegiska provinsen och är en markant geologisk gränsszon. Protoginzonens karaktär och betydelse har varit ett veten-

skapligt debattämne ända sedan slutet på 1800-talet (t.ex. Gorbatshev 1980, Rodhe 1992, Wahlgren m.fl. 1994, Andréasson & Rodhe 1996).

Söder om Vättern markeras zonen av en kraftig negativ tyngdkraftsanomali (fig. 6) och av nord–sydligt strykande, distinkta magnetiska anomalier (fig. 5, 7). De magnetiska anomalierna indikerar att zonen är ca 25 km bred. Området sammanfaller med ett tydligt tyngdkraftsunderskott (fig. 6). Deformationsmönstret i berggrunden präglas av allt från mm- och cm-smala till hundratalet meter breda rörelsezoner i berggrunden, med starkt förskiffrade eller plastiskt deformerade bergarter (fig. 10). Dessa planstrukturer är vertikala eller brantstående. Mellan zonerna är bergarterna bättre bevarade och kan kännas igen som både TMB-bergarter, ofta med en penetrativ foliation, och yngre bergarter (se nedan). De nord–sydliga strukturerna varierar från spröda till plastiska och ses i samtliga bergartstyper. Merparten av dessa relativt unga deformationsstrukturer har bildats i samband med upplyftning av berggrunden i väster, under slutfasen av den svekonorvegiska bergskedjebildningen för ca 0,98–0,92 miljarder år sedan. Huvuddelen av berggrunden väster om Protoginzonen har tidigare utgjort mycket djupt liggande, metamorfa delar i en bergskedja. Från öster till väster över Protoginzonen är bergarterna successivt mer omvandlade (uppvärmda och upplyfta). Den metamorfa graden varierar från grönskifferfacies i öster till amfibolitfacies i väster.

Specifikt för Protoginzonen söder om Vättern är också nord–sydligt långsträckta kroppar av syenit och med den besläktade bergarter samt ett stort antal diabasgångar. Vaggerydsmassivet är den största enskilda syenitkroppen. Den har åldersbestämts (U-Pb-analys av zirkon) till 1,22–1,20 miljarder år (Ask 1996, Jarl 2002) och är likåldrig med en av diabasgrupperna i området. Åtminstone ytterligare två generationer diabas finns, ca 1,57 respektive 0,95 miljarder år gamla, varav den yngre bildades i slutfasen av den svekonorvegiska bergskedjebildningen (och även återfinns öster om den Svekonorvegiska provinsen). I Protoginzonen är de allra flesta diabaser brantstående och långsträckta i nord–sydlig riktning. Många av dem är svarta s.k. hyperitdiabaser. Kraftigt veckade amfiboliter är troligen diabas av äldre generationer.

Äldre, regionala deformationsstrukturer återfinns också i Protoginzonen. I sydligare delar av Protoginzonen har äldre strukturer observerats, exempelvis ost–västliga planstrukturer som blivit öppet veckade längs branta veckaxlar (Wikman 2000).



Fig. 10. Protoginzonsfoliation i ögonförande gnejsgranit av trolig TMB-ålder, 4E Tingsryd NV (6 e), 6284293/1421534. Foto: Dick Claeson.

Strong foliation in porphyritic gneissic granite related to the Protogine Zone.

ÖSTRA SEGMENTET, SVEKONORVEGISKA PROVINSEN

Berggrundssegmentet väster om Protoginzonen benämns Östra segmentet (av den Svekonorvegiska provinsen). I sammanhanget "Berggrunden i Kronobergs län" ter sig termen "Östra segmentet" ologisk. Termen används här eftersom den är etablerad och återfinns i de flesta berggrundsgeologiska beskrivningar av sydvästra Sverige (även i internationell litteratur: Eastern Segment, Berthelsen 1980). Med endast lokala undantag är berggrunden där genomgripande deformerad och omvandlad. Granitbergarter har förändrats till kraftigt gnejsiga graniter och gnejser, och basiska bergarter har helt eller delvis omvandlats till granatamfibolit eller snarlika metamorfa bergarter. I de centrala och västra delarna av Östra segmentet har bergarterna ådror av kvarts och fältspat som bildats genom en begynnande uppsmältning. Omvandlingen av Östra segmentet skedde under mycket höga tryck och temperaturer, då det för 0,98–0,95 miljarder år sedan utgjorde mycket djupt liggande delar av en bergskedja av Himalayatyp (dvs. bildad genom kollision mellan kontinenter). I slutfasen av denna bergskedjebildning lyftes berggrunden upp till yttligare nivåer och eroderades därefter. Beräkningar av temperatur och tryck för metamorfa bergarter från Östra segmentet (Småland, Halland och Skåne) har resulterat i värden mellan 620 och 770 °C samt

9 till 12 kbar (Johansson m.fl. 1991, Wang & Lindh 1996, Möller 1998, Söderlund m.fl. 2004). Eftersom trycket i berggrunden orsakas av ovanliggande bergmassor kan de beräknade trycken översättas till ett djup av 33–45 km.

De storskaliga strukturerna i Östra segmentet framträder tydligt på den magnetiska anomalikartan (fig. 5, 7). Berggrunden är bandad och veckad, med en huvudsaklig orientering av strukturerna i ost–väst till nordväst. Mönstret i den magnetiska anomalikartan återspeglar berggrundens bandade uppbyggnad samt gnejsiga strukturer. Båda är ett resultat av stark, plastisk deformation då bergarterna har förflyttats, pressats samman och sträckts. Inom Kronobergs län har storskaliga vecken en förhållandevis enhetlig geometri (jfr fig. 5). Vecken är uppräta eller något överstjälpta med flackt till måttligt stupande veckaxlar orienterade i ost–västlig till nordvästlig riktning. Yngre strukturelement är spröda (till plastiska) zoner (förkastningar och sprickor), orienterade i nordlig till nordostlig riktning, vilka skär och ställvis förskjuter det plastiska deformationsmönstret (jfr fig. 5, 7).

Granitbergarter som sannolikt tillhör TMB kan följas från Protoginzonen in i den östligaste delen, och strukturellt övre nivå, av Östra segmentet. Där är de emellertid starkt omkristalliserade och gnejsomvandlade. De är också veckade i samma uppräta storskaliga veckformer som övriga bergarter i Östra segmentet. Basiska

bergartskroppar, de flesta av okänd ålder, förekommer i riklig mängd och är vanligen heterogent deformerade och metamorfoserade. Vissa delar av kropparna kan bestå av välbevarad diabas eller gabbro, medan andra är starkt deformerade och fullständigt omvandlade, oftast till granatamfibolit. Det är sannolikt att en del av dessa basiska bergarter tillhör någon av de tre diabasgenerationer som man finner i Protoginzonen.

I större delen av Östra segmentet, väster om och strukturellt i en nivå under de gnejsgraniter som tolkats som omvandlade TMB-bergarter, dominerar ådergnejsjer med olika sammansättning. Huvuddelen av gnejserna har åldersbestämts med U-Pb-analys av zirkon till att vara 1,73–1,66 miljarder år gamla. Endast en gnejstyp är yngre, 1,40–1,37 miljarder år gammal. Ådergnejserna har vanligen en genomgripande, gnejsig struktur som ställvis innehåller isoklinalveck, men mindre omvandlade och mer massformiga domäner finns också. I den undre nivån förekommer också rikligt med basiska bergarter, de flesta granatrika. Den metamorfa graden är hög (övre amfibolitfacies) och även amfiboliterna innehåller ådror som bildats genom partiell uppsmältning. Liksom i den övre nivån förekommer diabas- och gabbrobergarter som har bättre bevarade delar med magmatisk textur. De har emellertid överallt genomgått partiell eller fullständig metamorf omkristallisation. Mot väster ökar den metamorfa graden upp till högtrycksgranulitfacies.

BERGARTERNAS FYSIKALISKA EGENSKAPER

Här beskrivs generella drag för de fysikaliska, och till viss del kemiska, egenskaper som undersökts vid berggrundskarteringen i Kronobergs län. Den kvantitativa beskrivningen baseras i första hand på laboratoriebestämning av densitet och magnetiska egenskaper samt på gammastrålningsmätningar på håll.

Som beskrivs ovan utförs även mätningar av den magnetiska susceptibiliteten direkt på håll vid samtliga besökta lokaler. Vidare har ca 490 bergartsprover tagits för laboratoriebestämning av densitet, magnetisk susceptibilitet samt styrkan och i vissa fall även riktningen av den remanenta magnetiseringen. Vid ca 500 lokaler har gammastrålningen mätts direkt på håll med gammaspektrometer och scintillometer.

Baserat på gammastrålningsmätningen beräknas först koncentrationen av elementen kalium, uran och torium samt därefter gammaindex och radiumaktivitet. Gammaindex baseras på koncentrationerna av kalium, uran och torium. Radiumaktiviteten (Bq/kg) beräknas genom att urankoncentrationen (i ppm) multipliceras med 12,35. Den radiometriska flygmätningen ger direkta uppskattningar av koncentrationen av radiome-

triska element vid markytan. Koncentrationerna som erhålls från flygmätningen är dock vanligen något lägre än de som uppmätts på håll. Detta beror på att värdena från flygmätningarna är medelvärden för en yta i storleksordningen några hektar, av vilken normalt endast en mindre del utgörs av håll och resten av material som normalt avger lägre strålning, exempelvis kvartära avlagringar.

För magmatiska bergarter kan allmänt sägas att densiteten ökar från sura (granit, granodiorit) via intermediära (kvartsmonzodiorit) till basiska bergarter (gabbro, diabas), medan kaliumhalten minskar (fig. 11, 12, 13, 14). Susceptibiliteten varierar, men är ofta högre för basiska bergarter än för sura. Det finns dock områden där magnetiseringen avviker tydligt från den trenden, vilket diskuteras nedan. Uran- och toriumhalterna i magmatiska bergarter varierar vanligen på samma sätt som kaliumhalterna.

Inom undersökningsområdet dominerar generellt den inducerade magnetiseringen, som är beroende av susceptibiliteten, över den remanenta magnetiseringen, dvs. de flesta bergartsprover har en Q-kvot under 1 (fig. 15). Sambandet mellan susceptibilitets- och densitetsvärden följer generellt två trender (fig. 15). Den högmagnetiska trenden orsakas av ferrimagnetiska mineral, exempelvis magnetit, medan den lågmagnetiska orsakas av paramagnetiska mineral, exempelvis biotit. Mätdata för TMB-bergarterna öster om Protoginzonen följer huvudsakligen den ferrimagnetiska trenden. Granatamfiboliterna inom Östra segmentet följer huvudsakligen den paramagnetiska trenden. Som jämförelse visar sammanställningen av Korhonen m.fl. (2002a) att berggrunden inom den fennoskandiska skölden i allmänhet följer den lågmagnetiska trenden, med reservation för en något varierande provtagningstäthet (exempelvis finns det relativt många prov från Finland). Magnetiska anomalikartor över hela regionen visar att den del av länet som ligger öster om Protoginzonen utgör en del av ett större område, även innefattande stora delar av Jönköpings och Kalmar län, inom vilket magnetfältet generellt är tydligt förhöjt (Korhonen m.fl. 2002b), vilket indikerar höga magnetiseringsnivåer i berggrunden.

Protoginzonens utsträckning framträder tydligt i både magnet- och tyngdkraftsfältet samt även till viss del i fördelningen av de radiometriska elementen (fig. 5, 6, 16, 17). De basiska bergarternas magnetisering är generellt betydligt svagare längst åt väster, inom den undre nivån av det Östra segmentet, än i området öster om Protoginzonen (fig. 13). Däremot förändras inte de felsiska bergarternas magnetisering i samma utsträckning. Gnejsiga graniter inom Östra segmentet har generellt inte märkbart lägre susceptibilitet än TMB-graniter

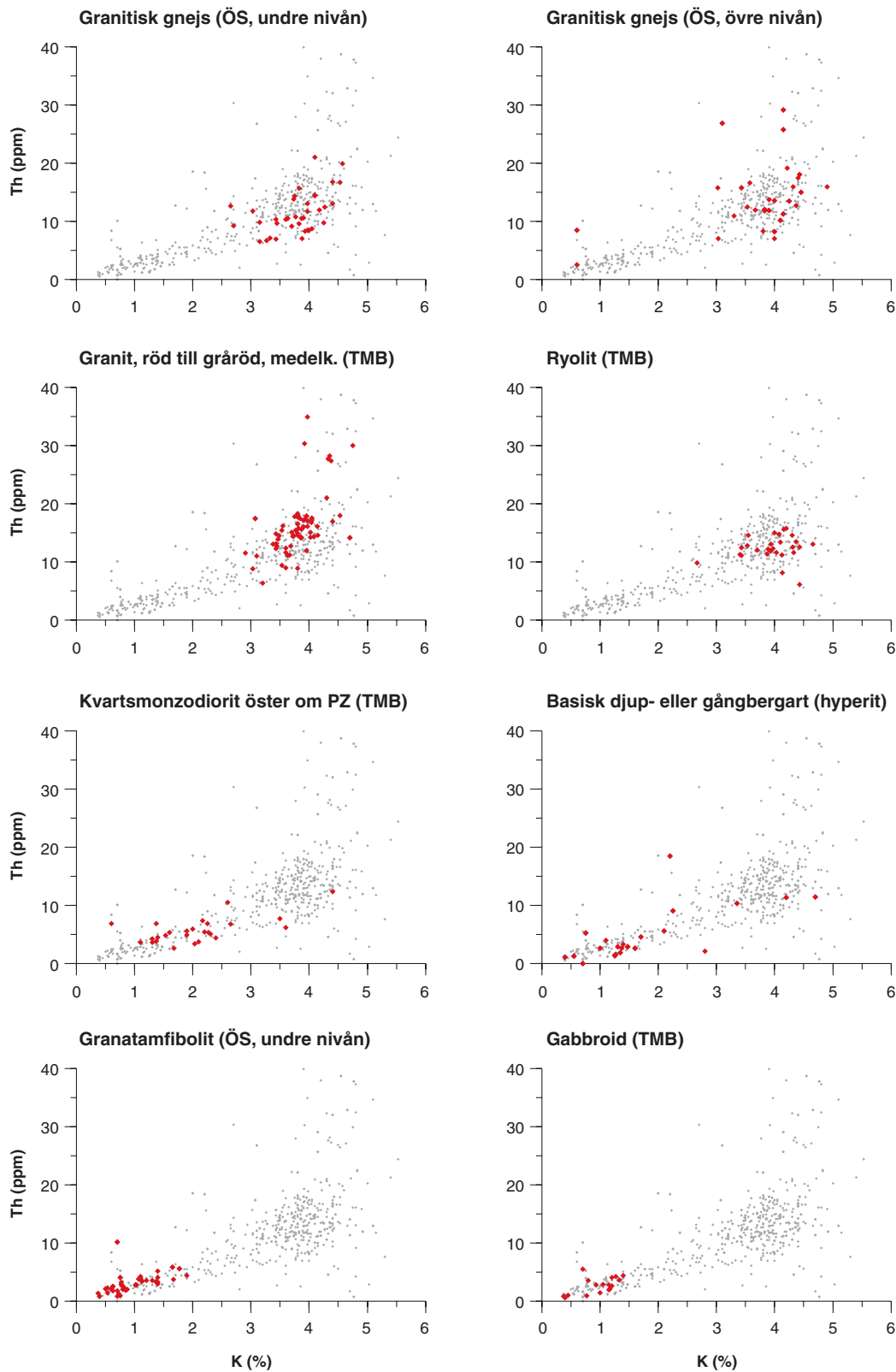


Fig. 11. Kalium- och toriumhalter baserade på radiometriska mätningar på håll. Röda symboler anger mätvärden för några av de vanligaste bergarterna inom Kronobergs län. Grå symboler representerar samtliga mätningar inom området.

Potassium vs. thorium content based on radiometric in-situ measurements. Red symbols represent measured values for some common rocks within the county of Kronoberg. Grey symbols represent all measured values in the area.

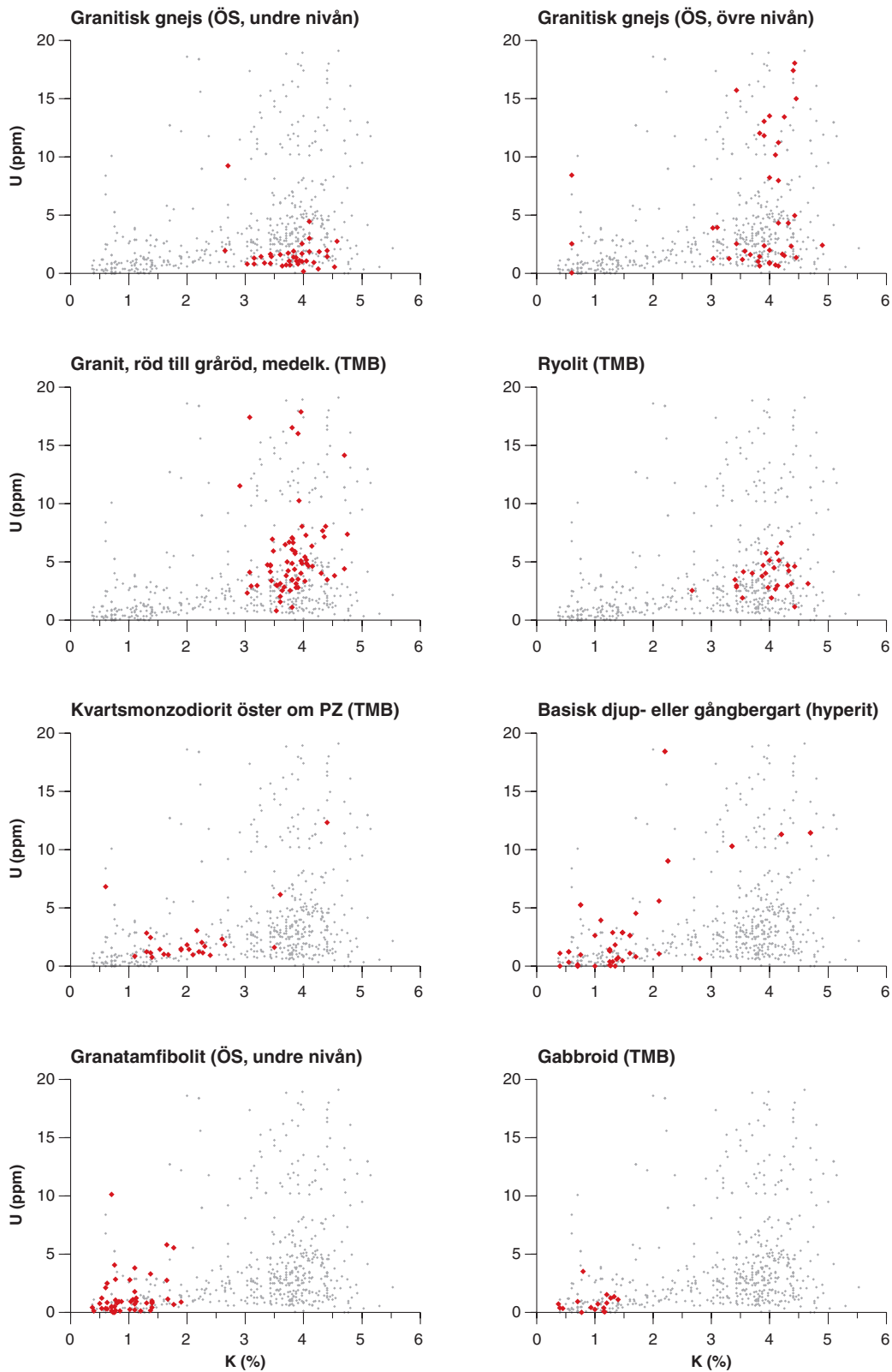


Fig. 12. Kalium- och uranhalter baserade på radiometrisk mätning på håll. Röda symboler anger mätvärden för några av de vanligaste bergarterna inom Kronobergs län. Grå symboler representerar samtliga mätningar inom området.

Potassium vs. uranium content based on radiometric in-situ measurements. Red symbols represent measured values for some common rocks within the county of Kronoberg. Grey symbols represent all measured values in the area.

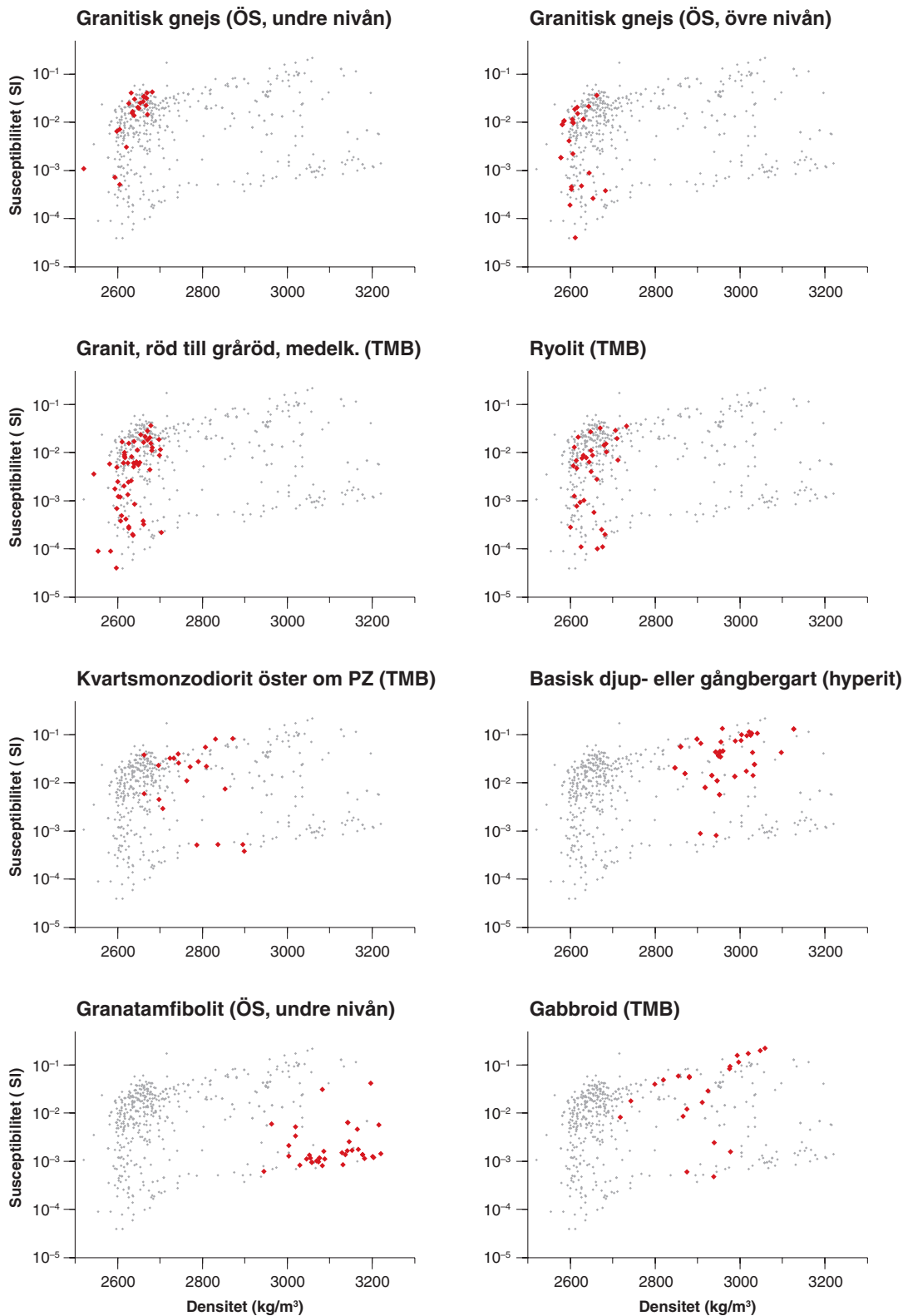


Fig. 13. Densitets- och susceptibilitetsvärden från mätningar på bergartsprover. Röda symboler representerar mätvärden för några av de vanligaste bergarterna inom Kronobergs län. Grå symboler representerar mätvärden för samtliga prov insamlade inom området.

Density vs. magnetic susceptibility based on measurements on bedrock samples. Red symbols represent measured values for some common rocks within the county of Kronoberg. Grey symbols represent measured values for all bedrock samples collected in the area.

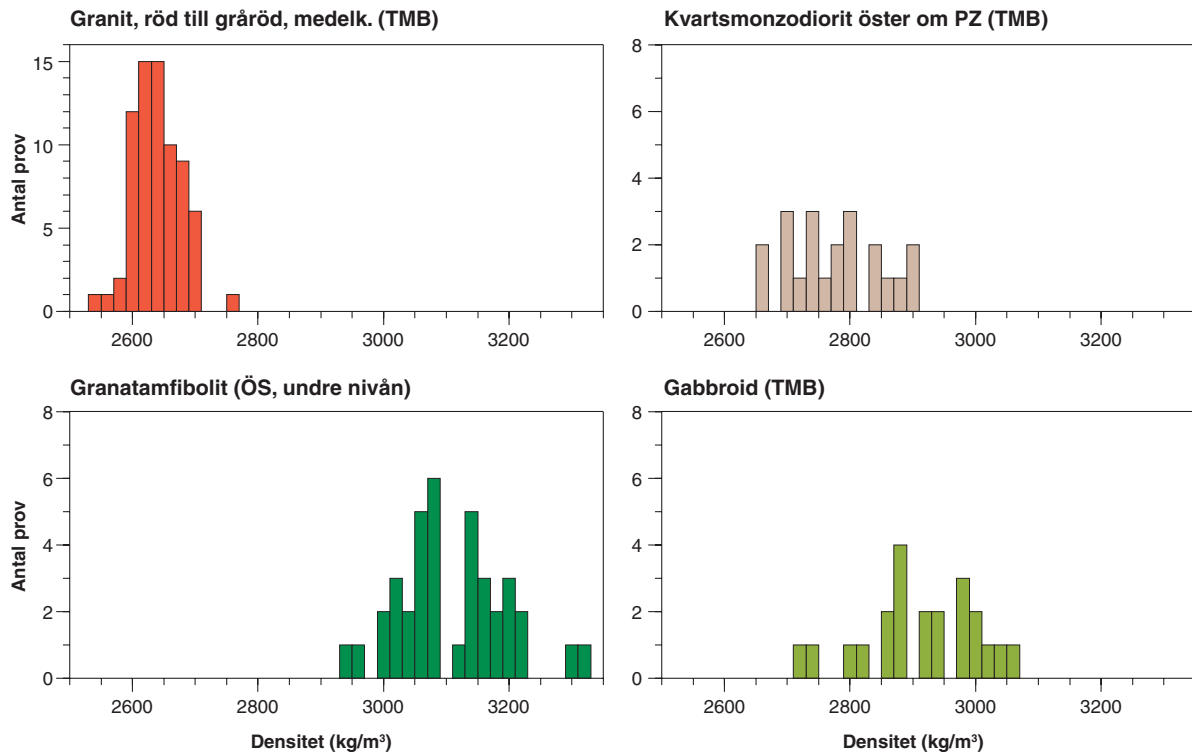


Fig. 14. Densitetens fördelning för några intrusiva bergarter inom Kronobergs län.
Distribution of density values for some intrusive rocks within the county of Kronoberg.

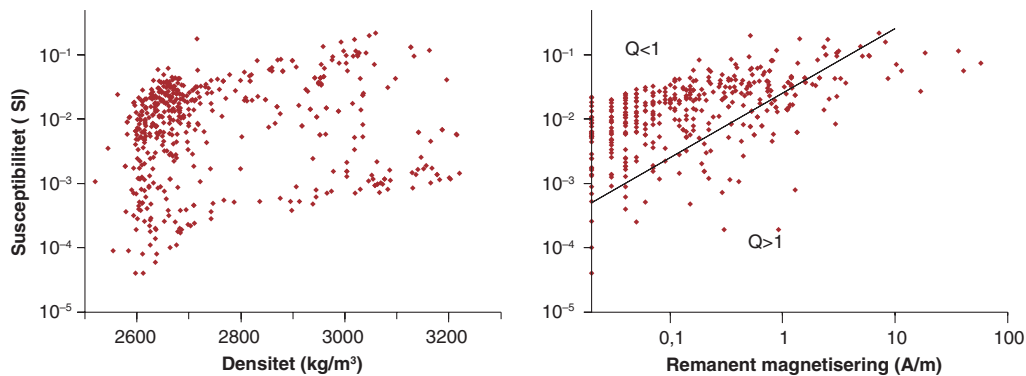


Fig. 15. Mätvärden för densitet, magnetisk susceptibilitet och styrka av remanent magnetisering, baserat på samtliga prover insamlade inom Kronobergs län. För prov med $Q>1$ dominerar den remanenta magnetiseringen, för prov med $Q<1$ dominerar den inducerade magnetiseringen.

Scatter-plots of density vs. magnetic susceptibility (left) and intensity of remanent magnetisation vs. magnetic susceptibility (right), based on all samples collected within the county of Kronoberg. For samples with $Q>1$ the remanent magnetisation dominates, while the induced magnetisation dominates for samples with $Q<1$.

öster om Protoginzonen. Inom den undre nivån av Östra segmentet är uranhalterna i berggrunden många gånger mycket låga, markant lägre än i och öster om Protoginzonen (fig. 12, 17). Torium- och kaliumhalterna visar inte ett lika tydligt mönster, dock är toriumhalterna vanligen relativt låga väster om Protoginzonen (fig. 16).

Granatamfiboliterna inom Östra segmentet har hög densitet, vanligen märkbart högre än de basiska djupbergarterna öster om Protoginzonen (fig. 14).

I anslutning till Protoginzonen, omkring Älmhult och norr därom, förekommer flera vanligen nordnordostligt strykande hyperitdiabaser, vilka vanligen är

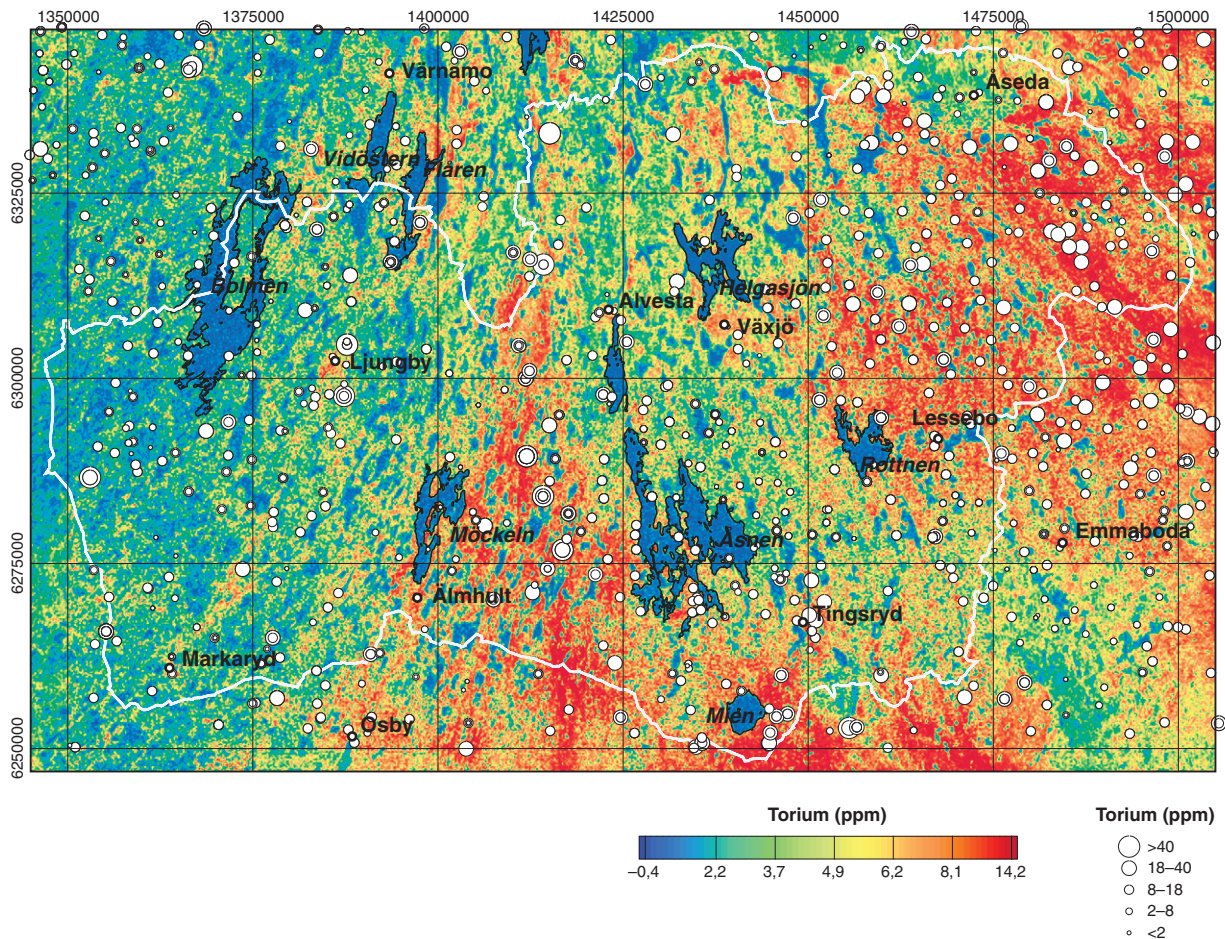


Fig. 16. Karta över toriumhalter vid markytan i Kronobergs län, baserad på flygmätning. Symbolerna anger toriumhalter baserade på hållmätning.

Map showing ground thorium concentrations in the county of Kronoberg. The map is based on airborne measurements. The symbols represent thorium concentrations based on in-situ measurements on outcrops.

kraftigt magnetiska. De framträder ofta som positiva anomalier, exempelvis vid Höö (4E 6a), men förekommer även som negativa anomalier. I trakten omkring Långhult (4E 9b) uppträder en ca 7 km lång gång med en mycket kraftig remanent magnetisering (5–40 A/m, jfr fig. 15) som är riktad i ungefär motsatt riktning jämfört med dagens jordmagnetiska fält.

Karlshamnsgniten i länets sydöstra del har generellt något högre uran- och toriumhalter än omgivande TMB-bergarter, och dess utbredning syns därför på uran- och toriumkartorna (fig. 16, 17).

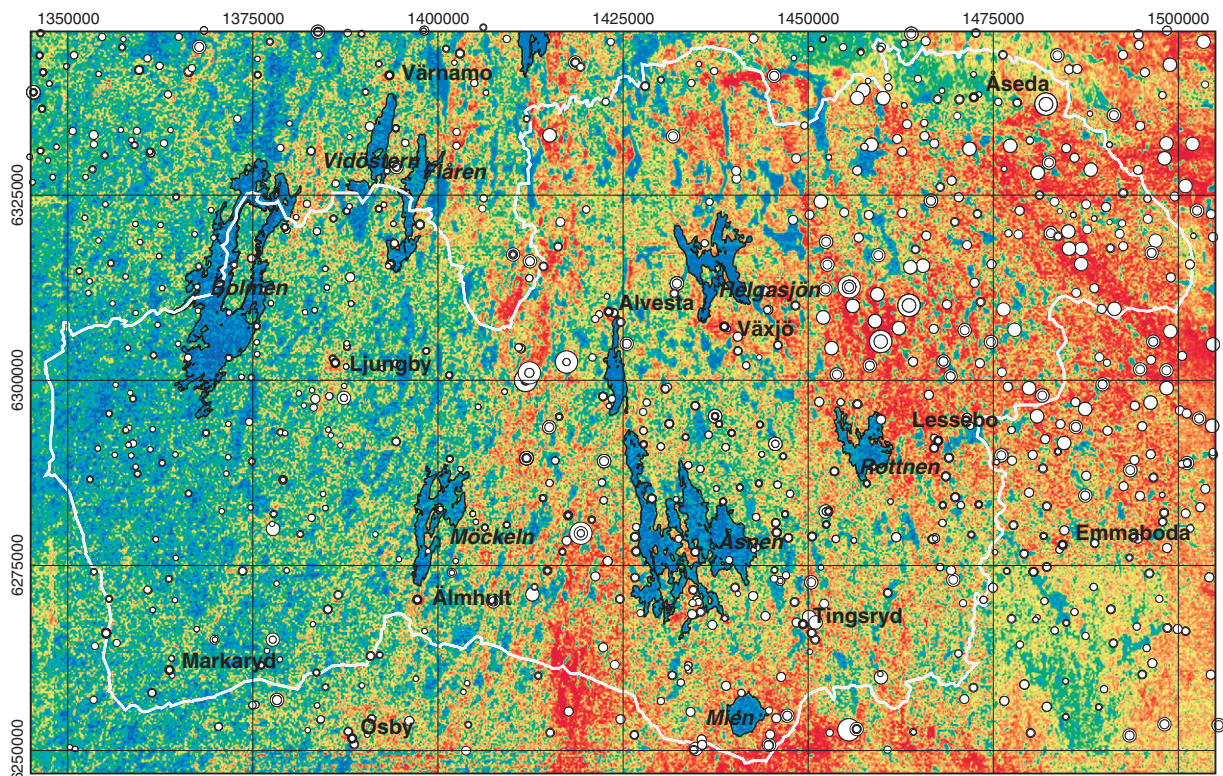
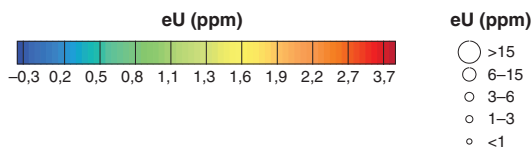


Fig. 17. Karta över uranhalter vid markytan i Kronobergs län, baserad på flygmätning. Symbolerna anger halter baserade på hällmätning.
 Map showing ground uranium concentrations in the county of Kronoberg. The map is based on airborne measurements. The symbols represent uranium concentrations based on in-situ measurements on outcrops.



Bergartsbeskrivning, strukturgeologi och metamorfos

Ur både ett strukturgeologiskt och metamorft perspektiv är det tydligt att berggrunden i Kronobergs län består av tre distinkt skilda delar: det Transskandinaviska magmatiska bältet öster om den Svekonorvegiska provinsen, Protoginzone samt Östra segmentet. De stora strukturgeologiska skillnaderna mellan dessa tre delar är uppenbara på de magnetiska anomalikartorna (fig. 5, 7).

Det Transskandinaviska magmatiska bältet (öster om den Svekonorvegiska provinsen) genomskärs av plastiska deformationsstråk i västnordvästlig riktning. Deformationen är tydligt heterogent fördelad och i linsformade domäner är berggrunden deformerad i mindre utsträckning. Dessa mindre deformerade linser uppträder i alla skalor, där de största är ca 20 km breda. De plastiska strukturerna klipps tydligt av nordnordostligt strykande diabasgångar (högmagnetiska) och sprickstrukturer (lågmagnetiska, orienterade huvudsakligen mot nordnordost samt nordnordväst).

Protoginzone, en av Skandinaviens största och mest betydelsefulla tektoniska zoner, tillhör den Svekonor-

vegiska provinsen och utgör den östliga begränsningen för svekonorvegisk metamorfos och genomgripande deformation. Den framträder på den magnetiska anomalikartan som en markant, ca 25 km bred zon med nord-sydligt orienterade, branta deformationsstråk, vilka skär eller omorienterar strukturer både öster och väster om zonen. Protoginzone är alltså en förhållandevis ung deformationszon, men dess ursprungliga uppbyggnad är sannolikt äldre än Svekonorvegium eftersom den innehåller en stor mängd 1,20 miljarder år gamla, nord-sydligt orienterade diabasgångar samt syenit av samma ålder. De många och brantstående kontakterna mellan diabas- och syenitkroppar och sidoberget måste ha utgjort svaghetszoner som kanaliserat rörelser i berggrunden under den svekonorvegiska bergskedjebildningen.

Väster om Protoginzone präglas den Svekonorvegiska provinsen av strukturer som bildats genom starkt plastisk deformation. Den regionala, gnejsiga foliationen är generellt penetrativ, även om upp till kilometerstora, odeformerade linser förekommer. Foliationen

är veckad längs huvudsakligen ost–västliga till nordvästliga veckaxlar. De plastiska strukturerna skärs av nordnordostligt strykande förkastningar och sprickor vilka framträder som lågmagnetiska lineament. Dessa geologiskt sena, spröda strukturer kan eventuellt vara likåldriga med bildningen av Vätternsänkan.

Inom Östra segmentet finns en övergång västerut till strukturellt djupare nivåer och högre metamorfa förhållanden i berggrunden. Medföljande skillnader i metamorfos märks bl.a. genom olika mineralinnehåll i de basiska bergarterna, vilket åskådliggörs i den berggrundsgeologiska kartan med olika gröna färger. Orienteringen av den regionala foliationen i berggrunden inom den svekonorvegiska provinsen visas med s.k. magnetiska trendlinjer på den berggrundsgeologiska kartan.

I berggrundskartan markeras plastiska och ospecificerade deformationszoner. De plastiska zonerna är ställvis verifierade genom fältobservationer. De ospecificerade zonerna inkluderar både observerade spröda zoner och zoner som är tolkade med hjälp av den magnetiska anomalibilden, den elektromagnetiska kartan och höjddata erhållna från Lantmäteriet.

TRANSSKANDINAVISKA MAGMATISKA BÄLTET, ÖSTER OM PROTOGINZONEN

Det Transskandinaviska magmatiska bältet inom Kronobergs län består av olika typer av djup- och ytbergarter som bildades för 1,83–1,66 miljarder år sedan till följd av storskalig magmatisk aktivitet med vulkanism, av liknande slag som den som sker i amerikanska Cordillererna idag. Yngre bergarter belägna i samma region (genetiskt ej associerade till TMB) är intrusivbergarter av Karlshamnsgrenittyp, syeniter till kvartssyeniter och basiska gångbergarter.

I det Transskandinaviska magmatiska bältet har strukturelementen delats in i huvudsakligen plastiska och huvudsakligen spröda zoner. Oskarshamn–Jönköpingsbältet (OJB) är en stor plastisk deformationszon, som är uppbyggd av ost–västliga till nordvästliga stråk av skjuvzoner i ett flätliknande mönster. Den metamorfa överpräglingen som är relaterad till deformationen är generellt låg och vanligen inte högre än grönskifferfacies (lokalt amfibolitfacies). Inom zonerna varierar deformationsstrukturerna både vad gäller intensitet och karaktär. Starkt lokaliserad, plastisk deformation med resulterande myloniter uppträder lokalt. Även spröd deformation har förekommit i zonerna, vilket antingen beror på att rörelserna har fortsatt under avklingande temperatur eller på att zonerna reaktiverats i ett långt senare skede. Åsedazonen är den södra begränsningen av OJB och kan följas från ett område ca 35 km rakt söder om Vättern i ostsydostlig riktning mot Ramkvilla

(5E 8j) och vidare mot Åseda (5F 7e, Skjerna 1992). I generella ordalag har deformationszonerna alltså bildats efter intrusionen av TMB-graniterna. Även utanför de definierade deformationszonerna har bergarterna utsatts för plastisk deformation, särskilt längs kontakter mellan olika bergarter, främst vulkaniter och graniter.

En 7–11 km bred deformationszon, Åsnenzonen, stryker i nordväst- till nordnordvästlig riktning inom Kronobergs län. Den löper från Protoginzonen, öster om sjön Rymmen (5E 6c), ned till sydvästra delen av kartområdet 4F Lessebo SV (och vidare in i Blekinge län). Zonen begränsas i öster av branta till vertikala plastiska deformationszoner. I zonen är bergarterna generellt penetrativt folierade, lokalt tektoniskt bandade och stupar 80–90° mot nordost eller sydväst. Både Åseda- och Åsnenzonen framträder mycket tydligt på resistivitetskartan (fig. 4).

I området strax öster om Protoginzonen förekommer nordnordostligt orienterade, centimeter- till metersmåla, plastiska till spröd-plastiska deformationszoner som stupar brant mot väster och kan motsvara sensvekonorvegiska strukturer som identifierats öster om Protoginzonen i Värmland (Wahlgren m.fl. 1994). De framträder endast svagt eller inte alls på den magnetiska anomalikartan. Denna typ av deformationszoner är vanligast i väster, närmast Protoginzonen, medan zonerna är tunnare och mer stråkvis uppträdande mot öster. Några få kilometer öster om Protoginzonen avklingar de successivt.

Flera kilometer långa, spröda lineament, vanligen distinkt lågmagnetiska på den magnetiska anomalikartan, skär i många fall de plastiska strukturerna. En del av dessa är sannolikt likåldriga med de framträdande spröda zonerna väster om Protoginzonen. De bildar vanligen markanta topografiska lineament, och i synnerhet de nord–sydligt orienterade utmärks vanligen av långsträckta sjösystem. De vanligaste sprickmineralen är kvarts, epidot, klorit och hematit.

Bergarter tillhörande det Transskandinaviska magmatiska bältet

Vulkaniska, subvulkaniska och sedimentära bergarter

Felsiska, vulkaniska bergarter relaterade till TMB uppträder som stråk i och mellan granitområdena och som fragment (xenoliter) i graniterna. Deformationen har på många ställen lokaliserats till dessa stråk av vulkaniska bergarter. Sannolikt är vulkaniterna likåldriga med eller obetydligt äldre än graniterna inom samma område (jfr Persson & Wikman 1986, Persson & Wikman 1997). De felsiska vulkaniska bergarterna är vanligen kvarts-

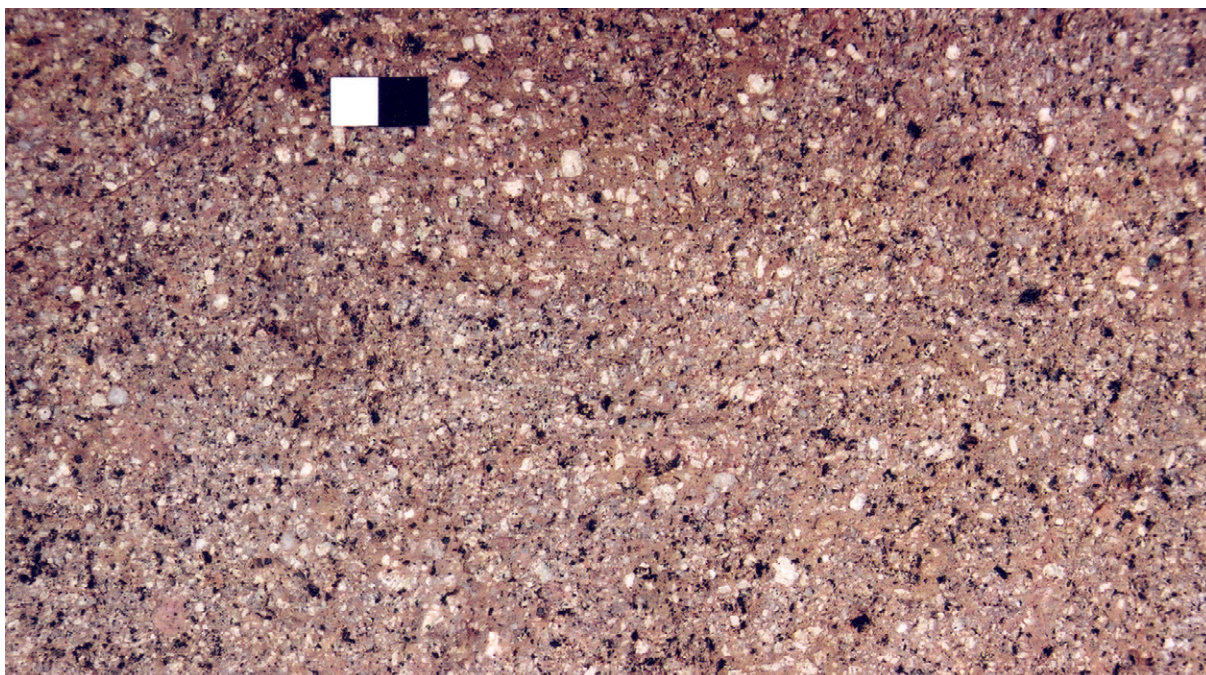


Fig. 18. Röd porfyrisk Smålandsvulkanit, 5F Åseda SV (4e), 6321680/1473755. Skalindelning i cm. Foto: Hugo Wikman.
Porphyritic volcanic to subvolcanic rock.

och fältspatporfyrisk, täta till finkorniga, röda till rödbruna och av ryolitisk sammansättning (fig. 18). De kallas allmänt Smålandsporfyryr eller Smålandsvulkanit. Lokalt förekommer fragment- och ignimbritstrukturer (jfr Wikman 1998, 2000). De bäst bevarade ryoliterna är närmast svarta och har en glasig, kryptokristallin mellanmassa. De välbevarade delarna ligger vanligen centralt i vulkanitbältena, medan kontakterna mot omgivande graniter är kraftigt omkristalliserade. Intermediära till basiska vulkaniter är vanligt förekommande i OJB men i övrigt underordnade. I gränsområdena mellan graniter och vulkaniter uppträder också generellt massformiga, finkorniga och ställvis grovt porfyrisk bergarter som sannolikt är subvulkaniska. Granitporfyrisk bergarter som sannolikt är av subvulkaniskt ursprung förekommer även som enskilda kroppar. Vulkaniterna har delats in i tre grupper efter sin sammansättning: basalt till andesit, dacit (till andesit) och ryolit till ryodacit. Generellt har ryoliten högre kaliumhalt (ställvis >5 %) samt högre uran- (>4 ppm) och toriumhalter (>12 ppm). Magnetiseringen är lägre än i de intermediära vulkaniterna ($200\text{--}800 \times 10^{-5}$ SI-enheter). De intermediära vulkaniterna har vanligen kaliumhalter på 2,5–2,9 %, uranhalter på 1,5–3 ppm och toriumhalter på 8–12 ppm, vilket ger ett gammaindex på ca 0,5. Den magnetiska susceptibiliteten varierar normalt mellan $1\,000$ och $3\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Vid Tingsryds travbana (4F 3 a, fig. 19), finns vulkanithällar med intermediär till sur sammansättning som har något högre

kalium- (3,4 %), uran- (3–3,8 ppm) och toriumhalter (10,5–11,8 ppm), vilket ger ett gammaindex på ca 0,7. Magnetiseringen är 800 till $2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. I det sydvästligaste hörnet av kartområdet 4F Lessebo SV (4F 0 a) har den provtagna vulkaniten relativt låga kalium- (2,7–2,9 %), uran- (1,6 ppm) och toriumhalter (6,1 ppm), vilket ger gammaindexvärden kring 0,5. Den intermediära vulkaniten är högmagnetisk med värden högre än $5\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. De basiska vulkaniterna uppvisar generellt låga gammastrålningshalter och kraftigt varierande susceptibilitet.

Inom Oskarshamn–Jönköpingsbältet (OJB) förekommer de vulkaniska bergarterna i ett antal mindre områden, separerade av intrusivbergarter eller tektoniska zoner. Vulkaniterna har vanligen basaltisk till dacitisk sammansättning och innehåller en del sedimentära inlagringar. De ryoliter till ryodaciter som finns i OJB-bältet är normalt svagt folierade, röda till grå, mycket finkorniga bergarter med strökor av plagioklas, kvarts och kalifältspat i varierande mängd och storlek. I många fall är de ryoliter som förekommer i vulkanitbältena i OJB identiska med dem som finns i övriga delar av TMB. Vulkaniternas ålder och interna stratigrafi är till stor del okänd, och vid en regional kartering uppnås inte den detaljkännedom som krävs för att upprätta en stratigrafi. Åldersbestämningar visar att åtminstone delar av dessa vulkaniska komplex är likåldriga med TMB-graniterna (t.ex. Mansfeld 1995, 2002, Söderlund & Rodhe 1998, Wik m.fl. 2006), och

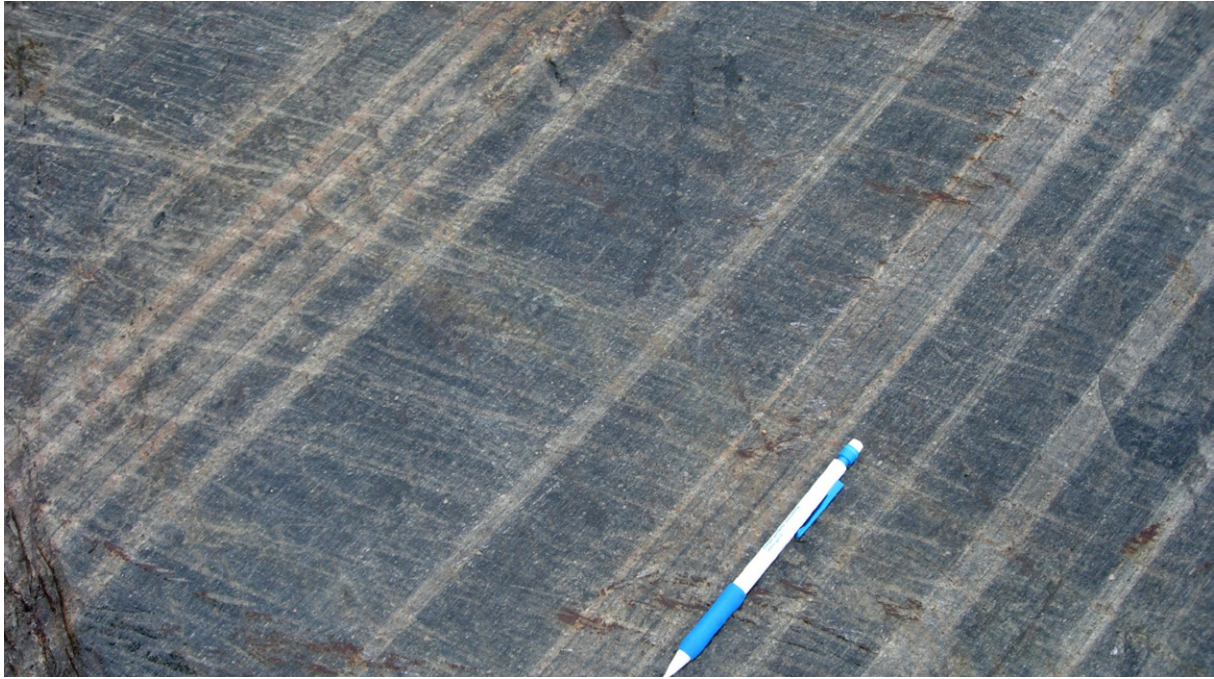


Fig. 19. Intermediär metavulkanit. Foliation och lagring är parallella (200/79), 4F Lessebo SV (3a), 6265837/1450473. Foto: Fredrik Hellström. *Intermediate metavolcanic rock. Foliation and layering are parallel.*

fältrelationer där brottstycken av vulkaniter förekommer i TMB-graniterna visar att vulkaniterna även kan vara något äldre. Denna typ av vulkaniter har tidigare tolkats som betydligt äldre och associerade med den äldre generationen av tonalitiska till granodioritiska intrusivbergarter (jfr Persson 1985, 1989). Sannolikt har avsättningen av vulkaniter och sediment pågått fram till TMB-magmatismens huvudsakliga intrusionsfas som ägde rum för ca 1,80 miljarder år sedan, då även huvuddelen av de ovan beskrivna, omfattande ryolitiska vulkanitsekvenserna avsattes. OJB i Kronobergs län utgörs endast av ett litet område i länets nordöstra del. För en utförligare, regional beskrivning av OJB hänvisas till Wik m.fl. (2006).

Vulkaniterna i den sydöstra delen av kartområdet är mestadels ryolitiska och har vanligen strökorn av kvarts och fältspat. De är på äldre kartor tolkade som äldre än vulkaniterna i TMB (t.ex. Kornfält m.fl. 1990, Kornfält & Bergström 1991), vilket troligen bygger på att de ställvis är deformerade och gnejsiga (se även nedan). Underordnat förekommer dacitisk, plagioklasströkornsförande vulkanit. Subvulkaniska granitporfyrier med 2–7 mm stora strökorn av kvarts och fältspat, strökornshalter upp till 35 % och med en mycket fin-kornig till finkornig mellanmassa är vanligt förekommande i ett stråk från Hönshyltefjorden till Arasjön (4E 2g–i). Stråket sammanfaller mer eller mindre med den sydliga gränsen för vulkanitstråket som börjar vid sjön Åsnen och fortsätter söder ut.

Granitbergarter

Intrusivbergarterna i TMB varierar i utseende och sammansättning. Merparten är röda graniter med varierande textur. Dels förekommer fint medel- till medelkorniga graniter av den typ som brukar kallas röd Växjögranit (jfr Wikman 1998, 2000), dels finns varianter som är mycket rika på kalifältspat och även grovkorniga varianter förekommer bland de röda graniterna. Ett karaktäristiskt drag för de röda Smålandsgraniterna är att de ofta innehåller blåtonad kvarts och att biotit är det dominerande mörka mineralet. De har även ställvis lägre kvartshalt och övergår där i monzonit eller syenit. I en större intrusion (ca 35 × 50 km) som utgörs av röd Växjögranit finns en ringformad (ca 13 km diameter) del runt centrum av intrusionen (5F Åseda SV), där grovkorniga graniter uppträder. De har en susceptibilitet på 500–1 800 × 10⁻⁵ SI-enheter. De grovkorniga graniterna har normala kaliumhalter (3,6–4,3 %), höga uranhalter (7–34 ppm) samt varierande toriumhalter (14–24 ppm). Vid den nordvästra delen av detta områdes yttre del finns ett cirkelformat område (ca 1,7 km diameter) med finkornig till fint medelkornig leukogranit som ser ut att vara påverkad av episyenitiseringsprocesser (jfr Petersson 2002, fig. 20). Granitoiden har här relativt låga kaliumhalter (2,8–3,8 %), höga uranhalter (6,8–21 ppm) samt varierande toriumhalter (8,5–17 ppm). Detta område framgår tydligt på den flygmagnetiska kartan, där det



Fig. 20. Finkornig till fint medelkornig leukogranit, 5F Åseda SV (2 b), 6312583/1455535. Foto: Cecilia Jelinek.
Fine- to medium-grained leucogranite.

avviker som lågmagnetiskt med en susceptibilitet på $40\text{--}50 \times 10^{-5}$ SI-enheter. I SGUs program "markgeofysisk undersökning" har det mätts ett antal tyngdkraftspunkter över denna anomali, och en modellering anger att kroppen har ett djupgående av ca 1 000 m. En alternativ tolkning är att den leukokratiska graniten är intrusiv i TMB och tillhör en yngre generation graniter, t.ex. 1,45 miljarder år. Med de data som SGU förfogar över idag går det inte heller att utesluta ett impaktscenario. Hela den ringformade delen runt centrum av intrusionen har förhöjda halter av uran jämfört med övriga delar av intrusionen och framträder tydligt på den radiometriska kartan (fig. 3). Även i ett område ca 6–7 km nordost om den stora ringformade strukturen, mellan vulkanit och granit, finns tydliga tecken på att episyenitiseringsprocesser varit aktiva. En geologisk modell över området med den större intrusionen, baserad på geofysiska data längs en profil från Tingsryd i söder, vidare norrut till Åseda, presenteras i figur 21.

Granitporfyr uppträder som små, subvulkaniska intrusioner men även som större kroppar. Den har vanligen zonerade strökorn i en mycket finkornig mellanmassa och är sannolikt likåldrig med TMB. Stora områden upptas även av finkorniga, röda graniter som kan vara svåra att skilja från finkorniga, jämnkorniga vulkaniter. Särskilt gäller detta i områden med över-

gångar mellan vulkaniter och graniter, där graniterna tolkas som subvulkaniska delar.

En annan vanligt förekommande bergart är en grå till gråröd, biotit- och hornbländeförande granit till kvartsmonzodiorit. Den varierar starkt i utseende, och både en jämnkornig och en kalifätspatporfyrisk typ kan urskiljas. Den porfyriska typen går allmänt under beteckningen "Filipstadsgranit". Den kan ha upp till 35 % rundade strökorn, vilka är upp till 3 cm stora, många med en tunn mantel av plagioklas. Även dessa bergarter har vanligen blåtonad kvarts. Kaliumhalten varierar mellan 3,0 och 3,3 % och uran- och toriumhalterna är låga, <3 ppm respektive <11 ppm. Karaktäristiskt är också förekomsten av basiska enklaver, vilket indikerar att sura och basiska magmor är likåldriga, s.k. magmablandning (jfr Wikström 1989, Andersson 1997). En mörkt grå bergart med huvudsakligen kvartsmonzodioritisk sammansättning kan också urskiljas. Denna bergartstyp kan ha bildats genom magmablandningsprocesser och förekommer nästan alltid associerad med mafiska bergarter.

Större tonalitkroppar finns inom OJB och de har daterats till en ålder av 1,83 miljarder år (t.ex. Mansfeld 1996, Åhäll m.fl. 2002). I de nordöstra delarna av Kronobergs län finns en liknande kropp med finkornig, grå tonalit med mafiska inneslutningar och underordnat delar med granodiorit.

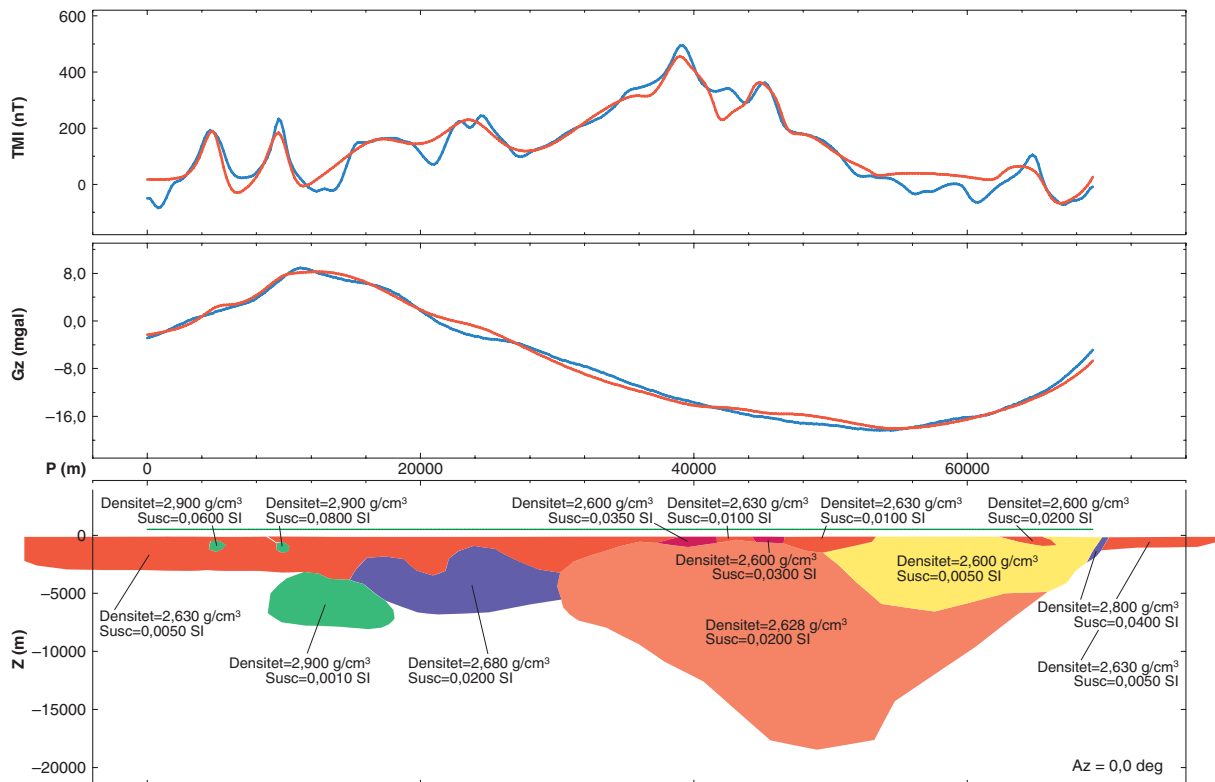


Fig. 21. Geologisk modell längs en profil från Tingsryd i söder (vänstra kanten av modellen), vidare norrut till Åseda. Modellen är anpassad till både magnet- och tyngdkraftsdata. De fysikaliska egenskaperna hos de yt nära bergarterna baseras på petrofysisk information från insamlade prov i fält. Enheternas färger motsvarar olika bergarter: rött och rosa är graniter, gult är sura vulkaniter, lila är monzoniter och grönt är basiter.

Geological model along a profile from Tingsryd in the south (leftmost part of the model) towards Åseda in the north. The model is adjusted to both magnetic and gravitational data. The physical properties of the surface units are based upon petrophysical information from rock samples gathered in situ. The colours of the units represent different rock types: red and pink are granites, yellow is felsic volcanic rock, purple is monzonite, and green is mafic rock.

Granodiorit till tonalit och underordnat granit till kvartsmonzodiorit (Tvingsgranit) förekommer också i den sydöstra delen av kartområdet. De är vanligen med- till grovkorniga, mörkt till ljusgrå och hornbländeförande (fig. 22). Omkring Högahult (4F 5 a) och nordost därom, förekommer tonalit med varierande magnetisk susceptibilitet; värden på $3\,800 \times 10^{-5}$ SI-enheter har uppmätts. Kaliumhalterna är märkbart lägre än graniternas och varierar från 1,3 till 2,5 %. Uran- och toriumhalterna är 0,7–4,1 ppm respektive 4–9 ppm, dvs. något lägre än de halter som mättes i graniterna.

I kartområdets sydöstra del är granodiorit till tonalit vanligen folierade och ställvis gnejsiga, vilket tidigare togs som intäkt för att de var äldre än TMB (t.ex. Lundqvist 1979 och referenser däri). Inga svekofenniska åldrar är dock rapporterade, utan de är likåldriga, något äldre eller något yngre än de odeformerade TMB-bergarter (granit till kvartsmonzonit till monzonit) som ligger i anslutning till detta område. Inte heller de vulkaniska bergarterna avviker i ålder jämfört med de som uppträder i TMB (t.ex. Kornfält 1993, 1996,

Wik m.fl. 2005b och referenser däri). Båda bergartstyperna är ställvis kraftigt deformerade (fig. 23) men även tonalit till granodioriten är ställvis odeformerad. Båda bergartsgrupperna är enklavförande (fig. 22, 24). I en mer eller mindre ost–västlig deformationszon som fortsätter till Kristianopel finns ställvis meterbreda plastiska skjuvzoner (fig. 25).

Underordnat förekommer granitiska pegmatiter som tillhör TMB över hela denna del av kartområdet.

Basiska bergarter

Inom Kronobergs län förekommer ett antal gabbro- och dioritintrusioner som tillhör TMB. Även kvartsdiorit och amfibolit förekommer. Dessa basiska till intermediära bergarter är vanligen grå till svarta, fin- till grovkorniga och massformiga. De utgör små, upp till 2–3 km stora, oregelbundet formade kroppar, dock förekommer intrusioner med en längdutbredning av 6–7 km, t.ex. i trakten av Ingamåla (5E 8 i). Lokalt kan en magmatisk lagring urskiljas, med olika proportioner av plagioklas,



Fig. 22. Rundade och kantiga enklaver av mafit (delvis gabbro) i TMB-tonalitet till granodiorit, 4E Tingsryd SO (1j), 6258570/1449848. Foto: Dick Claeson.

Rounded and angular enclaves of mafic rocks, partly gabbroic, in a tonalite to granodiorite of TIB origin.



Fig. 23. Kalifältspatögon utvalsade i stänglighetens riktning i en TMB-kvartsmonzonit till granit, 4E Tingsryd SO (of), 6252069/1426530. Foto: Dick Claeson.

Strongly elongated K-feldspar augen, in the direction of the lineation, in a quartz monzonite to granite of TIB origin.

pyroxen, hornblände och olivin, t.ex. i Växjö (Wikman 2000). Vid Växjö finns några högmagnetiska områden och positiva tyngdkraftsanomalier som relateras till gabbrokroppar. Gabbron vid vattentornet i centrala Växjö har en susceptibilitet på $16\,900 \times 10^{-5}$ SI-enheter i medel-

tal. Q-kvoten är låg (0,1) vilket visar att gabbron inte har någon betydande remanent magnetisering. Strax sydost om Växjö togs flera orienterade bergartsprover från en gabbro, vilka visar att den remanenta magnetiseringen har en deklination av 50 grader och en inklinering av



Fig. 24. Rundade enklaver av olika bergarter, bl.a. basit och intermediär vulkanit, i kvartsmonzonit till monzonit tillhörande TMB. Enklaverna är utsträckta i foliationsriktningen, 4E Tingsryd SO (4g), 6272960/1430992. Foto: Dick Claeson.

Rounded enclaves of different rocks, e.g. basic and intermediate volcanic rock in a quartz monzonite to monzonite of TIB origin. Enclaves are elongated in the direction of the foliation.



Fig. 25. Meterbred plastisk skjuvzon med nästan ost–västlig riktning (350/64) i TMB-kvartsmonzonit till granit. Stänglighet i 80/68, 4E Tingsryd SO (1h), 6258695/1438916. Foto: Dick Claeson.

East–west trending (350/64) ductile shear zone in a quartz monzonite to granite of TIB origin with lineation 80/68.

–5 grader. Även för denna gabbro är Q-kvoten låg (0,7). Kvartsdioriterna innehåller vanligen en betydande mängd biotit. Kontaktrelationerna och den relativa åldern till omgivande TMB-graniter varierar men magmablandningsstrukturer är vanligt förekommande. Blandningen syns som basiska enklaver i de sura bergarterna (ofullständig blandning) eller som hybridisering (fullständig blandning). I kontaktområdet runt större gabbrointrusioner är ofullständig blandning särskilt tydlig. Den stora variationen i kemisk sammansättning i vissa basiska bergartsled är troligen orsakad av hybridisering. En massformig, medel- till grovkornig, mörkt grå gabbro med en susceptibilitet på $8\,000\text{--}17\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter förekommer 2 km öster om Ryd (4E 2g–h). Gabbroen har en relativt kraftig remanent magnetisering, med en styrka motsvarande den inducerade, samt hög densitet ($3\,060\text{ kg/m}^3$). Området runt intrusionen består till största delen av monzodiorit till kvartsmonzodiorit av hybridkaraktär. Dessa bergarter orsakar en framträdande magnetisk anomali i området, ett ca 18 km långt ost–västligt högmagnetiskt stråk med utsträckning från sjön Krampen (4D 2f) till Sävsjön (4D 2i). Magnetfältet varierar kraftigt längs stråket.

Tyngdkraftsmätningar som gjorts i södra delen av kartområdet 4F Lessebo NV visar en markant tyngdkraftsförhöjning (närmare 10 mGal) inom ett område som har en utbredning ungefär från Broaryd (4F 6b) i riktning mot sydost. En modellberäkning och massöverskottsberäkning (Parasnis 1986) tyder på att förhöjningen orsakas av en betydande volym av basiskt material vid eller nära ytan, möjligen så stor som 100 km^3 . Den kvantitativa uppskattningen baseras bland annat på ett antagande om ett densitetsöverskott på 250 kg/m^3 . Det finns få blottningar i området, men enstaka observationer av lågmagnetisk gabbro och diorit har gjorts vid anomalins flank. Berggrunden i omgivningen är huvudsakligen granitisk. Det finns lokala positiva anomalier i magnetfältet i anslutning till tyngdkraftsförhöjningen, exempelvis vid Pettersborg nära sjön Virens strand (4F 5c), men det har inte varit möjligt att fastställa orsaken till dessa.

Karlshamnsgranit och Spinkamålagranit

I den sydöstra delen av Kronobergs län förekommer flera bergartskroppar av s.k. Karlshamnsgranit. Dessa är intrusiva i TMB-berggrunden och deras ålder är beräknad till ca 1,45 miljarder år (Kornfält & Vaasjoki 1999, Åhäll 2001). Den största intrusionen i kartområdet är den s.k. Eringsbodagraniten som vanligen har tabulära, 1 till 6 cm stora kalifätspatströkorn (fig. 26). Den är massformig, rödgrå till gråröd och medel- till grovkornig. Sammansättningen varierar från kvarts-

monzonitisk till granitisk och granodioritisk. Då flera mindre kroppar av Eringsbodagranit uppträder som satelliter till huvudintrusionen har dessa vanligen ett fåtal strökorn som är mindre (fig. 27). Gångar av pegmatit och aplit uppträder även i satellitintrusionerna (fig. 28). Xenoliter av folierade TMB-granitoider i massformig Eringsbodagranit visar att den penetrativa deformation i området, som bergarter tillhörande TMB uppvisar, är äldre än ca 1,45 miljarder år (fig. 29). Eringsbodagranitens susceptibilitet är vanligen relativt hög och varierar från 800 till $2\,800 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Mätningarna visar vidare kaliumhalter på 2,9–4,7 %, uranhalter på 0,7–4,3 ppm och toriumhalter på 9–20 ppm.

Spinkamålagranit uppträder som små kroppar och gångar som klipper en äldre foliation i TMB-bergarter (fig. 30). Den är oftast ljusgrå till rödgrå och underordnat röd, finkornig till fint medelkornig med enstaka, speglade listformade, 5 till 10 mm stora strökorn av kalifältspat. Spinkamålagraniten är i de flesta fall högstrålade med kaliumhalter på >4 %, uranhalter på 10–25 ppm och toriumhalter på 30–50 ppm. Detta ger vanligen gammaindex som ligger över gränsvärdet 2. Äldre åldersbestämningar av Spinkamålagranit gav åldrar på ca 1,36 miljarder år (Patchett 1978, Rb/Sr tolkad som avkylningsålder) men de äldre åldersbestämningar av Karlshamnsgranit gav då en ålder av ca 1,40 miljarder år (t.ex. Åberg & Kornfält 1986, Åberg 1988), vilket ifrågasätter tillförlitligheten på Spinkamålagranitens ålder. Spinkamålagranit är otvivelaktigt yngre än Karlshamnsgranit då den uppträder som gångar i Karlshamnsgranit. Det är idag inte möjligt att säga hur mycket yngre, eftersom en mer exakt åldersbestämning av Spinkamålagranit behövs.

Gångbergarter

Olika generationer av diabas förekommer öster om Protoginzonen. Den äldsta generationen kallas uralitdiabas (omvandlad diabas) och gångporfyr. Den förekommer endast lokalt i Kronobergs län och läsaren hänvisas till beskrivningen av kartan över Kalmar län (Wik m.fl. 2005a). Åldern på gångporfyryrorna är ca 1,78 miljarder år (Nilsson & Wikman 1997).

Blekinge–Dalarnadiabas är grå till svart, finkornig till fint medelkornig och vanligen odefornerad. Den har fått sitt namn av att gångarna förekommer från Blekinge till Dalarna. Gångarnas bredd varierar från någon centimeter till 50 m, i sällsynta fall ett hundratal meter. Deras orientering varierar mellan nordnordvästlig och nordnordöstlig, vanligen med brant stupning. Moderna dateringar visar att gångarna bildades för 0,97 till 0,94 miljarder år sedan (Söderlund m.fl. 2005). Magnetfältet tyder på att det finns ett flertal diabasgångar med rikt-



Fig. 26. Granit av Karlshamnstyp med 10–20 mm stora, euhedra, tabulära ströckorn av kalifältspat, 4E Tingsryd SO (o i), 6252197/1444835. Foto: Dick Claeson.

Karlshamn granite with euhedral, tabular K-feldspar phenocrysts 10–20 mm large.



Fig. 27. Granit av Karlshamnstyp med ett fåtal ströckorn, 4E Tingsryd SO (o i), 6250702/1444712. Foto: Dick Claeson.

Karlshamn granite with few phenocrysts.



Fig. 28. Granit av Karlshamnstyp med gångar av pegmatit och aplit, 4E Tingsryd SO (o i), 6250702/1444712. Foto: Dick Claeson.
Pegmatite and aplite dykes in Karlshamn granite.



Fig. 29. Massformig granit av Karlshamnstyp med xenolit av folierad TMB-granodiorit, 4E Tingsryd SO (o i), 6250642/1444648. Foto: Dick Claeson.
Massive Karlshamn granite with xenolith of foliated granodiorite of TIB origin.



Fig. 30. En gång av ljusgrå Spinkamålagranit som klipper en äldre foliation i en ögonförande TMB-granit till kvartsmonzonit, 4E Tingsryd SO (4j), 6274725/1446153. Foto: Dick Claeson.

A dyke of light grey Spinkamåla granite cutting the foliation in a granite to quartz monzonite of TIB origin.

ning nordnordväst till nordnordost (fig. 5). Åldern på de flesta enskilda gångar är okänd men många av dem tillhör troligen Blekinge–Dalarnadiabaserna. En av dessa gångar går att följa mellan Tegnaby (strax sydost om Växjö) till Asa (sydost om Eksjö) över ett avstånd av ca 80 km (fig. 31).

Diabas med kvartsitiska bollar, vanligen kallad ”diabaskonglomerat”, finns på flera ställen i Småland och söderut till Blekinge och Skåne (fig. 32, Eichstädt 1885). Denna bergart har bildats då Blekinge–Dalarnadiabas intruderat och inneslutit material från sedimentära bergarter motsvarande dem i Almesåkrgruppen (Berg-Lembke 1970, Rodhe 1987). Bergarten är en viktig indikator på att gångarna intruderade på ett ringa djup och att den berggrund som gångarna passerar inte heller befunnit sig på stort djup efter diabasens bildning. Xenoliter av kvartsitisk sandsten i diabas har noterats vid bl.a. Alvesta och i Blekinge (Rodhe 1988, Kornfält & Bergström 1990, Wikman 1998), vilket antyder att utbredningen även söderut kan ha varit avsevärt större.

Impaktstrukturer

Området runt sjön Mien har föreslagits representera en meteoritimpakt (t.ex. Svensson & Wickman 1965,

Svensson 1969, Stanfors 1969, 1973, Hodge 1994, Schmidt m.fl. 1997) och nedslaget inträffade troligen för ca 120 miljoner år sedan (t.ex. Welin 1975, K-Ar). Diametern på strukturen, innan erosionen minskade den, är uppskattad till ca 9 km (Åström 1998). Geofysiska undersökningar (t.ex. Åström 1998 och referenser däri), bl.a. seismiska mätningar, visar att låg S-vågshastighet förekommer runt sjön, men normal (eller möjligen något hög) S-vågshastighet i berggrunden direkt under sjön. Detta kan förklaras med att kraftig hydrotermal aktivitet ägt rum nära sänkans centrum direkt efter nedslaget, med implikationer för berggrundens magnetiska egenskaper. Magnetfältet varierar kraftigt i centrum av nedslagsstrukturen, och det finns en positiv anomali på ön Ramsö, vilken undersökts genom markmätning under sommaren 2005. Mätningen visar en relativt kraftig anomali (+2000–3000 nT) med en diameter av 150–200 m. Hällar saknas på ön, men tidigare undersökningar (bl.a. borrhningar) visar att det förekommer ryolitliknande bergarter med relativt kraftig remanent magnetisering (Roy Stanfors, personligt meddelande 2005). SGU har också nyligen utfört kompletterande tyngdkraftsmätningar i området, bl.a. på sjön under vintertid. Sjöns läge sammanfaller med ett markant tyngdkraftsminimum i storleksordningen –5 mGal.



Fig. 31. Ca 20 cm breda diabasgångar i gabbro, 4E Växjö SO (0 i), 630315/144505. Foto: Hugo Wikman.
Dolerite dykes cutting gabbro.



Fig. 32. Xenoliter av kvartsitisk sandsten i diabasstuffer från Alvesta idrottsplats, vittrad yta t.v., färskt brott t.h., 5E Växjö SV (1e), 630865/142290. Foto: Dick Claeson.

Xenoliths of metasedimentary rocks from the Almesåkra group in dolerite.

PROTOGINZONEN

Protoginzonens huvudsakliga strukturgeologiska karaktärsdrag är nord-sydligt orienterade, brantstående och tydligt avgränsade stråk med kraftig deformation och mylonitbildning samt mellanliggande, mindre deformerade domäner.

Söder om Vättern varierar zonerna i bredd från helt separata, millimetertunna stråk till hundratalet meter. I deformationszonerna förekommer, förutom en välutvecklad foliation, vanligen en med den associerad, brant lineation. Ställvis är foliationen veckad i småveck eller krenulationer längs branta veckaxlar (Wikman 2000). Den metamorfa graden varierar

från grönskifferfacies längst i öster till amfibolitfacies i väster, något som syns tydligast i de deformerade basiska bergarterna. I öster är de grönsvarta och innehåller klorit och rikligt med kvartskörtlar. I väster är de omvandlade till svart amfibolit, vanligen biotitrika och innehåller granat. I de granitiska, deformerade bergarterna märks den metamorfa variationen framför allt genom att fältspaterna, i synnerhet kalifältspat, i större utsträckning är omkristalliserade i väster. I och med den ökade metamorfa graden sker en övergång från spröd-plastisk till plastisk deformation, och de enskilda deformationszonerna blir generellt bredare. Stora mängder kvarts uppträder som sprickfyllnader vilket är typiskt för Protoginzonen.

Asymmetriska småstrukturer som visar relativa rörelseriktningar förekommer. Den vanligast förekommande typen är asymmetriska, linsformade rester av större fältspatkristaller. Undersökningar av dessa visar omväxlande rörelseriktningar (normal, revers samt horisontell förskjutning, Andréasson & Rodhe 1996). För Protoginzonen söder om Vättern är förändringen i metamorf grad ett kriterium för att avgöra den huvudsakliga relativa rörelseriktningen i sensvekonorvegisk tid, eftersom det är uppenbart att västligare delar av berggrunden har genomgått metamorfos och deformerats vid successivt större djup. Åldersbestämningar från olika delar av Protoginzonen har visat att berggrunden genomgick en metamorf avsvälning i sensvekonorvegisk tid (tidpunkten då muskovit registrerar när avsvälningen passerade ca 375 °C är 0,96–0,92 miljarder år; Andréasson & Dallmeyer 1995 och referenser däri).

Spröda zoner, vanligen beklädda med glidytor och sekundära järnutfällningar, förekommer också. De är vanligtvis orienterade parallellt med de plastiska zonerna, och anses vara samtida med bildningen av Vätternsänkan (Månsson 1996).

Det bör noteras att blottningsgraden är mycket låg i kartområdena 5E Växjö SV, 4E Tingsryd NV och SV, varför bergarternas utbredning till övervägande delen är tolkad från geofysiska data.

Vulkaniska bergarter

De vulkaniska och sedimentära bergarter som förekommer tillsammans med TMB-graniterna i öster är sällsynt förekommande i Protoginzonen. Ett mindre område med relativt välbevarade felsiska vulkaniter fortsätter från öster ut i Protoginzonen (4E 2e, 3d–e, 4d) och vulkaniterna är i Protoginzonen folierade med typiskt branta stupningar och nord–sydlig strykning.

Granitbergarter tillhörande TMB

I Protoginzonen finns samma slags djupbergarter som öster om den Svekonorvegiska provinsen, men där är de kraftigt deformerade längs urskiljbara stråk. Ställvis är bergarterna emellertid bättre bevarade. Olika typer av porfyrisk granit med större kristaller av kalifältspat är vanligt förekommande. De är gråröda till rödgrå, medelkorniga och varierar i sammansättning mellan granit och kvartsmonzonit. Ljusa bergarter med strikt granitisk sammansättning förekommer också, t.ex. Hagshultsgranit. Den är ljus röd med sockerkornig kvarts och innehåller endast lite mörka mineral.

I de mest deformerade stråken har granitbergarter som ursprungligen varit medel- till grovkorniga genomgått kornstorleksförminskning och är idag betydligt fin-

kornigare. Detta är mycket tydligt där porfyrisk granitbergarter har deformerats. I dessa har ögonen, mestadels kalifältspat, helt eller delvis omkristalliserat till finkorniga aggregat. Åldrar mellan 1,80 och 1,66 miljarder år är rapporterade för olika TMB-graniter i Protoginzonen (t.ex. Claeson 1999, Wikman 2000).

Karlshamnsgranit

Vid Värpeshult (4E 7c) finns en intrusion av syenogranit till alkalifältspatgranit som på ”PÖB”-kartan (Kornfält & Bergström 1991) ligger som odeformerad Smålandsgranit i Protoginzonen. Denna omtolkades till att vara samtida med syeniterna till kvartssyeniterna (Wik m.fl. 2005b), då den är mycket svagt deformerad och syenitiska till kvartssyenitiska band och partier uppträder i den (fig. 33, 34). Graniten intruderar till största delen i folierade granitoider och gnejser som troligen är TMB-bergarter (fig. 35). Även ptygmatiske strukturer förekommer i graniten (fig. 36). En åldersbestämning gav en ålder av ca 1,45 miljarder år (U-Pb-datering av zirkon, SGU, opublicerad) och indikerar att detta är en satellitintrusion av Karlshamnsgranit–Spinkamålatyp, mitt i Protoginzonen. För närvarande vet vi inte om det finns fler granitintrusioner av denna ålder inom Protoginzonen. Vidare indikerar denna intrusion att det i Protoginzonen finns också ett mycket äldre deformationssystem än det svekonorvegiska.

Syenit till kvartssyenit

I Protoginzonen förekommer 1,22–1,20 miljarder år gamla syenitbergarter, vilka uppträder som långsträckta, nord–sydligt orienterade intrusioner (Ask 1996, Jarl 2002).

Skillnader i kornstorlek från grov- till finkorniga varianter förekommer. Färgen varierar från mörkt grå till rödbrun i frisk yta och röd till gråröd i vittrad yta. De mörka mineralen i dessa bergarter är vanligen pyroxen och biotit. Bergarten vittrar lätt och djupvittring till ett djup av en meter har iakttagits. Ställvis förekommer även leukokratiska led som har <5 % mörka mineral. Hybridbergarter med inslag av basiska sammansättningar förekommer också. Vanligtvis är syenitbergarterna deformerade och har en nord–sydligt strykande foliation, men även helt odeformerade partier förekommer. Vid Virestadsjön (4E 5–6b) finns en större kropp av syenitoider, med delar som har pyroxen, amfibol, biotit och magnetit som mörka mineral. De mörka mineralen kan utgöra upp till 20 % av syenitoiden och den har susceptibilitet från 25 till $5\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Troligen tillhör den generationen som bildades för 1,22–1,20 miljarder år sedan, men iakttagelserna av bergarterna vid Värpeshult



Fig. 33. Syenogranit till alkalifältspatgranit, 4E Tingsryd NV (7c), 6289448/1411972. Foto: Dick Claeson.
Syeno granite to alkali feldspar granite.



Fig. 34. Kvarrtssyenit till syenit som gångar och partier i syenogranit till alkalifältspatgranit, 4E Tingsryd NV (7c), 6289448/1411972.
Foto: Dick Claeson.
Quartz syenite to syenite as layers and dykes in syeno granite to alkali feldspar granite.



Fig. 35. Syenogranit till kvartssyenit som raka gångar i ortognejs av trolig TMB-ålder, 4E Tingsryd NV (7c), 6290272/1413654.
Foto: Dick Claeson.

Straight dykes of syenogranite to quartz syenite in orthogneiss of presumed TIB age.



Fig. 36. Syenogranit till kvartssyenit som ptygmatisk gång i ortognejs av trolig TMB-ålder, 4E Tingsryd NV (7c), 6290272/1413654.
Foto: Dick Claeson.

Ptygmatic dyke of syenogranite to quartz syenite in orthogneiss of presumed TIB age.

och dess omgivning (se stycket ovan) medför en viss osäkerhet angående dess ålder.

Basiska bergarter

Ett flertal generationer av gabbro, diorit och diabas förekommer inom Protoginzonen. Kända generationer är 0,95, 1,20, 1,40, 1,57 samt 1,70 miljarder år gamla (t.ex. Patchett 1978, Johansson & Johansson 1990, Lundqvist 1996, Claeson 1999 och Söderlund m.fl. 2005). Även kvartsdiorit och amfibolit förekommer i området. Bergarterna är grå till svarta, fin- till grovkorniga och förekommer som små intrusioner eller gångar. De har delvis olika särdrag och olika typer av kontaktrelationer till omgivande granitbergarter, men i enskilda fall kan det vanligen inte avgöras vilken åldersgeneration bergarten tillhör.

Välbevarade basiska intrusioner av TMB-ålder förekommer och bildar små, upp till ett par tre kilometer stora, oregelbundet formade kroppar. Exempelvis vid sjön Rymmen (5E 5–6b–c) finns en 1,69 miljarder år gammal, lagrad intrusion som till största delen är intakt (Claeson 2001) och framträder med en tydlig, cirkulär form på den magnetiska anomalikartan (fig. 5) och som en positiv anomali på tyngdkraftskartan (fig. 6). Geofysisk modellering, med en bulkdensitet för hela intrusionen på 2850 kg/m^3 och form som en snittad ellipsoid, indikerar ett maximalt djup av 4 km. De magnetiska egenskaperna karaktäriseras av en kraftig remanens (Q-kvot ca 20) med deklination ca 136° och inklinations ca 44° .

Inom Protoginzonen deformationsstråk är de basiska bergarterna ställvis extremt deformerade och har omvandlats till biotit- och kloritrika, finbandade och veckade skiffrar (Wikman 2000). I den västligaste delen av zonen har deformerade basiska bergarter omvandlats till finbandade, granatförande amfiboliter, vilket speglar högre metamorfa temperatur- och tryckförhållanden. Där har även odeformerade partier av basiska bergarter överpräglats av metamorf omkristallisation, vilket visar sig som tunna kransar, s.k. koronor av mycket finkornig granat och hornblände mellan de magmatiska mineralen.

Tre generationer av diabasgångar, 0,95, 1,20 respektive 1,57 miljarder år, har identifierats i Protoginzonen och en särskild, helt svart diabas som kallas hyperitdiabas (fig. 37). Bergarten är fin- till grovkornig, och där den är odeformerad har den iögonfallande, mörka och speglade plagioklaslister (fig. 38). Dess mycket mörka färg beror på en pigmentering av plagioklas, orsakad av Fe-Ti-oxider (Estifanos m.fl. 1998). Hyperitdiabas förekommer både i Protoginzonen och väster därom. Titanomagnetitmalmen i Smålands Taberg är en del

av en större hyperitdiabas, vilken nyligen har åldersbestämts till ca 1,20 miljarder år (Larsson & Söderlund 2005). Diabasgångarna har relativt höga kaliumhalter (1,2–1,3 %) men låga uran- och toriumhalter (0,1–0,6 ppm respektive 1,3–1,5 ppm) vilket ger ett mycket lågt gammaindex på ca 0,2.

Den yngsta diabasgenerationen, kallad Blekinge–Dalarnadiabas, har identifierats både i Protoginzonen och öster därom. Moderna dateringar visar att den bildades för 0,97 till 0,94 miljarder år sedan (Söderlund m.fl. 2005). Ställvis innehåller även Blekinge–Dalarnadiabasen en mörk plagioklas, vilket gör det svårt att särskilja den från de äldre diabasgenerationerna.

Den magnetiska remanensen (NRM) har för diabaser daterade till en ålder av ca 0,95 miljarder år vanligen en västlig (deklination ca 270°) och brant uppåtriktad (inklination ca -70°) riktning (Bylund & Pisarevsky 2002). Diabasgångar daterade till en ålder av ca 1,26 miljarder år har vanligen en NRM-riktning där deklinationen är ca 45° och inklinations ca -30° (Elming m.fl. 2004). Detta innebär att läge och form kan bestämmas relativt väl utgående från den magnetiska mätningen. Strax söder om Långhult (4E 9b) har höga värden på en diabas uppmäts både för susceptibilitet och remanent magnetisering ($9400\text{--}11000 \times 10^{-5}$ SI-enheter respektive 5,1–37 A/m). Detta motsvarar en Q-kvot av 1,4 till 8,2, vilket innebär att anomalin huvudsakligen orsakas av den remanenta magnetiseringen. Den har en deklination av $280\text{--}340^\circ$ och en inklinations av -40° till -60° (dvs. något uppåtriktad).

Generellt har odeformerade diabas- och hyperitdiabasgångar relativt hög magnetisk susceptibilitet. På den magnetiska anomalikartan ses hyperitdiabaserna som lågmagnetiska anomalier, vilket beror på deras interna riktning hos remanent magnetiserade mineral (uppåtriktad) som är omvänd mot dagens magnetiska fält.

Gnejs

I delar av Protoginzonen finns gnejser vars ursprung och tillhörighet är okänd. De skiljer sig tydligt från omgivande deformerade TMB-graniter genom att de är finkorniga, grå, genomgripande ådrade och veckade. Gnejserna förefaller inte ha någon större utbredning utanför Protoginzonen, men illustrerar att ådrade gnejser förekommer långt öster om det Östra segmentet. Tydligt intrusiva kontaktrelationer mellan ådrad gnejs av sannolikt vulkaniskt ursprung och Smålandsgranit har dokumenterats (Wikman 2000), vilket visar att gnejserna utgör brottstycken i TMB. En åldersbestämning av en grå, ådrad gnejs resulterade i ursprungsåldern 1,77 miljarder år (U-Pb datering av zirkon, Möller m.fl. 2005).



Fig. 37. Hyperitdiabas med svarta plagioklasmegakrister, 4D Markaryd SO (0j), 6251900/1397755. Foto: Ulf Bergström.
Hyperite dolerite with black plagioclase megacrysts.



Fig. 38. Grovkornig hyperitdiabas, 4E Tingsryd NV (7a), 6287953/1403016. Foto: Dick Claeson.
Coarse-grained hyperite dolerite.

I kartområdets sydligaste delar inom Protoginzonen förekommer gnejser som möjligen kan vara utlöpare av den s.k. Blekinge kustgnejs som är daterad till ca 1,70 miljarder år (Johansson & Larsen 1989, fig. 39, 40).

ÖSTRA SEGMENTET, SVEKONORVEGISKA PROVINSEN

Inom det Östra segmentet sker en övergång västerut till strukturellt djupare och högmetamorfa nivåer i berggrunden, vilket medför skillnader i bergarternas utseende och materialegenskaper. Två huvudsakliga tektonostratigrafiska domäner, här kallade övre och undre nivån, urskiljs på den berggrundsgeologiska kartan (se även Wik m.fl. 2006). Domänerna skiljer sig åt vad gäller deformationsstrukturer och metamorfos, men även vad gäller berggrundens sammansättning. Bergarter med ursprung i det Transskandinaviska magmatiska bältet kan i omvandlade former följas västerut över Protoginzonen. Övre nivån av Östra segmentet består huvudsakligen av granitiska bergarter som är snarlika bergarterna i TMB öster om Protoginzonen, men är kraftigt omkristalliserade, gnejsiga och veckade och tolkas som omarbetad TMB-berggrund. De granitiska bergarterna är urskiljbara fram till en i princip nord-sydlig, flackt till måttligt östligt stupande gräns som utgör kontakten till den undre nivån av Östra segmentet. Den undre nivån utmärks av en större heterogenitet i berggrundens sammansättning och en högre metamorfosgrad med uppsmältning och åderbildning som följd. Berggrunden har en mer komplex uppbyggnad och innehåller tektoniskt inskjutna enheter (jfr Möller 1998), även om många bergarter i den undre nivån har ett sannolikt ursprung som TMB-granit (jfr Andersson m.fl. 2006).

I södra Kronobergs län är det till skillnad från i områden längre norrut svårare att definiera övergången mellan en strukturellt övre och undre nivå. Porfyriska, stängliga till folierade ögongnejser av Hinnerydstyp (Lindh & Johansson 1991, Mannerstrand & Lindh 1995, Lindh 1996, Andersson m.fl. 2006) och jämnkorniga, röda gnejsgraniter uppträder där längre västerut. Dessa bergarter har sannolikt sitt ursprung i TMB (t.ex. Andersson m.fl. 2006). Gränsen definieras av en ökande frekvens av ådror i de granitiska leden och att de mafiska bergarterna övergår från amfibolit till granatamfibolit och granulit västerut. Gränsen sammanfaller delvis med den nord-sydliga tyngdkraftsgradient som finns i området, och delvis följer gränsen olika nordnordostliga deformationszoner. Granodioritiska till granitiska ådergnejsar finns i de västligaste och framför allt nordvästligaste delarna av länet, men även där är stängliga ögongnejser vanligt förekommande. Blottningsgraden är dock extremt dålig, vilket gör området svårkarterat.

Såväl ögongnejser av Hinnerydstyp som ådergnejsar har åldersbestämts till att vara 1,73–1,66 miljarder år gamla (U-Pb-datering av zirkon SGU, opublicerad), vilket är mer eller mindre samtida med den yngsta fasen av TMB. Metamorfosgraden i de sydvästra delarna av länet är hög, även om uppsmältning och åderbildning inte verkar vara lika omfattande som längre norrut. Basiska bergartskroppar, de flesta av okänd ålder, förekommer i riklig mängd och är vanligen heterogent deformerade och omvandlade. Mot väster ökar den metamorfa graden till övre amfibolit- till högtrycksgranulitfacies. Övergången definieras i de södra delarna av Kronobergs län också grovt gränsen till den undre nivån. I stort förekommer inom Östra segmentet i sin helhet variationer i metamorf grad även i nord-sydlig riktning, men exakt hur är fortfarande oklart.

De storskaliga strukturerna i Östra segmentet framträder tydligt på den magnetiska anomalikartan över Kronobergs län (fig. 5), där mönstret återspeglar berggrundens bandade uppbyggnad samt gnejsiga och veckade struktur. Båda är ett resultat av stark, plastisk deformation varvid bergarterna har förflyttats, pressats samman och sträckts. Orienteringen av de storskaliga strukturerna visas på den berggrundsgeologiska kartan med s.k. magnetiska trendlinjer. De huvudsakliga strukturelementen i Östra segmentet är gemensamma för övre och undre nivån, dvs. en regional gnejsig foliation, en omveckning av denna i uppräta till måttligt överstjälpna veck med ost-västliga till nordvästliga axlar samt en sträckningslineation som är parallell med de flackt till måttligt stupande veckaxlarna. En tydlig veckstruktur med ost-västligt axialplan finns i det relativt välblottade Vråområdet (4D 8 b). Veckstrukturen har generellt branta stupningar till skillnad från övriga veckstrukturer i kartområdet.

Det finns ett flertal moderna åldersbestämningar (U-Pb-datering av zirkon och titanit) som knyter den höggradiga metamorfosen (övre amfibolit- och högtrycksgranulitfacies) i Östra segmentet till den svekonorvegiska bergskedjebildningen vid 0,98–0,95 miljarder år (se sammanfattning i Söderlund m.fl. 2002). Detta är också fallet för bildningen av den metamorfa, extrema högtrycksbergarten eklogit som förekommer strax nordväst om Kronobergs länsgräns (Möller 1998, 1999, Johansson m.fl. 2001). Strukturerna i de inre delarna av Östra segmentet är dock ännu i mycket liten utsträckning daterade, och generellt finns det få moderna dateringar av berggrunden i Kronobergs län. Det har framlagts helt olika tolkningar, där de regionalt dominerande strukturerna ansetts vara bildade för 1,70–1,55 miljarder år sedan (t.ex. Larson m. fl. 1986, Christoffel m.fl. 1999), eller för 0,98–0,95 miljarder år sedan (t.ex. Möller & Söderlund 1997 och referenser däri). Under senare delen



Fig. 39. Ådrad, bandad, folierad, stänglig och veckad ortognejs, 4E Tingsryd NV (9 c), 6299952/1412100. Foto: Dick Claeson.
Migmatitic and folded orthogneiss.

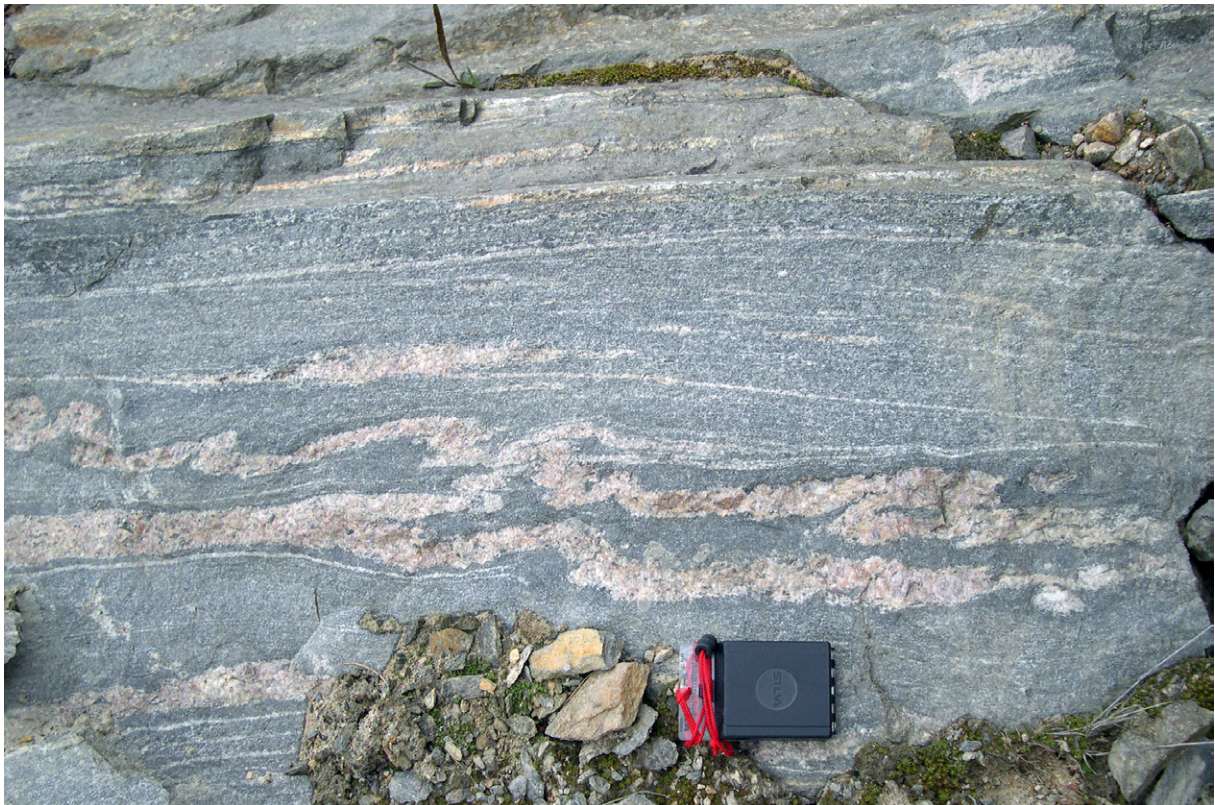


Fig. 40. Folierad, stänglig, ådrad och veckad gnejs, 4E Tingsryd NV (5 a), 6277311/1403536. Foto: Dick Claeson.
Foliated, lineated, veined, and folded orthogneiss.

av 1990-talet har tillgång till ny teknik (jonsond, jfr nedan) medfört bättre förutsättningar för åldersbestämning av exempelvis åderbildning. Jonsondsdata har verifierat både genomgripande deformation och kraftig åderbildning av svekonorvegisk ålder (Andersson m.fl. 1999, Söderlund m.fl. 2002, Johansson m.fl. 2006). Åderbildning i samband med veckningen längs de dominerande, ost-västliga veckaxlarna har åldersbestämts till att vara 0,97 miljarder år (Möller & Andersson 2006). Det är också väl dokumenterat att 1,39 miljarder år gamla granitbergarter, en generation som endast har identifierats i Östra segmentets undre nivå, har genomgått stark deformation och uppsmältning under den svekonorvegiska bergskedjebildningen (Andersson m.fl. 1999, jfr även bergartsbeskrivningen nedan). Även äldre metamorfos och ådring (ca 1,44 miljarder år gammal) har verifierats med modern dateringsteknik (Christoffel m.fl. 1999, Söderlund m.fl. 2002, Möller m.fl. 2005), liksom metamorf charnockitbildning för ca 1,40 miljarder år sedan (Rimsa m.fl. 2004). Dessa äldre metamorfoser är båda associerade med en intrusion av granitgångar, men deras kopplingar till deformationsstrukturer och tektonik är ännu dåligt kända. Det är dock klart att berggrunden i stor utsträckning överpräglats av plastisk deformation och veckning som skett senare än för 1,4 miljarder år sedan (t.ex. Möller m.fl. 2006).

Yngre strukturelement framträder tydligt på både magnetiska anomalikartor och resistivitetskartan, och är orienterade i nordlig till nordostlig riktning (fig. 4, 5, 7). De skär och förskjuter ställvis det äldre plastiska deformationsmönstret och tolkas i huvudsak som spröda förkastningar och sprickor. På resistivitetskartan framträder även ett område i sydväst med högre resistivitet. Uppmätta nordliga till nordnordostliga, brant stupande foliationer i nära anslutning till dessa zoner, antyder dock att det även där finns en plastisk komponent och att åtminstone vissa av dessa zoner kan klassas som plastiska till spröda. En del geologiskt sett sena, spröda strukturer kan eventuellt vara likåldriga med bildningen av Vätternsänkan. Lagandalen utgör en större sådan plastisk till spröd tektonisk zon, vilken har en sydsydvästlig till sydvästlig riktning ned till Markaryd, med en fortsättning av zonen från Markaryd mot sydväst även om själva Lagan böjer av mot väster. Vid Strömnäsbruk intill Lagan finns hållar med en fint bandad och hårt folierad finkornig granitisk gnejs. Foliationen ligger parallellt med Lagan i sydvästlig riktning och i vinkel mot strukturerna för övrigt i området. Enligt karteringen från Bolmentunneln finns ytterligare en större deformationszon med myloniter alldeles söder om Markaryd. Zonen stryker i nordnordostlig riktning mer eller mindre parallellt med Protoginzonen (Stanfors 1987). I anslutning till

ovan nämnda tektoniska zoner förekommer en sekundär rödfärgning av bergarterna och epidot, klorit och lermineral finns som sprickmineral.

Övre nivån

Den övre nivån av Östra segmentet domineras av storskaliga veckstrukturer, huvudsakligen upprätta eller svagt överstjälpna synformer och antiformaler. Veckaxlar och axialplan är nordväst-sydöstligt orienterade. I Jönköpings län har strukturerna närmast Protoginzonen roterats in och överpräglats av den brantstående Protoginzonen, så att de stupar allt brantare österut. Helt nära zonen är foliationsmönstret mycket oregelbundet. Denna omorientering av strukturerna är sannolikt orsakad av upplyftningen av Östra segmentet i slutfasen av den svekonorvegiska bergskedjebildningen. I Kronobergs län är dock blottningsgraden mycket låg närmast Protoginzonen, vilket gör det svårare att se detta samband.

Bergarterna i området har omarbetats under amfibolitfaciesförhållanden. De granitiska bergarterna är helt omkristalliserade och har vanligen både stark foliation och lineation, vilka definieras av tunna biotitstråk växlande med kvarts- och fältspatrika, halvcentimeterbredda domäner. Foliationen följer de storskaliga veckstrukturerna och är således bildad innan veckningen ägde rum. Den dominerande lineationen är parallell med veckaxlarna och därför sannolikt bildad samtidigt med veckningen. Temperatur och tryck för metamorfosen har beräknats för granatamfibolit omedelbart väster om Protoginzonen (samhället Åker, sydväst om Skillingaryd) och resulterat i 600–630 °C och 10–12 kbar (Söderlund m.fl. 2004). De uppmätta trycken motsvarar ett djup av ca 40 km, vilket pekar på att en betydande del av de rörelser som kanaliserat den svekonorvegiska upplyftningen av Östra segmentet måste ha lokaliserats till övergången mellan Östra segmentet och Protoginzonen.

Som framgår av bergartsbeskrivningen nedan finns odeformerade delar i många av de basiska kropparna, vilket kan bero på att de basiska bergarterna varit mer deformationsresistenta än de granitiska. De odeformerade delarna har också helt eller delvis undgått metamorf omkristallisation. De centrala delarna av de basiska kropparna består vanligen av välbevarad diabas eller gabbro, medan andra delar (oftast randzonerna) är starkt deformerade och fullständigt omvandlade till amfibolit eller granatamfibolit. Där de basiska bergarterna är omvandlade har i regel susceptibiliteten minskat och densiteten ökat. Densitetsökningen beror på en anpassning till höga tryck, med framför allt bildning av granat.

Två typer av granitisk gnejs har urskiljts i området omedelbart väster om Protoginzonen. De har tolkats som TMB-graniter av samma slag som de som förekommer i Protoginzonen, men är vanligen fullständigt omkristalliserade och deformerade. Foliationerna som ses i bergarterna följer de strukturer i större skala som illustreras bl.a. på den magnetiska anomalikartan, delvis som kilometerstora, öppna veck med ostligt stupande axlar. Basiska bergarter förekommer i riklig mängd, framför allt i de norra delarna. De flesta är relativt små, men upp till 10 km avlänga kroppar förekommer.

Röd granitisk gnejs

Ljust röd till gråröd granitisk gnejs med relativt små mängder mörka mineral dominerar berggrunden i de norra delarna av Kronobergs län. Bergarten är finkornig till fint medelkornig, men den uppvisar ställvis en textur med omkristalliserade mineraldomäner som visar att den tidigare varit medel- till grovkornig. Den vanligaste strukturen i liten skala är en kombination av plan- och linjärstruktur, definierad av tunna, mörka mineralstråk (huvudsakligen biotit, små mängder titanit och opakmineral, lokalt även granat) och mellanliggande, halvcentimeterbreda domäner av omkristalliserad fältspat och kvarts. Bergarten är för det mesta mycket fattig på mörka mineral och uppfattas då som strukturlös. En åldersbestämning (prov från Åsafors i Jönköpings län) visar att bergarten är ca 1,67 miljarder år gammal (U-Pb-datering av zirkon, SGU, opublicerad). Liknande ålder har granit av Hagshultstyp i Protoginzonen (t.ex. Jarl 2002). I många områden är den granitiska berggrunden homogen, finkornig och folierad, vilket gör dess ursprung svårtolkat. Dessa bergarter kan ha haft sitt ursprung som granit, subvulkanit eller vulkanit.

Monzogranitisk ögongnejs

Gnejsig och stänglig monzogranit med reliktporfyrisk textur förekommer i de södra delarna av Kronobergs län. Den är ljust grå till rödgrå, medelkornig och har 10–20 mm stora kalifältspatströkorn. Deformationsgraden varierar och kalifältspatkristallerna är omkristalliserade. De mörka mineralen i gnejserna är huvudsakligen biotit samt små mängder titanit, opakmineral och epidot. Bergarten liknar de folierade, porfyriska graniter som finns inom Protoginzonen, vilka har daterats till 1,68 miljarder år (Wikman 1997).

Basiska bergarter

De basiska bergarterna är mörkt grågröna till svarta, fint medelkorniga och jämnkorniga. Amfibolit utan granat

förekommer i länets norra del, i övrigt är det heterogent omvandlade granatamfiboliter som dominerar. Granatamfiboliterna består huvudsakligen av plagioklas, hornblände, granat, biotit, kvarts och titanit. De har vanligen en tydlig lineation eller en kombinerad lineation och foliation som definieras av omväxlande ljusa och mörka mineraldomäner. Där bergarten är mindre deformerad och omkristallisationen är begränsad har finkornig granat och hornblände bildats i koronor. Zirkon från granatamfibolit har åldersbestämts till ca 0,97 miljarder år (Wang 1996). Vissa välbevarade basiska bergarter har en magmatisk lagringsstruktur, med varierande, centimeter- till halvmetertjocka lager med olika proportioner av mörka mineral och plagioklas. Det är sannolikt att en dominerande del av de basiska bergarterna tillhör de tre diabasgenerationer som man finner i Protoginzonen.

Övriga bergarter

Lokalt förekommer bergarter av okänt ursprung. Öster om Osby (4D 0 i) har en ögonförande gnejsgranit några tiotal meter stora fragment som utgörs av en finkornig bergart med sannolikt vulkaniskt ursprung. Det är oklart om denna bergart bildar större, sammanhängande enheter.

Undre nivå

I Östra segmentets undre nivå dominerar partiellt uppsmälta och gnejsiga bergarter med olika sammansättning. Det förekommer vanligen växlingar mellan olika bergarter i en skala som är mindre än vad kartan kan återge, och även enskilda bergarters sammansättning växlar över korta avstånd. Liksom i den övre nivån av Östra segmentet domineras berggrundens plastiska strukturmönster av storskaliga, upprätta eller måttligt överstjälpda veck med ost-västligt orienterade, flacka axlar med något undulerande stupning. Den regionala foliation som framträder i den magnetiska anomalikartan syns i fält som gnejsighet och åderbandning i bergarterna samt som växlingar mellan olika bergartstyper. Även de yngre gnejserna, av Tjärnesjö-Torpatyp, präglas i stor utsträckning av samma ådergnejsstrukturer även om massformiga linser förekommer. Ådergnejserna i den undre nivån har vanligen en genomgripande, gnejsig struktur som förutom öppna ost-västliga veck ställvis också innehåller äldre isoklinala veck (fig. 41, 42). Mindre omvandlade och mer massformiga domäner finns också, speciellt i de södra delarna av undre nivån där jämnkorniga till porfyriska, i huvudsak stängliga gnejsgraniter är vanligt förekommande. Sträckningslineationerna är vanligen, men inte överallt,



Fig. 41. Kontakten mellan grå, granodioritisk ådergnejs och ljus gråröd, leukokratisk gnejsgranit är veckad. Graniten har en flack mineralstänglighet mot ostsydost (in i bilden), vilken är parallell med veckaxeln till den öppet veckade kontakten. En granatamfibolit skär igenom gnejsgraniten. Såanna bergtäkt, 4D Markaryd SV (1 a), 6265040/1369915. Foto: Fredrik Hellström.

The grey, granodioritic gneiss shows a folded contact to light greyish red, leucocratic gneissic granite. The granite has a low angle mineral lineation towards ESE (into the picture), which is approximately parallel to the fold axis of the open-folded contact. A garnet amphibolite cuts the gneissic granite.



Fig. 42. Rödgrå, granodioritisk ådergnejs med ett flammigt utseende. De centimeterbredda, röda ådrorna är isoklinalt veckade och formar ställvis massformiga körtlar (vänster om hammaren). Mobilisatet har leukokratisk sammansättning i likhet med den gnejsgranit som är huvudbergart i Såanna bergtäkt, 4D Markaryd SV (1 a), 6265040/1369915. Foto: Fredrik Hellström.

Reddish grey, granodioritic migmatitic gneiss with a flame-like appearance. The centimetre wide veins are isoclinally folded, and locally accumulate into massive pods (left of hammer).



Fig. 43. Mikrofoto av mafisk granulit (planpolariserat ljus) där bildens bredd motsvarar ca 1,2 mm. Bergarten har en granoblastisk textur med plagioklas (Pl), granat (Grt) och ljusgrön klinopyroxen (Cpx). Underordnat finns ortopyroxen (Opx), ilmenit (Ilm) och rödbrun biotit, 4D Markaryd SO (o b). Foto: Fredrik Hellström.

Microphoto of mafic granulite (plane-polarized light), where the width of the photograph corresponds to c. 1.2 mm. The rock has a granoblastic texture with plagioclase, garnet, and light green clinopyroxene. Orthopyroxene, ilmenite and reddish brown biotite occur subordinately.

parallella med axlarna hos de storskaliga vecken. I starkt ådrade bergarter finns vanligtvis ådror som är isoklinalt veckade och ställvis även avslitna. I många fall där gnejsigheten är kraftig kan ögontexturen bara anas och utseendet närmar sig det hos ådergnejserna.

Metamorfosgraden är hög, övre amfibolitfacies (över 630 °C) till högtrycksgranulitfacies, och även amfiboliterna innehåller ställvis ådror som bildats genom partiell uppsmältning. Det finns en tydlig systematik vad gäller metamorfa mineral i metagabbro- och metadiabasbergarterna, vilken speglar ökande metamorfa temperaturer västerut, upp till uppskattningsvis drygt 700 °C inom Kronobergs län. Från öster till väster observeras både en tilltagande omkristallisation av primära mineral och en ökad andel nybildad metamorf klinopyroxen. I områden där metamorf klinopyroxen och granat förekommer tillsammans i basiska bergarter har den metamorfa graden nått högtrycksgranulitfacies (fig. 43). Något längre västerut, i Halland, har metamorfa temperaturer för pyroxenförande bergarter beräknats till ca 770 °C (Möller 1998, 1999).

De sydvästliga delarna av Kronobergs län är extremt dåligt blottade. Bolmentunneln är en oinklädd bergtunnel som sträcker sig genom de västra delarna av kartområdet 4D Markaryd, på ett djup av 50 till 100 m

under markytan, från Bolmen till trakten av Perstorp i Skåne. I samband med projekteringen av tunneln utfördes omfattande geologiska och geofysiska undersökningar som SGU tagit del av.

Monzogranitisk ögongnejs (Hinnerydstyp)

Stora områden i södra delen av Kronobergs län inom Östra Segmentet består av en gnejsig rödgrå, ursprungligen kalifältspatporfyrisk eller grovkornig monzogranit, s.k. Hinnerydsgranit (fig. 44, Lindh & Johansson 1991, Mannerstrand & Lindh 1995, Lindh 1996). Nyligen genomförda åldersbestämningar visar att dessa gnejser är ca 1,68–1,67 miljarder år gamla och likåldriga med ådergnejserna (Andersson m.fl. 2006). Gnejs av Hinnerydstyp kan följas från Protoginzonen västerut där den är allt mer deformerad. Den är helt omkristalliserad och saknar vanligen ådror. Kvartsfattiga varianter med kvartssyenitisk eller kvartsmonzonitisk sammansättning förekommer underordnat och har en ursprungligen grovkornig, ojämnkornig textur. Ögongnejsen är småporfyrisk med upp till 20 mm rundade, kalifältspatdominerade aggregat av pertitisk ortoklas till mikroklin. Röd mikroklin dominerar i kalifältspatögonen, men ofta syns grå ortoklas i ögats centrum. Även mer jämn-



Fig. 44. Rödgrå, monzogranitisk, svagt porfyrisk ögongnejs av Hinnerydstyp. Prov från Bolmentunneln, 4D Markaryd NV (5 d), 6278200/1368680. Foto: Fredrik Hellström.

Reddish grey monzogranitic, to some extent porphyritic augen gneiss of Hinneryd type.

korniga varianter förekommer, framför allt i de södra delarna (fig. 45). Små mängder hornblände och granat förekommer ställvis i grundmassan. Kalifältspatögonen är vanligtvis utdragna och ses som en stänglighet. Gnejsigheten utgörs av millimeterbreda skikt av biotit som växlar med halvcentimeterbreda kvarts- och plagioklasrika domäner och kalifältspatdominerade band, där de senare utgör utvalsade kalifältspatögon. Ställvis kan ögonstrukturen bara anas och utseendet närmar sig det för ådergnejserna (fig. 46). Partiell uppsmältning har förekommit sparsamt och vanligtvis saknas ådror helt. De röda ådrorna har en leukokratisk, granitisk sammansättning med en sockerkornig textur och är öppet veckade. Deformerad kvarts i de veckade ådrorna bildar en mineralstänglighet som är parallell med veckaxeln (fig. 47). I området vid Vrå (4D 8 b) uppträder ett flertal små basiska kroppar och gångar i den stängliga graniten. Olika magmablandningsfenomen och hybridbergarter med kvartsmonzodioritisk sammansättning är vanligt förekommande (fig. 48, 49, 50).

Ådergnejs

Ådergnejs dominerar den nordvästra delen av Kronobergs län och är många gånger heterogent uppbyggda,

kraftigt migmatitiserade (ådrade) och bandade. Sammansättningen varierar från granit till kvartsmonzodiorit i hållskala, med decimeter- till meterbreda amfibolitiska band eller linser och ljusa röda granitiska ådror. Mörka mineral som biotit och ställvis hornblände finns i varierande mängd i mellanmassan. Grå kalifältspatfattiga gnejser med större mängder mörka mineral och en lägre andel kvarts utgör en variant med kvartsmonzodioritisk till kvartsdioritisk sammansättning (fig. 51). I enstaka, mindre områden syns tydligt ådergnejsens ursprung som djupbergarter.

Även i den sydvästra delen av Kronobergs län, som domineras av ögonförande gnejser, finns stora partier med ådergnejs. Blottningsgraden i dessa delar är dock mycket låg, vilket gör det svårt att bestämma bergarternas utbredning och samband. Vid Sånna bergtäkt nordost om Markaryd (4D 1 a) har den granodioritiska ådergnejsen ett flammigt utseende och påminner om ådergnejserna i södra Halland, där den bryts som ornamentsten under namnet "Hallandian" (fig. 42). Även bandade, finkorniga grå gnejser förekommer i området, men utbredningen av dessa är oklar.

Moderna åldersbestämningar från Halland, Västergötland och Småland visar att ådergnejserna bildades för 1,73 till 1,66 miljarder år sedan (Connelly m.fl. 1996,



Fig. 45. Jämnkornig monzogranit, 4D Markaryd SO (o g), 6252789/1382039. Foto: Ulf Bergström.
Even-grained monzogranite.



Fig. 46. Kraftigt stänglig, ursprungligen porfyrisk monzogranit. Deformationen gör att ögontexturen i många fall bara kan anas,
4D Markaryd SO (o f), 6252889/1375813. Foto: Ulf Bergström.
Strongly lineated, originally porphyritic monzogranite. Deformation makes the augen texture hard to recognise.



Fig. 47. Partiell uppsmältning förekommer sparsamt i Hinnerydsgnejserna och vanligtvis saknas ådror helt. Utdragen kvarts i den ljusa röda granitiska ådran bildar en flack mineralstänglighet mot östsydost, parallellt med veckaxeln till den öppna veckningen, 4D Markaryd SV (o b), 6250708/1356294. Foto: Fredrik Hellström.

Partial melting occurs sparsely in the Hinneryd gneisses. Deformed quartz in the light red granitic vein forms a low angle mineral lineation parallel to the fold axis of the open folding.



Fig. 48. Finkornig basisk inneslutning i ögonförande monzogranitisk Hinnerydsgnejs, 4D Markaryd NV (8 c), 6293352/1361460. Foto: Fredrik Hellström.

Fine-grained basic enclave in augen-bearing monzogranitic Hinneryd gneiss.



Fig. 49. Basisk gång i porfyrisk monzogranitisk gnejs, 4D Markaryd NV (7 e), 6287360/1371402. Foto: Ulf Bergström.
Basic dyke in porphyritic monzogranitic gneiss.



Fig. 50. Kvarzmonzodiorit med diffusa dioritiska enklaver. Denna bergart uppträder som små kroppar associerade med porfyrisk monzogranit, och har sannolikt bildats genom magmablandningsprocesser, 4D Markaryd NV (8 b), 6290283/1358241. Foto: Ulf Bergström.
Quartz monzodiorite with diffuse dioritic enclaves. This rock appears as small bodies associated with porphyritic monzogranite and has probably formed by magma-mixing processes.



Fig. 51. Grå till mörkt grå, ådrad kvartsdioritisk till kvartsmonzodioritisk gnejs. I blockets övre del, ovan hammaren, syns en övergång till en svagt ögonförande textur som påminner om den hos Hinnerydsgnejs, 4D Markaryd SV (o b), 6250710/1356291. Foto: Fredrik Hellström.

Grey to dark grey, veined quartz dioritic to quartz monzodioritic gneiss. In the upper part of the boulder, above the hammer, a transition to a weakly augen-bearing texture, resembling that of the Hinneryd gneisses, is present.

Christoffel m.fl. 1999, Andersson m.fl. 2002, Söderlund m.fl. 2002, Johansson m.fl. 2006, Möller & Andersson 2006, Möller m.fl. 2006, Möller m.fl. 2005, samt av SGU utförda, opublicerade U-Pb-dateringar av zirkon; de sex senaste studierna är utförda med jonsond).

Leukokratisk gnejsgranit

Röd, leukokratisk gnejsgranit finns i nära anslutning till större kroppar av metabasit, vilket antyder att dessa är mobiliserade genom partiell uppsmältning av sidoberget till intruderande basiter. Liknande bergarter finns även som kroppar i både ådergnejserna och i den ögonförande Hinnerydsgnejsen. Gnejsigheten är diffust utbildad i den vanliga leukokratiska sammansättningen (<5 % biotit, fig. 52). Foliation eller mineralstänglighet syns som deformerad kvarts tillsammans med parallellorienterad biotit, och även som en diffus, jämfört med grundmassan något grövre ådring. Bergartens sammansättning gör att vid omkristallisation och uppsmältning under höggradig metamorfos suddas en eventuell tidigare gnejsighet ut och en närmast massformig, sockerkornig textur kan bildas (t.ex. metagranit av Mårdaklevstyp). En åldersbestämning av Mårdaklevsgranit i Halland har visat att den innehåller tre zirkongenerationer daterade

till att vara 0,97, 1,44 och 1,68 miljarder år gamla (Söderlund m.fl. 2002). Tolkningen av åldrarna är inte självklar, men en möjlighet är att den äldsta zirkongenerationen utgör rester av källmaterialet, medan åtminstone en av de yngre åldrarna speglar en faktisk bildning av graniten genom uppsmältning av ett äldre källmaterial under höggradig metamorfos.

Längre österut i den undre nivån finns stora partier med röd gnejsgranit av samma typ som finns i den övre nivån, tillsammans med de monzogranitiska ögongnejserna. I undre nivån är den i ökande utsträckning gnejsig och omkristalliserad, ställvis ådrad med övergångar till de granitiska ådergnejserna. Omkristallisationen gör att bergarten ser nästan massformig ut, och kornstorleken är generellt finkornig till fint medelkornig. Utseendet gör att det i princip är omöjligt att skilja den från metagranit av Mårdaklevstyp. Bergarten är normalt lågmagnetisk.

Granitisk gnejs av Tjärnesjö–Torpatyp

I den allra nordligaste delen av kartområdet 5D Värnamo SV finns en förekomst med granitisk ögongnejs av s.k. Tjärnesjö–Torpatyp. Den är lätt igenkännbar när den är medel- till grovkornig och grovporfyrisk, med



Fig. 52. Röd, leukokratisk metagranit av Mårdaklevstyp, med en finkornig sockerkornig textur. Utdragen kvarts definierar en flack mineralstänglighet mot öster, 5D Värnamo SV (2 a), 6314360/1351395. Foto: Fredrik Hellström.

Red, leucocratic metagranite (Mårdaklev type granite), with a fine- and sugar-grained texture. Stretched quartz defines a low angle mineral lineation towards the east.



Fig. 53. Granitisk kalifältspatporfyrisk ögongnejs av Tjärnesjö–Torpatyp, 5D Värnamo SV (4 c), 6324735/1364635. Foto: Fredrik Hellström.

Granitic K-feldspar porphyritic augen gneiss of Tjärnesjö–Torpa type.

rödgrå eller grå kalifältspatmegakrister (fig. 53). Den grå kalifältspaten är ortoklas, med karaktäristiskt rektangulär kornform. Röda domäner i ortoklaskristallerna är övergångsformer till mikroklin, och på många ställen är all kalifältspat omvandlad till mikroklin. Även den karaktäristiskt grovporfyriska bergarten varierar starkt i utseende beroende på hur deformerad den är, och successiva övergångar till starkt gnejsiga och migmatitiska (ådrade) varianter är vanliga. Bergarten är åldersbestämd till 1,39 miljarder år (U-Pb-analys av zirkon, SGU, opublicerad) och kan korreleras med förekomster vid Tjärnesjö (Andersson m.fl. 1999) och Varberg (s.k. Torpaganit, Hubbard 1975, Åhäll m.fl. 1997, Andersson m.fl. 2002).

Syenit till kvartssyenit

Vid Markaryd och i området norr därom (4D 2b–c, 3b–d, 4c) finns en ursprungligen ojämnkornig, grovt medel- till grovkornig syenit till kvartssyenit (fig. 54, Stanfors m.fl. 1967). Bergarten är till större delen omkristalliserad till finkornighet och är stänglig med utdragna hornbländeaggregat. Vissa delar är omvandlade till charnockit. Vittringsytan är där ljusst rosafärgad och bergarten är gröngrå till mörkt brungrå i färskt brott. Även charnockiten är ursprungligen ojämnt medelkor-

nig till svagt ortoklasporfyrisk (5–10 mm i diameter) och påminner delvis textuellt om gnejs av Hinnerydstyp (fig. 55, 56). Långsträckt finkornigt aggregat av klinopyroxen och granat i grundmassan visar ställvis på en flackstänglighet. I charnockiten förekommer mafiska band eller sliror samt enstaka, upp till decimeterstora, rundade granat-klinopyroxendominerade ultramafiska inneslutningar (fig. 57). Kvantssyeniten (till charnockiten) har enligt jonsondatering av zirkon en preliminär ålder av ca 1,2 miljarder år (SGU opublicerat), vilket gör den likåldrig med t.ex. kvartsmonzoniten vid Vårgårda (Berglund 1997) och syeniterna i Protoginzonen. Bergarten har relativt höga kaliumhalter (ca 5 %) men låga uran- och toriumhalter (<0,1 ppm respektive <1,5 ppm). Den magnetiska susceptibiliteten varierar mellan 300 och 900×10^{-5} SI-enheter.

Basiska bergarter

Samtliga basiska bergarter i undre nivån är högmetamorfa och uppträder vanligen som granatamfiboliter till mafiska högtrycksgranuliter (fig. 43). Vissa av dem har delvis bevarad magmatisk textur och benämns metagabbro och metadiabas (fig. 58), men i kontrast till liknande bergarter i den övre nivån har inga fullständigt bevarade magmatiska partier påträffats. De



Fig. 54. Röd, hornbländeförande, mineralstänglig kvartssyenit som ursprungligen var ojämnkornig och grovt medelkornig, men nu är delvis omkristalliserad till en mindre kornstorlek, 4D Markaryd SV (1c), 6259900/1364165. Foto: Fredrik Hellström.

Red, hornblende-bearing quartz syenite with mineral lineation was originally uneven-grained and coarsely medium-grained, but has partially recrystallised to a smaller grain size.



Fig. 55. Charnockit (högmetamorf bergart) av samma kvartsfattiga och kalifältspatrika, kvartssyenitiska sammansättning som bergarten som visas i figur 53. 4D Markaryd SV (3 c), 6268930/1361482. Foto: Fredrik Hellström.

Charnockite (high-grade metamorphic rock) of the same quartz poor, K-feldspar rich, quartz syenitic composition as the rock shown in figure 53.

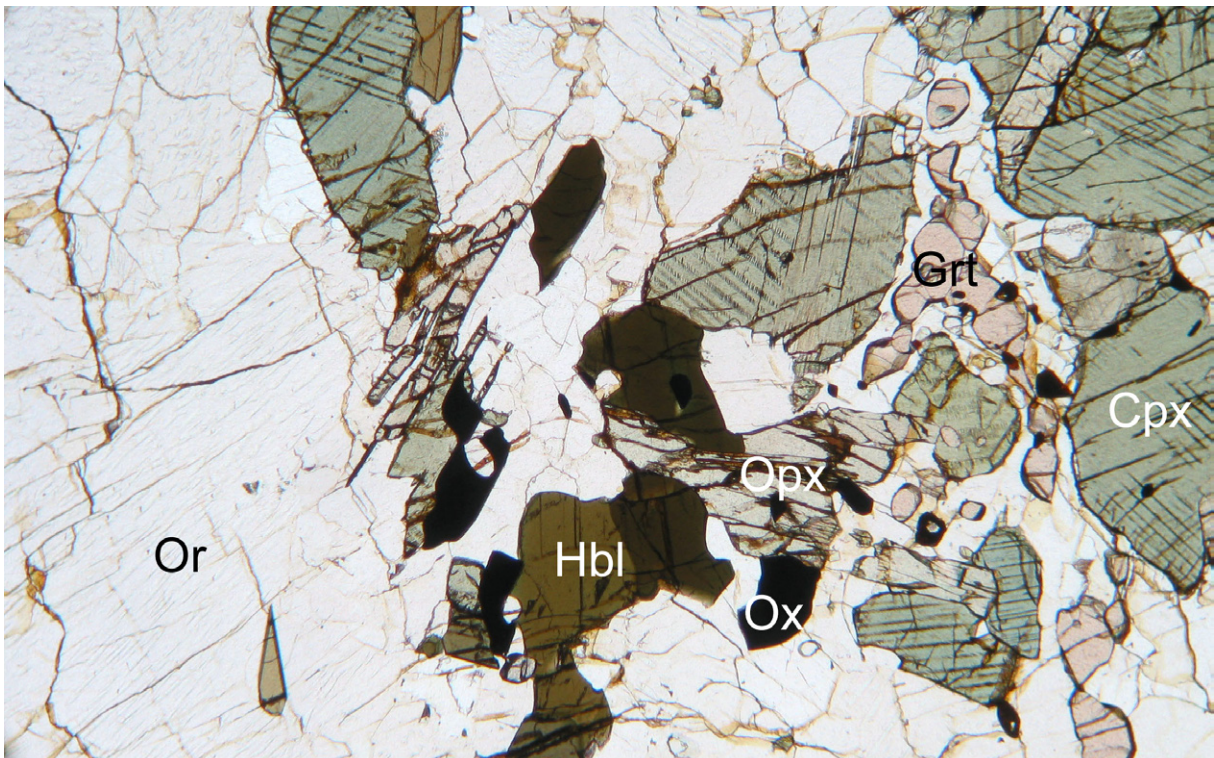


Fig. 56. Mikrofoto av charnockitisk kvartssyenit (planpolariserat ljus) där bildens bredd motsvarar 3,3 mm. Bergarten innehåller huvudsakligen pertitisk ortoklas (Or), ljusgrön klinopyroxen (Cpx) samt granat (Grt), med en mindre mängd brun hornblände (Hbl), plagioklas, ortopyroxen (Opx), kvarts, oxider (Ox) och biotit, 4D Markaryd SV (3 c), 6268930/1361482. Foto: Fredrik Hellström.

Microphoto of a charnockitic quartz syenite (plane-polarized light), where the width of the photograph corresponds to 3.3 mm. The rock consists mainly of pertitic orthoclase, light green clinopyroxene and garnet, with a lesser amount of brown hornblende, plagioclase, orthopyroxene, quartz, oxides, and biotite.



Fig. 57. Granat-klinopyroxenrik ultramafisk inneslutning i en charnockitisk kvartssyenit, 4D Markaryd SV (3 c), 6268930/1361482.
Foto: Fredrik Hellström.

Garnet-clinopyroxene-rich ultramafic enclave in a charnockitic quartz syenite.



Fig. 58. Plagioklasporfyrisk, granat- och klinopyroxenförande, massformig metadiabas med subofitisk textur, 5D Värnamo SV (3 b), 6316565/1359464. Foto: Fredrik Hellström.

Plagioclase porphyritic, garnet- and clinopyroxene-bearing massive metadolerite with a subophitic texture.

basiska bergarterna uppträder som små inneslutningar, decimeter- till meterbredda band och gångar i gnejserna, och större, upp till fem kilometer stora kroppar. Vissa delar, särskilt de centrala partierna av större basitkroppar, har delvis en relativt välbevarad magmatisk diabas- eller gabbrotextur med regellösa plagioklaslister, interstitiell primär pyroxen som fyller upp hålrummen mellan plagioklaskristallerna och ställvis olivin (fig. 59, 60). Magmatisk lagring i form av en modal variation i andelen plagioklas och mörka mineral kan ses i enstaka fall. Även dessa är dock som regel alltid granatförande och har många gånger nybildad granoblastisk, metamorf pyroxen, även som koronatexturer (fig. 60). De primära mineralen är också omkristalliserade i högre utsträckning i den undre nivån, och hornblände samt biotit har en annorlunda sammansättning, vilket speglar den högre metamorfosgraden. Längre västerut förekommer metamorf klinopyroxen i successivt ökande mängd i stället för hornblände, och de primära mineralen är fullständigt omkristalliserade. Generellt är de mindre kropparna och marginalerna på de större starkt deformerade och fullständigt omvandlade till folierad granatamfibolit eller amfibolit. Granatamfiboliterna är fin- eller medelkorniga och består huvudsakligen av plagioklas, hornblände och granat, de flesta rika på granat. Ställvis förekommer vita ådror av kvarts och fältspat som bildats genom partiell uppsmältning (fig. 61). Ställvis syns rikligt med upp till två–tre centimeter stora granater (fig. 62). Granatamfibolit har för det mesta en densitet över 3 000 kg/m³ (fig. 14).

Tydligt gångformade kroppar av metadiabas förekommer. Riktningarna på gångarna varierar, med nord-sydlig och nordnordostlig som de mest framträdande. De är inte urskiljbara på den magnetiska anomalikartan, vilket delvis beror på att de är små, men sannolikt också på att de är metamorfa och har liknande eller lägre susceptibilitet än de bergarter de slår igenom. Gångarnas ålder är okänd men eftersom de är överpräglade av höggradig metamorfos är de minst 0,95 miljarder år gamla. De kan eventuellt tillhöra Blekinge-Dalarnadiabaserna och ha intruderat under den svekonorvegiska upplyftningen för ca 0,95 miljarder år sedan. På en lokal strax norr om länsgränsen vid Gislaved (6D 1 b) har en åderbildning i sidognejsen daterats till 1,4 miljarder år (U-Pb-datering av zirkon, Möller m.fl. 2005). Dateringen sätter samtidigt en övre åldersgräns både för veckningen av ådrorna och för intrusionen av den skärande gången.

Eklogit förekommer i ett tektoniskt-strukturellt komplex strax väster om länsgränsen till Halland, vid samhället Ätran och området väster därom (Möller 1998, 1999), men har inte återfunnits inom Kronobergs län.

Karteringen från Bolmentunneln visar att amfiboliter är särskilt frekventa, ca 20 % av totala berggrunden, i sektionen mellan 15 och 25 km, dvs. i norra delen av kartområdet 4D Markaryd SV och södra delen av kartområdet 4D Markaryd NV (Stanfors 1987). Amfiboliterna stryker här genomgående i västnordvästlig riktning med en i regel flack stupning.

Naturreсурser

MALMER OCH MINERALISERINGAR

Berggrunden inom Kronobergs län innehåller endast ett fåtal mineraliseringar som varit föremål för gruvbrytning. I de allra flesta fall har det varit fråga om en mer blygsam verksamhet, som sällan lämnat mer än några hundratal ton malm. En mer omfattande genomgång av befintliga gruvförsök och skärpningar i kartområdet finns i Kornfält m.fl. (1990).

Den mest omfattande gruvverksamheten torde ha genomförts vid den s.k. Ålatorps silvergruva (5F 3 e), där blyglans och zinkblände brutits i en 50 m lång, 2–10 m bred och åtminstone 5 m djup grav. Mineraliseringen, som också innehåller guld och silver i låga halter, uppträder i centimeterbredda sprickfyllnader i en brecciegång vilken slår igenom en sur metavulkanit.

En vanadin- och titanhaltig järnmalm har brutits norr om Långhult (4E 9 b) och mineraliseringen im-

pregnerar en svart, medelkornig hyperitdiabas. Ur den största gruvöppningen har ca 1000 ton malm och gråberg uppfordrats och resultatet av ett analyserat prov från varpen visar 38 % Fe₂O₃, 5 % TiO₂ och 0,2 % V.

Slutligen ska Senoragruvan (5E 7 i) nämnas, vilken i verkligheten inte är större än en meterdjup skärpning på en liten udde i Näversjön. I skärpningen finns guldhaltig svavelkis och molybdenglans i smala kvarts-, kalcit- och granitgångar i en hornbländegabbro. I gångarnas kontakt mot gabbro förekommer också en del scheelit och powellit.

INDUSTRIELLA MINERAL OCH BERGARTER

Mineral och bergarter som utvinns i annat syfte än för utnyttjande av deras metallhalt eller bränslevärde, betecknas som industriella mineral och bergarter. Brytningen av dessa bedrivs utifrån marknadens



Fig. 59. Metagabbro med relativt välbevarad magmatisk textur, delvis överpräglad av granulitfaciesmineralogi, 4D Markaryd NV (8 c), 6290584/136115. Foto: Ulf Bergström.

Metagabbro with relatively well-preserved magmatic texture, partly overprinted by granulite-facies mineralogy.

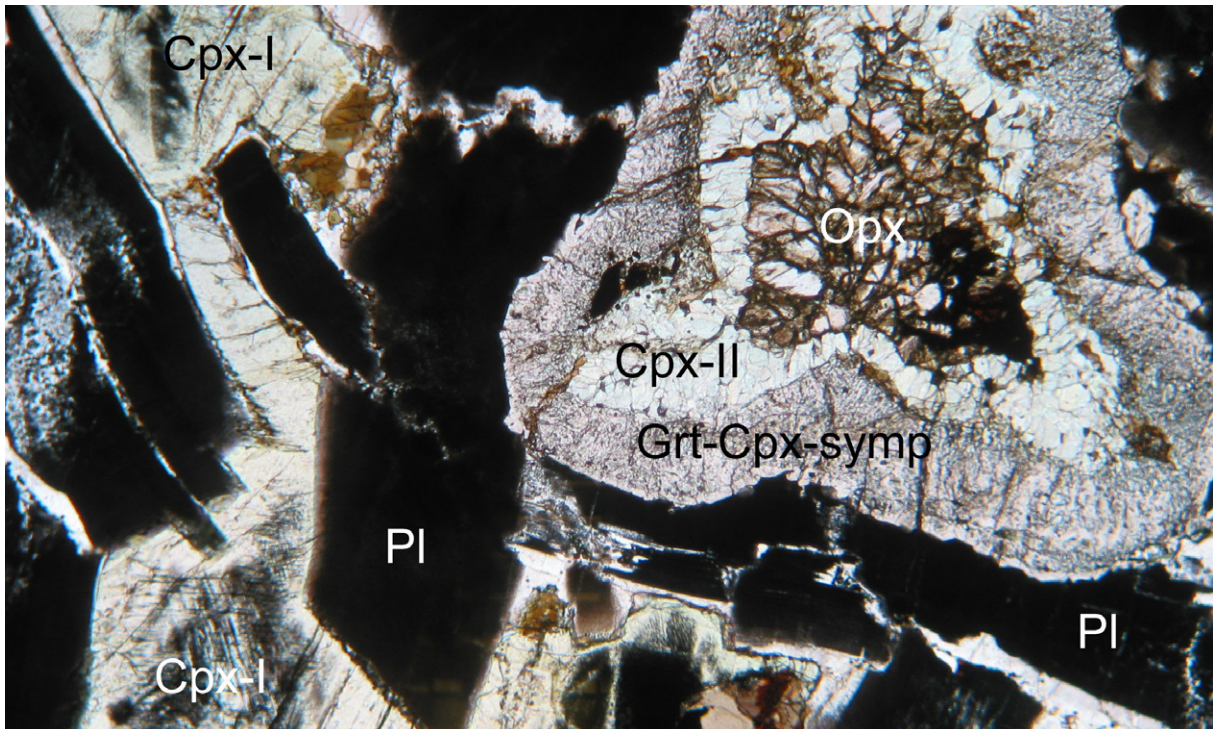


Fig. 60. Mikrofoto av en metagabbro (planpolariserat ljus) där bildens bredd motsvarar 3,3 mm. I tunnslipsbilden syns en delvis välbevarad magmatisk textur med plagioklaslister (svarta) och interstitiell primär klinopyroxen (Cpx-I), som fyller hållrummet mellan plagioklaserna (Plag). Olivin har ersatts av ortopyroxen (Opx), som i en koronatextur omges av lager av metamorf klinopyroxen (Cpx-II) och en granat-klinopyroxen symplektitisk sammanväxning (Grt-Cpx-symp) ut mot den av spinell svartpigmenterade plagioklasen, 4D Markaryd NV (8 c), 6290584/136115. Foto: Fredrik Hellström.

Microphoto of a metagabbro (plane-polarized light), where the width of the photograph corresponds to 3.3 mm. A partly magmatic texture is seen, with plagioclase laths (black) and interstitially primary clinopyroxene, which fills the interstices between the plagioclase. Olivine has been replaced by orthopyroxene, which is surrounded by layers of metamorphic clinopyroxene and a garnet-clinopyroxene symplectitic intergrowth out towards that of the spinel clouded black plagioclase, forming a corona texture.



Fig. 61. Granatamfibolit med ljusa ådror av kvarts och fältspat, 5D Värnamo SV (4 a), 6320515/1352555. Foto: Fredrik Hellström.
Garnet amphibolite with light-coloured quartz-feldspar veins.



Fig. 62. Granatamfibolit, med granatporfyroblaster (upp till 10 mm i diameter) i en finkornig, folierad grundmassa, 5D Värnamo SV (3 b), 6318333/1357314. Foto: Fredrik Hellström.
Garnet amphibolite with garnet porphyroblasts (up to 10 mm in diameter) in a fine-grained, foliated groundmass.



Fig. 63. Stenbrott i hyperitdiabas, 4E Tingsryd SV (4 a), 6273972/1401868. Foto: Dick Claeson.
Quarry in hyperite dolerite.

efterfrågan och brotten kan efter långa viloperioder åter öppnas. Därför motsvarar kartans beteckningar på öppna och nedlagda stenbrott den situation som rådde under 2003.

Inom kartområdet har brytningen av gat-, kant-, beklädnads-, ornament- och monumentsten tidvis haft stor omfattning. Stenen bryts som s.k. blocksten och huvudsakligen är det hyperitdiabasen och i mindre omfattning granit och gabbro som kommit ifråga. Diabas, ofta kallad svart granit, är bl.a. på grund av sin ofitiska textur och mineralsammansättning hållfast och resistent mot vittring. Den svarta, hårda bergarten är unik i sitt slag och mycket eftertraktad framför allt som ornament- och monumentsten. Brytningen har varit starkt koncentrerad till de relativt smala hyperitdiabasgångarna som uppträder i ett stråk från Älmhult i söder och norrut i anslutning till sjöarna Möckeln och Tjurken. Verksamheten har inte alltid betraktats vara av godo då den resulterat i djupa brott och stora skrotstenshögar till följd av stränga specifikationskrav. Dessa medför att stora volymer bruten diabas kasseras beroende på sprickor och inhomogeniteter i mineralsammansättningen.

Av de knappt 30 blockstensbrott som finns upptagna på kartan har brytningen varit mest omfattande öster om Tjurken vid Sandvik (5E 0b) och på Granhultsberget (4E 9b, Kornfält m.fl. 1990). Stenbrytningen pågick som mest intensivt under 1950- och 1960-talen och mängden skrotsten kunde utgöra 95 %. Vid Höksås (5E 1b), Kroksnäs (4E 9b) och Sutareboda (4E 5a)

torde de totala uttagna mängderna blocksten överstiga 100 000 m³ medan den i övriga stenbrott bedöms vara avsevärt mindre.

Sutarebodabrottet drevs på 1960-talet men var i slutet på 1980-talet nedlagt och till stora delar vattenfyllt. Brottet är sommaren 2003 ett av de tre brott som för närvarande är i drift i länet och de övriga är Såganäs (4E 5a) jämte Brännhult (4E 4a, fig. 63). Samtliga tre brott ligger i sydligaste delen av länet inom ett mycket begränsat område nordöst om Älmhult.

Vilans bergtäkt (5E 1g) några kilometer väster om Växjö är länets största bergtäkt i drift. Brytningen av granit uppgick i början av 2000-talet till ca 430 000 ton årligen, och materialet används efter krossning huvudsakligen till väggkroppar och asfaltbeläggning. Ytterligare en stor bergtäkt är i drift i den vulkaniska berggrunden (Smålandsporfyrr) norr om Helgasjön (5E 4g).

Vid Sånna bergtäkt (4D 1a) bryts en röd, finkornig gnejsgranit (fig. 41).

Kvarts är efter fältspat det vanligaste mineralet i jordskorpan och påträffas i naturen dels i hexagonala genomskinliga kristaller, dels som s.k. mjölkkvarts dvs. kompakta aggregat vilka kan utgöra avgränsade kroppar eller sprickfyllnader. Det är den senare typen av kvarts som varit och alltjämt är den viktigaste typen för industriellt utnyttjande, och förr användes denna kvarts främst för glasframställning. Kvarts från förekomsten vid Ingelstad (4E 8j) förekom som oregelbundna körtlar i centrum av en fältspatkropp och användes just för

detta ändamål vid Kosta glasbruk. Brottet som låg inne i samhället är numera igenfyllt. Även någon kilometer nordöst om Skäggalösa (4E 8f) finns ett övergivet kvartsbrott, men informationen om fyndigheterna i Kronobergs län är ofullständig och mycket talar för att verksamheten inte har varit speciellt omfattande.

BERGTÄKTER OCH STRÅLNING

I Sverige finns inga bindande regler vad gäller innehåll av radioaktiva ämnen i byggmaterial. Vi har istället gränser för gammastrålningsnivåer och radonhalter i byggnader. I många länder finns gränsvärden eller rekommendationer för innehåll av radioaktiva ämnen i byggmaterial, och motsvarande rekommendationer har tagits fram även i Sverige, gemensamt med de andra nordiska länderna (Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige 2000).

I Norden rekommenderas ett gränsvärde för byggmaterial vid gammaindex <1, med en övre gräns på <2. Om den rekommenderade övre gränsen överskrids bör en uppskattning av materialets bidrag till gammastrålningsnivån inomhus göras. En EU-rekommendation finns också (EC 1999), där man skiljer på material som används i större mängd (t.ex. i betong – krossberg) och material som används mer sparsamt (t.ex. som fasadplattor – blocksten). För den förstnämnda gruppen är gränsvärdet för gammaindex $\leq 0,5$ med 1 som övre gräns, och för den andra gruppen gäller gammaindex 2 respektive 6. Vidare gäller enligt de nordiska ländernas rekommendationer att aktiviteten av radium-226 ej ska överstiga 200 Bq/kg.

Det mätförfarande som används inom berggrundskarteringen förutsätter att strålningsmätningen utförs på plana, relativt horisontella ytor på högt liggande punkter i terrängen. Det är därför normalt inte lämpligt att utföra mätningar på botten av mindre bergtäkter. I samband med undersökningen av Kronobergs län har strålningsmätningar utförts i vissa av de bergtäkter som bedömts vara enkelt åtkomliga och mättekniskt lämpliga. Vi har dock valt att inte här sortera ut mätningar utförda i anslutning till bergtäkter, eftersom dessa är få i jämförelse med det totala antalet mätningar.

Det finns tydliga strålningsvariationer inom Kronobergs län. Flygmätningen visar att strålningen från markytan generellt är låg väster om Protoginzonen (fig. 3). Ett genomgående mönster i det området är de låga uranhalterna (fig. 17). I Protoginzonen förekommer

pegmatiter med höga uranhalter (ställvis över 80 ppm uran), vilket ger aktivitetsindex över 1 000 Bq/kg. Inom området med röd granit, några kilometer sydväst om Lenhovda i länets östra del, är uranhalterna förhållandevis höga (20–30 ppm). Det resulterande aktivitetsindexet är 400 Bq/kg. I samma område finns en framträdande högmagnetisk ringstruktur.

Endast vid fem lokaler inom länet är gammaindex >2. De högsta värdena kan relateras till de pegmatiter i Protoginzonen som har höga uranhalter (fig. 64). Bergarter med gammaindex >1 inom Östra segmentet utgörs främst av graniter. Det är graniternas toriumhalter som ger det höga indextalet eftersom uranhalterna i den här delen av länet är låga. I Protoginzonen finns det förutom pegmatiter även granitoider med gammaindex >1. Även här är det granitoidernas höga toriumhalter (ställvis över 40 ppm) som orsakar ett högt gammaindex. Öster om Protoginzonen finns stora områden med granit som har typiska gammaindex mellan 1 och 2. De områdena framträder tydligt på den på flygmätningar baserade kartan som visar gammaindex (fig. 64). I de sydöstra delarna av länet finns Karlshamnsganit. Den kännetecknas av relativt höga strålningshalter och har generellt ett gammaindex som ligger strax över 1.

För de basiska bergarterna i länet är gammaindex genomgående <0,3.

VATTENFÖRANDE SPRICKZONER

Vattenförande sprickzoner kan lokaliseras genom att kombinera magnetiska och elektromagnetiska anomalikartor (Jacobsen 1987, Pedersen 1991). Den magnetiska anomalibilden är visualiserad i en figur av gråskalor (fig. 7), där kartbilden är optimerad för att redovisa de zoner som är presumtiva, vattenförande krosszoner. Ett mönster av magnetiska minima motsvarande sprödktonisk påverkan framträder med en precision som ligger i storleksordningen ett tiotal meter. Dessa magnetiska minima ger tillsammans med resultaten från VLF-mätningarna och SGUs brunnsdata relativt säkra indikationer om var man kan hitta mer vattenrika zoner i berggrunden (Henkel & Guzmán 1977). Samtidigt erhålls med hjälp av gammastrålningskartan en grov uppskattning om en eventuell risk för förhöjd halt av uran och radon i vatten, jord och berggrund. Kombinationen av dessa data, indikerar stora vattenförande zoner i berggrund med anomal värmepotential, och bör vara av intresse ur bergvärmesynpunkt.

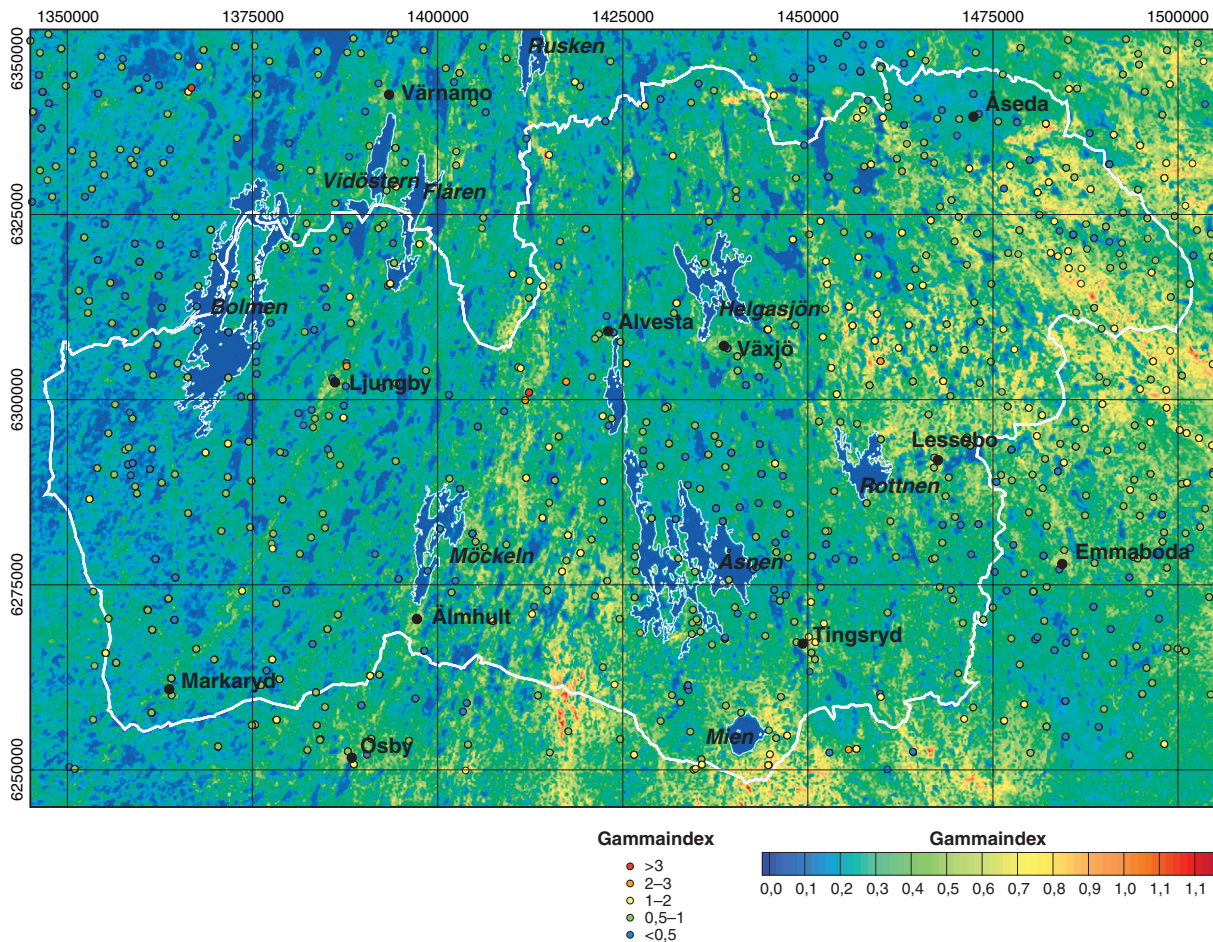


Fig. 64. Karta över gammaindex vid markytan i Kronobergs län, baserad på flygmätning. Symbolerna anger gammaindex baserat på hållmätning.

Map showing the gamma radiation index, in the county of Kronoberg with surroundings. The map is based on airborne measurements. The symbols represent gamma radiation index based on in-situ measurements on outcrops.

Summary

The geological map of the county of Kronoberg covers parts of two different geological provinces, the Transscandinavian Igneous Belt (TIB) and the Eastern Segment of the Sveconorwegian Province. The Protogine Zone, a prominent N–S trending shear zone, is a divider between the two areas and represents the easternmost part of the Sveconorwegian Province.

The geophysical measurements show the difference between the two areas: in the magnetic properties, the variation in the gravity field, expressed as Bouguer anomaly, and the distribution of the radiometric elements uranium and thorium (figs. 3, 5, 6).

The Transscandinavian Igneous Belt (TIB) area is dominated by 1.80 to 1.66 Ga felsic intrusive rocks, which range from alkalifeldspar-granite to granite, monzonite and quartzmonzodiorite. The less acid

rocks characteristically have mafic enclaves. Gabbroic intrusions are generally sparse but in some parts they are more frequent and often show magma mixing and mingling at contacts. There are E–W trending belts of mostly rhyolitic volcanic rocks with minor amounts of andesitic to basaltic compositions. In the western parts, close to and within the Protogine Zone (below), younger TIB rocks (1.70 to 1.66 Ga) appear and possibly dominate.

A belt of anastomosing shear zones occurs between Jönköping and Oskarshamn and is called the Oskarshamn–Jönköping belt. Lithologically it is composed of c. 1.83 and c. 1.80 Ga old intrusive and extrusive rocks. 1.80 Ga granite, monzonite and quartzmonzodiorite dominate the belt but most occurrences of granodiorite and tonalite are slightly older, 1.83 Ga. Parts of this

belt occur at the north-eastern section of the county of Kronoberg. A major deformation zone, the Åseda zone, is probably its most southern expression. Sedimentary rocks occur in the Oskarshamn–Jönköping belt but their depositional age is unknown. In older literature and maps the rocks within this belt were interpreted as older than c. 1.86 Ga (Svecofennian), but no age determination has indicated crust older than 1.83 Ga.

Ductile and brittle shear zones with strongly foliated and locally gneissic rocks occur throughout the Oskarshamn–Jönköping belt. The ductile deformation has affected all rocks and is therefore regarded as younger than the emplacement of the 1.80 Ga TIB rocks. Undeformed rocks of both age generations occur outside the shear zones.

In the south-eastern part of the county of Kronoberg, Karlshamn and Spinkamåla granite occur as intrusive rocks, cutting older deformation fabrics seen in the TIB rocks. Their age is c. 1.45 Ga.

Doleritic dykes of several generations, 0.95, 1.2 and 1.57 Ga old, mostly underformed, intrude the bedrock in the county of Kronoberg. Most of them are clearly seen on the aeromagnetic map.

The Protogine Zone (PZ) is c. 25 km wide and characterized by numerous discrete and subvertical, N–S trending shear zones. It represents a structural and metamorphic transition to uplifted, previously deep-seated, rocks in the Sveconorwegian Province. Lithologically, the zone is made up of TIB-rocks, three generations of N–S trending dolerites, 0.95, 1.2 and 1.57 Ga old, and 1.2 Ga old syenite. The significant volumes of dolerites and syenite indicate that the zone also has a pre-Sveconorwegian history. A recently recognised occurrence of undeformed c. 1.45 Ga intrusive rocks, presumably “Karlshamn granite”, shows that there is older deformation recorded within the PZ.

The Eastern Segment (ES) of the Sveconorwegian Province is a high-grade gneiss terrane which at c. 0.95–0.98 Ga formed a deep-seated part of a Himalaya-type collision zone. It consists of high-grade metamorphic felsic gneisses and metabasic rocks that are interlayered and have been deformed and folded together. The com-

positional and gneissic banding has been folded by large-scale, E–W to NW–SE trending folds that dominate the structural pattern. Near the PZ, these structures gradually steepen and conform to the N–S trending, vertical PZ structures. The upper level (eastern part) of the ES consists of recrystallised and deformed TIB-rocks with smaller-sized bodies of metabasite. The lower level (western part) of the ES is dominated by migmatitic gneisses of granitic to tonalitic or quartzmonzonitic compositions. Most gneisses have protholith ages in the range 1.66–1.73 Ga, but c. 1.39 Ga augen gneiss also occurs. A c. 1.2 Ga quartz syenite, with charnockitic parts, was recently discovered at Markaryd, far within the ES. Most metabasic rocks in the southern ES are either garnet amphibolite or high-pressure granulite. In the southern ES, P–T conditions just west of the PZ is 600–630 °C and 10–12 kbar, whereas in interior parts the conditions are higher, 680–770 °C and 9–12 kbar. Late, brittle, NNE-trending fracture zones cross-cut and, locally, displace the compositional banding and ductile structures. Zircon geochronology demonstrates that high-grade metamorphism and vein formation took place during the Sveconorwegian orogeny at 0.95–0.98 Ga. Older vein formation and metamorphism at 1.40 and 1.44 Ga have also been recorded in the ES but the character of these events is as yet less well-defined.

A confirmed impact structure in the county of Kronoberg is located at the lake Mien. It is thought to have had a diameter of 9 km and that the impact of a meteorite occurred about 120 million years ago.

The bedrock in the county of Kronoberg is mineralised at a few sites. The most extensive mining effort has been the silver mine at Ålatorp, where galena and sphalerite were mined. Gold- and silver-bearing quartz veins occur.

A mine at Långhult consists of vanadium- and titanium-bearing iron ore, set in a hyperite dolerite. An analysis gives 38% Fe₂O₃, 5% TiO₂ and 0,2% V.

Production of dimension stone in the county of Kronoberg comprises different kinds of dolerite and granite. Quartz and feldspar have been quarried in a few pegmatite deposits.

Tack

Författarna vill framföra tack till Ildikó Antal Lundin och Hans Delin för granskning av karta och beskrivning samt till Margaretha Andersson för arbetet med kartframställning, och Roy Stanfors i Lund som låtit

SGU ta del av det geologiska arbetsmaterialet från Bolmentunneln i form av rapporter, kartor och bergartsstuffer.

Referenser

- Andersson, J., Eliasson, T., Möller, C., Lundqvist, I., Bergström, U. & Lundqvist, L., 2006: TIB affinity and a parautochthonous setting of high-grade orthogneisses in the southern Eastern Segment of the Sveconorwegian Province. *Abstract. 27th Nordic Geological Winter Meeting. Bulletin of the Geological Society of Finland, Special Issue 1*, 9.
- Andersson, J., Möller, C. & Johansson, L., 2002: Zircon geochronology of migmatite gneisses along the Mylonite Zone (S Sweden): a major Sveconorwegian terrane boundary in the Baltic shield. *Precambrian Research 114*, 121–147.
- Andersson, J., Söderlund, U., Cornell, D., Johansson, L. & Möller, C., 1999: Sveconorwegian (-Grenvillian) deformation, metamorphism and leucosome formation in SW Sweden, SW Baltic shield: constraints from a Mesoproterozoic granite intrusion. *Precambrian Research 98*, 151–171.
- Andersson, U.B., 1997: Petrogenesis of some Proterozoic granitoid suites and associated basic rocks in Sweden (geochemistry and isotope geology). *Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden 91*, 216 s.
- Andréasson, P.-G. & Dallmeyer, R.D., 1995: Tectonothermal evolution of high-alumina rocks within the Protogine Zone, southern Sweden. *Journal of Metamorphic Geology 13*, 461–474.
- Andréasson, P.-G. & Rodhe, A., 1996: Kinematics of a major fan-like structure in the eastern part of the Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-central Sweden – comment. *Precambrian Research 78*, 289–291.
- Ask, R., 1996: Single zircon evaporation Pb-Pb ages from the Vaggeryd syenite and dolerites in the SE part of the Sveconorwegian orogen, Småland, S Sweden. *GFF 118*, A8.
- Becken, M., 2000: Interpretation of magnetic transfer functions from airborne tensor-VLF measurements. *Diploma Thesis. Technical University of Berlin*.
- Berg-Lembke, E., 1970: A microstructural study of the quartzite-dolerite conglomerate. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 92*, 40–48.
- Berglund, J., 1997: Mid-proterozoic evolution in southwestern Sweden. *Göteborg University, Earth Sciences Centre, A15*.
- Berthelsen, A., 1980: Towards a palinspastic tectonic analysis of the Baltic shield. *International Geological Congress, Colloque C6*, 5–21.
- Blomberg, A., 1879: Beskrivning till kartbladet Ölme-stad. *Sveriges geologiska undersökning Ab 5*, 27 s.
- Blomberg, A., 1895: Beskrivning till kartbladet Vittsjö. *Sveriges geologiska undersökning Aa 113*, 20 s.
- Bylund, G. & Pisarevsky, S.A., 2002: Palaeomagnetism of Mesoproterozoic dykes from the Protogine Zone, southern Sweden and the enigmatic Sveconorwegian Loop. *GFF 124*, 11–18.
- Christoffel, C.A., Connelly, J.N. & Åhäll, K.-I., 1999: Timing and characterization of recurrent pre-Sveconorwegian metamorphism and deformation in the Varberg-Halmstad region of SW Sweden. *Precambrian Research 98*, 173–195.
- Claeson, D.T., 1999: Geochronology of the Rymmen gabbro, southern Sweden; implications for primary versus inherited zircon in mafic rocks and rheomorphic dykes. *GFF 121*, 25–31.
- Claeson, D.T., 2001: Investigation of gabbroic rocks associated with the Småland-Värmland granitoid batholith of the Transscandinavian Igneous Belt. *Göteborg University, Earth Sciences Centre, A64*.
- Connelly, J.N., Berglund, J. & Larson, S.Å., 1996: Thermotectonic evolution of the Eastern Segment of SW Sweden; tectonic constraints from U-Pb geochronology. *IT.S. Brewer (red.): Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region. Geological Society Special Publication 112*, 297–313.
- Dalziel, I.W.D., 1997: Neoproterozoic-Paleozoic geography and tectonics: Review, hypothesis, environmental speculation. *Geological Society of America Bulletin 109*, 16–42.
- EC, 1999: Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials. *European Commission, Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Radiation Protection 112*, 16 s.
- Eichstädt, F., 1885: Om kvartsit-diabaskonglomeratet i Småland och Skåne. *Sveriges geologiska undersökning C 74*, 28 s.
- Elming, S.-Å., Moakhar, M.O. & Martinsson, O., 2004: A palaeomagnetic and geochemical study of basic intrusions in northern Sweden. *GFF 126*, 243–252.
- Estifanos, B., Johansson, L., Ståhl, K. & Wroblewski, T., 1998: A mineralogical and synchrotron X-ray Rietveld study of dark-clouded plagioclase from Bjärnum, southern Sweden. *GFF 120*, 337–340.
- Fredén, C. (red.), 2002: Berg och jord, 3:e uppl. *Sveriges Nationalatlas*.
- Gorbatshev, R., 1980: The Precambrian development of southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 102*, 129–136.
- Henkel, H. & Guzmán, M., 1977: Magnetic features of fracture zones. *Geoexploration, 15*, 173–181.

- Hodge, P., 1994: *Meteorite craters and impact structures of the earth*. Cambridge University Press, 132 s.
- Holst, N.O., 1879: Beskrivning till kartbladet Lessebo. *Sveriges geologiska undersökning Ab 4*, 39 s.
- Holst, N.O., 1893: Beskrivning till kartbladet Lenhofda. *Sveriges geologiska undersökning Ab 15*, 48 s.
- Hubbard, F.H., 1975: The Precambrian crystalline complex of south-western Sweden; the geology and petrogenetic development of the Varberg region. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 97*, 223–236.
- Hummel, D., 1877a: Beskrivning till kartbladet Huseby. *Sveriges geologiska undersökning Ab 1*, 26 s.
- Hummel, D., 1877b: Beskrivning till kartbladet Ljungby. *Sveriges geologiska undersökning Ab 2*, 17 s.
- Hummel, D., 1877c: Beskrivning till kartbladet Vexjö. *Sveriges geologiska undersökning Ab 3*, 31 s.
- Jacobsen, B.H., 1987: A case for upward continuation as a standard separation filter for potential field maps. *Geophysics 52*, 1138–1148.
- Jarl, L.-G., 2002: U-Pb zircon ages from the Vaggeryd syenite and the adjacent Hagshult granite, southern Sweden. *GFF 124*, 211–216.
- Johansson, L. & Johansson, Å., 1990: Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the Protogine Zone, southern Sweden. *Precambrian Research 48*, 375–414.
- Johansson, L., Lindh, A. & Möller, C., 1991: Late Sveconorwegian (Grenville) high-pressure granulite facies metamorphism in southwest Sweden. *Journal of Metamorphic Geology 9*, 283–292.
- Johansson, L., Möller, C., Lundqvist, L. & Sukotjo, S., 2006: Late Sveconorwegian syntectonic migmatite formation along the eastern margin of the Eastern Segment, southwest Sweden. *Abstract. 27th Nordic Geological Winter Meeting. Bulletin of the Geological Society of Finland, Special Issue 1*, 61.
- Johansson, L., Möller, C. & Söderlund, U., 2001: Geochronology of eclogite facies metamorphism in the Sveconorwegian province of SW Sweden. *Precambrian Research 106*, 261–275.
- Johansson, Å. & Larsen, O., 1989: Radiometric age determinations and Precambrian geochronology of Blekinge, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 111*, 35–50.
- Korhonen, J.V., Aaro, S., All, T., Elo, S., Haller, L.Å., Käriäinen, J., Kulnich, A., Skilbrei, J.R., Solheim, D., Säätuori, H., Vaher, R., Zhdanova, L. & Koistinen, T., 2002a: Bouguer Anomaly Map of the Fennoscandian Shield 1:2 000 000. *The Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and Ministry of Natural Resources of the Russian Federation*.
- Korhonen, J.V., Aaro, S., All, T., Nevanlinna, H., Skilbrei, J.R., Säätuori, H., Vaher, R., Zhdanova, L. & Koistinen, T., 2002b: Magnetic Anomaly Map of the Fennoscandian Shield 1:2 000 000. *The Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and Ministry of Natural Resources of the Russian Federation*.
- Kornfält, K.-A., 1993: U-Pb zircon ages of three granite samples from Blekinge County, south-eastern Sweden. *I T. Lundqvist (red.): Radiometric dating results. Sveriges geologiska undersökning C 823*, 17–23.
- Kornfält, K.-A., 1996: U-Pb zircon ages of six granite samples from Blekinge County, southeastern Sweden. *I T. Lundqvist (red.): Radiometric dating results 2. Sveriges geologiska undersökning C 828*, 15–31.
- Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1986: Beskrivning till berggrundskartan Karlshamn NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 154*, 55 s.
- Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1990: Beskrivning till berggrundskartorna Karlshamn SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 167–168*, 74 s.
- Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1991: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Karlskrona. *Sveriges geologiska undersökning Ba 44*, 30 s.
- Kornfält, K.-A., Samuelsson, L., Sundberg, A., Wik, N.-G. & Wikman, H., 1990: Malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 61*, 58 s.
- Kornfält, K.-A. & Vaasjoki, M., 1999: U-Pb zircon datings of Småland and Karlshamn granites from southeasternmost Sweden. *I T. Lundqvist (red.): Radiometric dating results 4. Sveriges geologiska undersökning C 831*, 32–41.
- Larson, S.Å., Stigh, J. & Tullborg, E.L., 1986: The deformation history of the eastern part of the southwest Swedish gneiss belt. *Precambrian Research 31*, 235–257.
- Larsson, D. & Söderlund, U., 2005: Lu-Hf apatite geochronology of mafic cumulates: An example from a Fe-Ti mineralization at Smålands Taberg, southern Sweden. *Chemical Geology 224*, 201–211.
- Lindh, A., 1996: The age of the Hinneryd granite – its significance for interpreting the terranes of the southern Baltic Shield. *GFF 118*, 163–168.
- Lindh, A. & Johansson, I., 1991: Proterozoic granitoids of the Baltic Shield – the chemical composition of the Hinneryd granite. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 113*, 171–180.
- Lindström, A., 1898: Beskrivning till kartbladet Örkelljunga. *Sveriges geologiska undersökning Aa 114*, 39 s.

- Loberg, B., 1999: *Geologi*. 6:e uppl. Prisma.
- Lundegårdh, P.H., Wikström, A. & Bruun, Å., 1985: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Oskarshamn. *Sveriges geologiska undersökning Ba 34*, 26 s.
- Lundqvist, L., 1996: 1.4 Ga mafic-felsic magmatism in southern Sweden. *Göteborg University, Earth Sciences Centre, A11*.
- Lundqvist, T., 1979: The Precambrian of Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 768*, 87 s.
- Mannerstrand, M. & Lindh, A., 1995: Uplift of southwestern Sweden – implications from the orthoclase-microcline transformation in the Hinneryd granite. *GFF 117*, 139–142.
- Mansfeld, J., 1995: Crustal evolution in the southeastern part of the Fennoscandian Shield. *Meddelanden från Stockholms universitets institution för geologi och geokemi 289*.
- Mansfeld, J., 1996: Geological, geochemical and geochronological evidence for a new Palaeoproterozoic terrane in southeastern Sweden. *Precambrian Research 77*, 91–103.
- Mansfeld, J., 2002: Age and depositional environment of the Oskarshamn-Jönköping Belt supracrustal rocks. *25th Nordic Geological Winter Meeting, Reykjavik, Iceland. Abstract Volume*, 134.
- Månsson, A.G.M., 1996: Brittle reactivation of ductile basement structures; a tectonic model for the Lake Vättern basin, southern Sweden. *GFF 118, Jubilee Issue A19*.
- Möller, C., 1998: Decompressed eclogites in the Sveconorwegian (-Grenvillian) orogen of SW Sweden: petrology and tectonic implications. *Journal of Metamorphic Geology 16*, 641–656.
- Möller, C., 1999: Sapphirine in SW Sweden: a record of Sveconorwegian (-Grenvillian) late-orogenic tectonic exhumation. *Journal of Metamorphic Geology 17*, 127–141.
- Möller, C. & Andersson, J., 2006: Direct dating of Sveconorwegian north-south compression in the southern Eastern Segment – ion probe dating (Nordsim) of zircon. *Abstract. 27th Nordic Geological Winter Meeting. Bulletin of the Geological Society of Finland, Special Issue 1*, 107.
- Möller, C., Andersson, J. & Claeson, D., 2005: Ion probe dating of complex zircon in high-grade gneisses, southeast Sveconorwegian Province: constraints for metamorphism and deformation. *Sveriges geologiska undersökning Rapport 2005:35*, 59 s.
- Möller, C., Andersson, J., Eliasson, T., Hellström, F. & Lundqvist, I., 2006: Ion probe zircon dating of polymetamorphic gneisses, southeast Sveconorwegian Province – defining 1.44 Ga migmatization, 1.40 Ga granitic dyke intrusion, and post-1.40 Ga folding. *Abstract. 27th Nordic Geological Winter Meeting. Bulletin of the Geological Society of Finland, Special Issue 1*, 107.
- Möller, C. & Söderlund, U., 1997: Sveconorwegian high-grade regional reworking in the Eastern Segment, SW Sweden: cause, character, and consequences. *Letter. GFF 119*, 253–254.
- Nilsson, M. & Wikman, H., 1997: U-Pb zircon ages of two Småland dyke porphyries at Påskallavik and Alsterbro, south-eastern Sweden. *I T. Lundqvist (red.): Radiometric dating results 3. Sveriges geologiska undersökning C 830*, 31–40.
- Parasnis, D.S., 1986: *Principles of Applied Geophysics (Fourth Ed.)*. Chapman and Hall, London.
- Patchett, P.J., 1978: Rb/Sr ages of precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 747*, 63 s.
- Pedersen, L.B., 1991: Relations between potential fields and some equivalent sources. *Geophysics 56*, 961–971.
- Persson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 150–151*, 138 s.
- Persson, L., 1989: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 170–171*, 130 s.
- Persson, L. & Daniels, J., 2002: Utveckling av tolkningsmetoder för VLF-data. FRAP 2002406. *Sveriges geologiska undersökning 2002:41*.
- Persson, L. & Wikman, H., 1986: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. *Sveriges geologiska undersökning Ba 39*, 25 s.
- Persson, P.-O. & Wikman, H., 1997: U-Pb zircon ages of two volcanic rocks from the Växjö region, Småland, south central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 830*, 50–56.
- Petersson, J., 2002: The genesis and subsequent evolution of episyenites in the Bohus granite, Sweden. *Göteborg University, Earth Sciences Centre, A75*.
- Rimsa, A.F., Whitehouse, M.J. & Johansson, L., 2004. Modification of zircon morphology and geochemistry during metamorphism – a case study from Söndrum, SW Sweden. *Abstract, The 26:th Nordic Geological Winter Meeting. GFF 126*, 34.
- Rodhe, A., 1987: Depositional environments and lithostratigraphy of the middle proterozoic Almesåkra group southern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ca 69*, 80 s.
- Rodhe, A., 1988: The dolerite breccia of Tärnö, Late Proterozoic of southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 110*, 131–142.

- Rodhe, A., 1992: Terminology and ideas regarding the Protogine Zone in southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 114, 360–365.
- Samuelsson, L., Larson, S.Å., Åhäll, K.-I., Lundqvist, I., Brouzell, J. & Berglund, J., 1988: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Borås. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 41, 32 s.
- Schmidt, G., Palme, H. & Kratz, K.-L., 1997: Highly siderophile elements (Re, Os, Ir, Ru, Rh, Pd, Au) in impact melts from three European impact craters (Sääksjärvi, Mien, and Dellen): Clues to the nature of impacting bodies. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61, 2977–2987.
- Skjerna, L., 1992: Microstructures in the Nyatorp Shear Zone, southeastern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 114, 1952–08.
- Stanfors, R., 1969: Lake Mien – an astrobleme or a volcano-tectonic structure. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 91, 73–86.
- Stanfors, R., 1973: *Mienstrukturen – en kryptoexplosiv bildning i Fennoskandias urberg*. Doktorsavhandling Geologiska institutionen, Lunds universitet, 134 s.
- Stanfors, R., 1987: The Bolmen tunnel project – Evaluation of geophysical site investigate methods. *SKB Technical Report* 87-25, 52 s.
- Stanfors, R., Larsson, I. & Lindström, M., 1967: Syd-vatten, geologisk undersökning för bergtunnel. *Huvudrapport, Malmö*, 48 s.
- Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige, 2000: Naturally occurring radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. *The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden*, 80 s.
- Svensson, N.-B., 1969: Lake Mien, southern Sweden – a possible astrobleme. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 91, 101–110.
- Svensson, N.-B. & Wickman, F.E., 1965: Coesite from Lake Mien, Southern Sweden. *Nature* 205, 1202–1203.
- Söderlund, U., Isachsen, C., Bylund, G., Heaman, L.M., Patchett, P.J., Vervoort, J. & Andersson, U.B., 2005: U-Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining repeated mafic magmatism in the Fennoscandian Shield. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150, 174–194.
- Söderlund, U., Möller, C., Andersson, J., Johansson, L. & Whitehouse, M., 2002: Zircon geochronology in polymetamorphic gneisses in the Sveconorwegian orogen, SW Sweden: ion microprobe evidence for 1.46–1.42 and 0.98–0.96 Ga reworking. *Precambrian Research* 113, 193–225.
- Söderlund, U. & Rodhe, A., 1998: Constraints on syn-intrusive ca. 1.8 Ga conglomerate deposits associated with the Småland–Värmland Belt, SE Sweden; Pb-Pb zircon evaporation dating of the Malmbäck conglomerate. *GFF* 120, 69–74.
- Söderlund, P., Söderlund, U., Möller, C., Gorbatshev, R. & Rodhe, A., 2004: Petrology and ion microprobe U-Pb chronology applied to a metabasic intrusion in southern Sweden: A study on zircon formation during metamorphism and deformation. *Tectonics* 23, 1–16.
- Thunholm, B., Johansson, R., Gierup, J., Stephens, M.B., Persson, M., Wahlgren, C.-H., Wikman, H. & Stölen, L.K., 1999: Översiktsstudie av Kronobergs län. Geologiska förutsättningar. *SKB Rapport R-99-19*, 53 s.
- Wahlgren, C.-H., Cruden, A.R. & Stephens, M.B., 1994: Kinematics of a major fan-like structure in the eastern part of the Sveconorwegian Orogen, Baltic Shield, south-central Sweden. *Precambrian research* 70, 67–91.
- Wang, X.-D., 1996: Metamorphism and geochronology of the high-pressure granulite and upper amphibolite facies rocks from the southwest Swedish granulite region. *University of Lund, Institute of Geology*.
- Wang, X.-D. & Lindh, A., 1996: Temperature-pressure investigation of the southern part of the Southwest Swedish Granulite Region. *European Journal of Mineralogy* 8, 51–67.
- Welin, E., 1975: K-Ar dating and Sr-isotope composition of rhyolitic rocks from Lake Mien in southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 97, 307–311.
- Wik, N.-G., Andersson, J., Bergström, U., Claeson, D., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Möller, C., Sukotjo, S., & Wikman, H., 2006: Beskrivning till regional berggrundskarta över Jönköpings län. *Sveriges geologiska undersökning K* 61, 60 s.
- Wik, N.-G., Bergström, U., Bruun, Å., Claeson, D., Jelinek, C., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Stephens, M.B., Sukotjo, S. & Wikman, H., 2005a: Beskrivning till regional berggrundskarta över Kalmar län. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 66, 50 s.
- Wik, N.-G., Bergström, U., Claeson, D., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L. & Sukotjo, S., 2005b: *I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – Sammanfattning av pågående verksamhet 2004. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 120, 141–164.
- Wikman, H., 1997: U-Pb zircon ages of three granitoids from the Växjö region, south central Sweden. *I T. Lundqvist (red): Radiometric dating results 3. Sveriges geologiska undersökning C* 830, 63–72.

- Wikman, H., 1998: Beskrivning till berggrundskartorna Växjö SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 188, 200*, 90 s.
- Wikman, H., 2000: Beskrivning till berggrundskartorna 5E Växjö NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 201, 216*, 108 s.
- Wikman, H. & Bergström, J., 1987: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Malmö. *Sveriges geologiska undersökning Ba 40*, 42 s.
- Wikström, A., 1989: General geological-tectonic study of the Simpevarp area with special attention to the Äspö island. SKB, Progress Report 25-89-06, 12 s.
- Åberg, G., 1988: Middle Proterozoic anorogenic magmatism in Sweden and worldwide. *Lithos 21*, 279–289.
- Åberg, G. & Kornfält, K.-A., 1986: Rb-Sr whole-rock dating of the Eringsboda and Klagstorp granites, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 107*, 197–202.
- Åhäll, K.-I., 2001: Åldersbestämning av svårdaterade bergarter i sydöstra Sverige. *SKB, progress Rapport R-01-60*, 28 s.
- Åhäll, K.-I., Connelly, J. & Brewer, T., 2002: Transitioning from Svecofennian to Transscandinavian Igneous Belt (TIB) magmatism in SE Sweden: implications from the 1.82 Ga Eksjö tonalite. *GFF 124*, 217–224.
- Åhäll, K.-I., Samuelsson, L. & Persson, P.-O., 1997: Geochronology and structural setting of the 1.38 Ga Torpa granite; implications for charnockite formation in SW Sweden. *GFF 119*, 37–43.
- Åström, K., 1998: Seismic signature of the Lake Mien impact structure, southern Sweden. *Geophysical Journal International 135*, 215–231.

Geologisk och geofysisk ordlista

Förklaringarna bygger i huvudsak på ordlistan i Sveriges Nationalatlas, Band 12, Berg och jord, 3:e upplagan (Fredén 2002), samt ordlistan i Geologi, 6:e upplagan (Loberg 1999).

Amfibol. En grupp av Fe-Mg-silikater med prismatisk kristallform. De viktigaste mineralen i gruppen är hornblände och aktinolit-tremolit.

Amfibolit. Metamorf basisk bergart bestående av huvudsakligen amfibol och plagioklas.

Amfibolitfacies. Metamorf grad (ca 550–700 °C; medelgradig metamorfos), i basiska bergarter definerad av ett mineralinnehåll av plagioklas och hornblände (där anortithalten i plagioklas är minst 17 %).

Andesit. Intermediär vulkanisk bergart som domineras av plagioklas och mörka mineral t.ex. hornblände, pyroxen, biotit.

Anomali. Lokal avvikelse.

Antiform. En ryggformad del av ett veckat lager eller en veckad lagerserie.

Aplit. Finkornig, granitisk bergart med låg halt av mörka mineral. Uppträder vanligtvis som gångar.

Arkeiska. Från tidsperioden ca 4 600–2 500 miljoner år sedan som benämns arkeikum.

Axialplan. Se veckaxelplan.

Bandning. Omväxlande mer eller mindre parallella lager med olika färg, kornstorlek, mineralsammansättning osv.

Basalt. Basisk vulkanisk bergart.

Basisk bergart. Bergart med 45–52 viktprocent SiO₂.

Bergart. Sammanhållet aggregat av ett eller vanligen flera mineral.

Biotit. Mörkt glimmermineral.

Bougueranomali. Tyngdkraftsavvikelse som tar hänsyn till mätpunkternas latitud och höjd.

Dacit. Intermediär vulkanisk bergart som domineras av plagioklas, kvarts och mörka mineral.

Deformationszon. En svaghetszon i berggrunden utefter vilken berggrunden på ömse sidor rört sig i förhållande till varandra.

Diabas. En basisk gångbergart som bildar mer eller mindre branta skivor i berggrunden.

Diamantborrning. Undersökningsborrning med diamantsatt borrkrona. Borrningen syftar till att ta upp en serie prover, borrkärna, av berggrunden.

Diorit. Intermediär djupbergart som domineras av plagioklas och mörka mineral.

Djupbergart. Magmatisk bergart som kristalliserat (stelnat) i djupare delar av jordskorpan.

Enklav. Del av en magma eller bergart som ligger omsluten av annan magma eller bergart och skild från modernmagman.

Epidot. Ett mossgrönt silikatmineral med Ca, Al och Fe, vanligt som sprickfyllnad.

Epiyenitisering. Process som medför att kvarts urlakas och plagioklas blir natriumrikare (albitiserar) i en granit. Orsakas av varma lösningar, magmatiska eller metamorfa.

Fanerozoiska. Från tidsperioden som omfattar tiden från ca 545 miljoner år fram till nutid, som benämns fanerozoikum.

Felsisk bergart. Bergart som består av ljusa mineral, oftast synonymt med sur bergart.

Fennoskandiska skölden. Urbergsområde som omfattar Sverige med undantag av fjällkedjan och sydvästra Skåne, större delen av Finland, nordvästra Ryssland och delar av Sydnorge.

Ferrimagnetisk. Egenskap hos en substans att starkt attraheras av en magnet och besitta en permanent magnetisering.

Foliation. Allmän term för planstruktur i bergart. Jämför förskifring.

Fältspat. Sammanfattande namn för en grupp bergartsbildande silikatmineral. De viktigaste är kalifältspat (kalium- och aluminiumrik) och plagioklas (natrium-, kalcium- och aluminiumrik).

Förskifring. Planstruktur i en metamorf bergart definierad av parallellorientering av mineralkorn. Utvecklas vid medelgradig metamorfos.

Förkastning. En spricka eller sprickzon parallellt med vilken berggrunden har rört sig.

Gabbro. Basisk djupbergart som domineras av plagioklas, pyroxen och olivin.

Gammaindex. $m_\gamma = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$. I formeln är C_K koncentrationen av kalium-40, C_{Ra} koncentrationen av radium-226 och C_{Th} koncentrationen av torium-232, alla i enheten Bq/kg.

Glimmer. Silikat som kristalliserar i bladiga eller fjälliga former. Vanligast är biotit och muskovit.

Gnejs. Högmetamorf bergart med mer eller mindre välutvecklad planstruktur, ofta också med bandning.

Granat. En grupp silikatmineral med varierande sammansättning. De vanliga typerna är samtliga aluminiumrika och innehåller olika proportioner av järn, magnesium, kalcium och mangan. Bildas i medel- och höggradigt metamorfa skiffrar och kalkrika sedimentbergarter. I basiska bergarter bildas granat vid höga metamorfa tryck, och utgör då vanligen ett av huvudmineralen i bergarten.

Granatamfibolit. Metamorf basisk bergart bestående av plagioklas + hornblände och rikligt med granat.

Granit. Sur djupbergart bestående av huvudsakligen mineralen kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände.

Granitoid. Samlingsnamn för kvartsrika djupbergarter, t.ex. granit, granodiorit, tonalit.

Granodiorit. Intermediär till sur djupbergart bestående av huvudsakligen mineralen kvarts, fältspat, glimmer och/eller hornblände.

Granulitfacies. I basiska bergarter definierad metamorf grad (hög temperatur, > ca 700 °C) med metamorft mineralinnehåll bestående av ortopyroxen och/eller klinopyroxen + plagioklas ± hornblände ± granat ± kvarts.

Grönskifferfacies. Definierad metamorf grad (350–530 °C). Basiska bergarter består huvudsakligen av amfibol (aktinolit) + Na-rik plagioklas (albit) + epidot + klorit. Skiffrar innehåller vanligen klorit + muskovit + biotit + Na-rik plagioklas (albit).

Gångbergart. En magmatisk bergart i form av en skiva. Utgör sprickfyllnader och har vanligen bildats i övre delen av jordskorpan.

Hematit. Järnoxidmineral.

Hornblände. Se amfibol.

Hybridbergart. Blandbergart.

Högtrycksgranulit. Metamorf bergart, i basiska bergarter definierad av metamorf klinopyroxen + plagioklas + granat ± kvarts. Bildas vid hög temperatur (mer än ca 700 °C) och högt tryck (mer än ca 8 kbar, motsvarar 30 km djup).

Ignimbrit. Pyroklastisk bergart där de ingående partiklarna avsatts ur heta gasmoln och där askpartiklarna sammansvetsats till en lavaliknande bergart.

Intermediär bergart. Bergart med 52–63 viktprocent SiO_2 .

Intrusion. Magmatisk bergart som trängt in i och stelnat i jordskorpan som kroppar eller som gångar.

Isoklinalveck. Veck med sammanpressade, parallella veckskänklar. Bildas under stark deformation.

Jordskorpa. Den yttersta delen av jordklotet, ned till 5–10 km under oceanerna och till 20–70 km under kontinenterna.

Kalcit. Kalciumkarbonat, kalkspat. Huvudmineral i kalksten.

Kalifältspat. Kaliumrik fältspat. Se även fältspat.

Kambrisk. Från den tidsperiod ca 545–495 miljoner år sedan som benämns kambrium.

Kaxborrning. Undersökningsborrning i berg utan att något prov i form av borrhärna erhålles (jfr diamantborrning). Det finkorniga material som bildas vid borrningen kallas borrhax. Kaxet kan studeras på olika sätt och ge information om berggrunden i borrhålet.

Klorit. Glimmerliknande, vanligen grönt silikatmineral. Bildas vid låg metamorfosgrad (upp till och med grönskifferfacies).

Konglomerat. Sedimentär bergart som består av rundade stenar i en finkornig mellanmassa.

Kontaktmetamorfos. Metamorfos av lokal utbredning, orsakad av temperaturförhöjning i sidoberget intill en magmakropp.

Kvarts. Mineral bestående av kiseldioxid (SiO_2).

Kvartsit. Metamorfoserad kvartsrik bergart, vanligen en omvandlad, kvartsrik sandsten.

Leukosom. Nybildat (nykristalliserat) ljust material i en migmatit. (Se även migmatit.)

Lineament. En penetrativ eller återkommande linjär struktur i berggrunden.

Litologi. Beskrivning av en berg- eller jordart baserad på exempelvis mineralogisk sammansättning, kornstorlek och färg.

Magma. Smält berg.

Magmamingling. Två eller flera magmor av olika sammansättning som interagerar, men utan att blandas, se även magmamixing.

Magmamixing. Två eller flera magmor av olika sammansättning som interagerar och skapar blandbergart, se även magmamingling.

Magmatisk bergart. Bergart bildad ur en bergarts-smälta (magma).

Magnetisk signatur. En magnetisk anomalis form, användbar vid jämförelse med kända eller modellerade anomalier.

Magnetisk susceptibilitet. Kvoten mellan styrkan av inducerad magnetisering och styrkan av det yttre magnetiska fält som orsakar den inducerade magnetiseringen.

Magnetiska trendlinjer. Magnetiska trendlinjer länkar ihop magnetiska anomalier som kan representera strukturella trender i berggrunden.

Magnetit. Magnetiskt mineral (järnoxid). Viktigt mineral för utvinning av järn.

Malm. En mineralkoncentration som är ekonomiskt brytvärd.

Mantel. Påväxt av ett mineral utanpå ett annat mineral t.ex. plagioklas som växt på kalifältspatkristall.

Massformig. Slumpmässig fördelning och orientering av mineralen i en bergart.

Meta- Prefix som används framför bergartsnamn för att indikera omvandlad karaktär (t.ex. metavulkanit). Jämför metamorfos.

Metamorfos. Den omvandling som en bergart genomgår när den utsätts för ändrad temperatur eller ändrat tryck.

Migmatit. Heterogen bergart med både ljusare och mörkare delar, där de mörkare vanligen har en metamorf karaktär och de ljusare har en smältkaraktär och består av kvarts, plagioklas och kalifältspat. Migmatit bildas genom delvis uppsmältning och omkristallisation av berggrunden, vilket i granitiska bergarter kan ske vid temperaturer över ca 630 °C.

Mikroclin. Kalifältspat, vanligen ljusröd. Ett av de vanligaste bergartsbildande mineralen.

Mineral. Fast, oorganisk substans som är definierad genom sin kemiska sammansättning och kristallsymmetri.

Molybdenglans. Ett molybdensulfidmineral. Det i världen viktigaste för utvinning av molybden.

Monzodiorit. Intermediär djupbergart bestående av huvudsakligen mineralen plagioklas, glimmer eller hornblände.

Monzonit. Intermediär djupbergart bestående av huvudsakligen mineralen fältspat, glimmer eller hornblände.

Muskovit. Ljust glimmermineral.

Mylonit. Finkornig, vanligtvis finlaminerad bergart bildad genom mycket stark, plastisk deformation.

Neoproterozoisk tid. Den senaste delen (ca 1 000–545 miljoner år) av den Proterozoiska tidsperioden (ca 2 500–545 miljoner år).

Normal förkastning. Förkastning, i regel brant, längs vilken det övre blocket rört sig nedåt. Orsakar förtuning i berggrunden.

Olivin. Fe-Mg-silikat som främst förekommer i basiska bergarter.

Omvänd magnetisering. Remanent magnetisering i motsatt riktning till det nuvarande jordmagnetiska fältets riktning.

Ortognejs. Gnejsomvandlad, ursprungligen magmatisk bergart.

Paramagnetisk. Egenskap hos en substans att svagt attraheras av en magnet. Substansens magnetiska egenskaper är helt beroende av ett yttre magnetfält. Paramagnetiska mineral är bl.a. biotit, hornblände och olivin.

Pegmatit. En grovkristallin granitisk bergart som vanligen bildar gångar eller mindre kroppar.

Petrofysik. Studier av de fysikaliska egenskaperna hos bergarter.

Plagioklas. Natrium- och kalciumrika fältspater. Se även fältspat.

Plastisk deformation. Deformation vid vilken berggrunden reagerar plastiskt, dvs. betar sig ungefär som modellera, vilket börjar ske vid temperaturer över ca 350 °C (då mineralet kvarts börjar deformeras plastiskt). Berggrunden reagerar i regel helt plastiskt vid temperaturer över 500 °C. Penetrativa deformationsstrukturer (foliation och lineation), veck, och lokaliserade strukturer i form av plastiska skjuvzoner bildas alla vid plastisk deformation.

Porfyr. Bergart som karaktäriseras av att enskilda större kristaller (strökorn) ligger spridda i en finkornig mellanmassa (matrix).

Powellit. Oxidmineral som innehåller kalcium och molybden.

ppm. Parts per million = ”en miljondel”. Vanligt sätt att uttrycka låga halter. Jämför procent = ”en hundraedel”.

Prekambrium. Geologisk tidsålder, omfattande tiden från jordens bildning fram till för 545 miljoner år sedan.

Proterozoiska. Från tidsperioden ca 2 500–545 miljoner år sedan som benämns proterozoikum.

Pyroxen. Fe-Mg-silikat som främst förekommer i basiska bergarter.

Q-kvot. Kvoten mellan den remanenta och den inducerade magnetiseringen. För prov med $Q > 1$ dominerar den remanenta magnetiseringen, för prov med $Q < 1$ dominerar den inducerade magnetiseringen.

Radioaktivitet. Spontan sönderfall av ett radioaktivt ämne, ofta via en sönderfallskedja, till ett stabilt ämne. Vid sönderfallet utsänds olika typer av joniserande strålning.

Radiumindex. $C_{Ra}/200$, där C_{Ra} är koncentrationen av radium-226.

Refraktionsseismik. Geofysisk metod som utnyttjar seismiska vågors brytning (refraktion) i kontakten mellan olika media, t.ex. i kontakten mellan jord och berg.

Remanent magnetisering. Del av bergarts eller malms magnetisering som kvarstår sedan den inducerade magnetiseringen eliminerats.

Resistivitet. (Elektriskt) motstånd.

Revers förkastning. Förkastning, i regel brant, längs vilken det övre blocket rört sig uppåt, över det undre. Orsakar förtjockning i berggrunden.

Ryodacit. Sur till intermediär vulkanit (ytbergart) med granodioritisk sammansättning.

Ryolit. Sur vulkanit (ytbergart) med granitisk sammansättning.

Satellitdata. Mätningar, vanligen av elektromagnetisk strålning, gjorda från satelliter som cirklar runt jorden.

Scheelit. Oxidmineral som innehåller kalcium och wolfram.

Sediment. Från luft, vatten eller is avlagrat fast material, samt material som ackumulerats genom kemisk utfällning.

Sedimentgnejs. Ursprungligen sedimentär bergart som gnejsomvandlats.

Sedimentär bergart. Till en bergart hopläkt sediment.

Silikat. Kemisk förening mellan kisel (Si) och syre (O). Se även silikatmineral.

Silikatmineral. Den typ av silikat som förekommer i naturen. Över 90 % av jordskorpan består av bergartsbildande silikatmineral, främst kvarts, fältspat, amfibol, pyroxen och olivin.

Skjuvzon. Se plastisk deformation.

Sprickzon. Se spröd deformation.

Spröd deformation. Deformation vid vilken berggrunden reagerar genom uppsprickning. Vid denna

deformation bildas enskilda sprickor och ansamlingar av sprickor till sprickzoner.

Stratigrafiska undersökningar. Undersökningar som syftar till att utreda bergarternas inbördes åldersförhållanden.

Strykning. Riktning av en planstruktur, t.ex. förskiffning, sprickzon eller bergartskontakt.

Strökorn. Större mineral Korn i finare mellanmassa.

Stupning. Vinkel som en planstruktur, t.ex. förskiffning, sprickzon eller bergartskontakt, bildar med horisontalplanet.

Sur bergart. Bergart med mer än 63 viktprocent SiO_2 .

Syenit. Intermediär djupbergart som domineras av kalifältspat och mörka mineral.

Syenitoid. Samlingsnamn för kvartsfattiga djupbergarter, t.ex. kvartssyenit, syenit, kvartsmonzonit, monzonit.

Synform. En trågformad del av ett veckat lager eller en veckad lagerserie.

Tektonik. Den storskaliga uppbyggnaden av jordskorpan. Termen omfattar geologiska processer och strukturer relaterade till rörelser i berggrunden.

Textur. Utseende och form, används för att beskriva t.ex. mineralkornens form, storlek, orientering och inbördes relationer.

Tonalit. Intermediär till sur djupbergart som domineras av plagioklas, kvarts och mörka mineral.

Topografiskt lineament. Rak eller svagt böjd långsträckt struktur i naturen.

Veckaxel. Den tänkta linje utmed vilken ett veckat lager har sin maximala kurvatur.

Veckaxelplan. Det tänkta plan vilket sammanbinder veckaxlarna för varje lager i en veckad bergartsserie.

Veck. Böjd planstruktur i berggrunden.

Vittring. Sönderdelning och omvandling av berg och jord genom mekaniska och kemiska processer.

Vulkanit. Bergart bildad genom vulkaniska processer, som utströmning vid jordytan av magma, fragment, aska, gaser etc.

Xenolit. Fragment av främmande bergart i magmatisk bergart.

Ytbergart. Bergart bildad på eller nära jordens yta genom sedimentära eller vulkaniska processer.

Ögon. Större mineral Korn i finare mellanmassa.



Sveriges geologiska undersökning

Box 670

751 28 Uppsala

Tel: 018-17 90 00

Fax: 018-17 93 70

www.sgu.se

Uppsala 2009

ISSN 1652-8336

ISBN 978-91-7158-873-9

Tryck: Tabergs Tryckeri AB