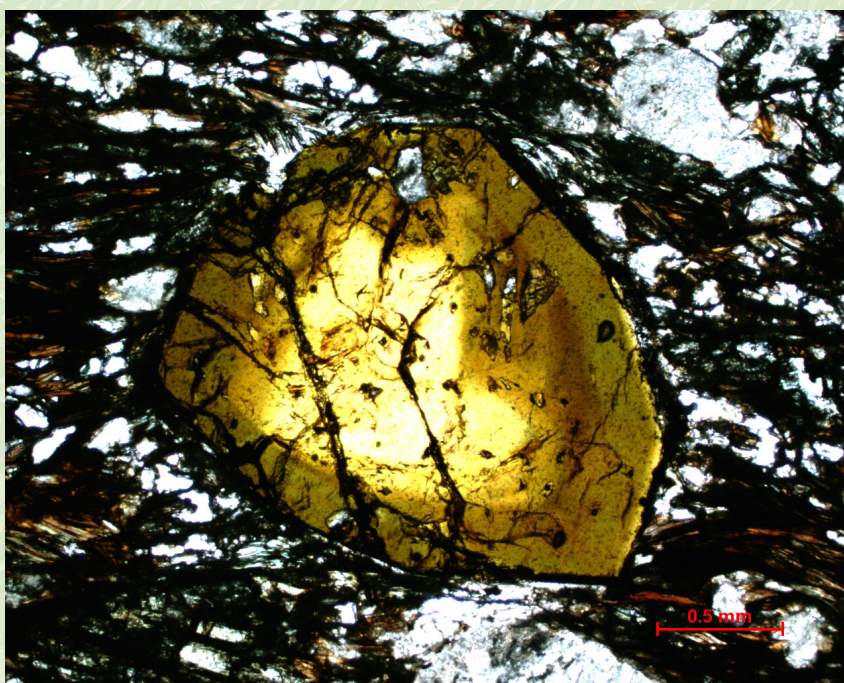




Sveriges geologiska undersökning

Dokumentation av tillfälligt blottade hållar i samband med ombyggnad av E18 väster om Enköping



Per Nysten

Dokumentation av tillfälligt blottade hållar i samband med
ombyggnad av E18 väster om Enköping

SGU-rapport
2008:32

SGU-rapport
2008:32

Dokumentation av tillfälligt blottade hällar i samband med ombyggnad av E18 väster om Enköping.

Inledning

I samband med byggandet av nya E18 mellan Sagån och Enköping under våren 2008 observerades geologiskt intressanta hållblottningar i området Ulunda – Ullbro strax väster om Enköping. Hällområdet omfattar ca 1,5 km längs den nya vägsträckningen och beräknas vara bortsprängt under senare delen av 2008. Hela vägsträckan öppnas för trafik under hösten 2010.

Metod

Fältarbetet utfördes under två fredagar (2008-05-02 samt 05-16) då arbetet med vägbygget huvudsakligen låg nere. Hällområdet var vid dessa tidpunkter helt intakt och de flesta ytorna var renskrapade. Delvis rena hållblottningar detaljkarterades på ett underlag av fastighetskartan uppförstorad i skala 1:5000. Dokumentation skedde med hjälp av digitalkamera (Nikon P3), GPS (Garmin GPS 12) och mätning av magnetisk susceptibilitet (GF instrument SM20). Bergarterna koordinatsattes enligt Rikets nät RT 90 och geologiska strukturer mättes enligt högerhandsregeln. Representativa bergartsprover insamlades under arbetets gång och av några av dessa framställdes polerade slipprov för transmissions- och reflektionsmikroskopi. Observationerna infördes i SGU:s hålldatabas. Under hösten 2008 gjordes kompletterande korta fältbesök av nysprängda hällar. Området har indelats från öster mot väster enligt följande:

- 1 Enögla
- 2 Ullbro östra
- 3 Ullbro västra
- 4 Ullbro järnvägsskäring

Geologisk bakgrund

Områdena Enköping SO och SV karterades och beskrevs i SGU serie Af 110 och 118 (Stålhös 1974, 1976) varav de nu undersökta hällarna helt finns i det senare området. Korrelation av här undersökta bergarter kan till viss del göras med motsvarande bergarter beskrivna från kartområdet Enköping SO. Området strax väster och norr om Enköping domineras av tonalit till granodiorit med ett öst-västligt orienterat och inneslutet parti av metasedimentär bergart

(fig. 1). Enligt kartområdet Enköping SV består detta parti av fältspatkvartsit växellagrande med, mer eller mindre, förgnejsad glimmerskiffer. Kartbladsbeteckningen visar att bergarten här är ”bättre bevarad”, dvs lågmetamorf. Lokala förekomster av fibrolitisk sillimanit och andalusit har dock noterats i liknande bergarter (jämför nedan) söder om Enköping (Stålhös, 1976).

Vid denna undersökning verifierades kontakten mellan den metasedimentära bergarten i öster och dess västra kontakt mot metatonalit –metagranodiorit (fortsättningsvis benämnd tonalit). Området skärs av gångbergarter såsom pegmatit, aplit, granit, och granat- och biotitförande basiter. Det finns även sent bildade sprickfyllnader i sprödtektoniska zoner. Plastisk deformation har observerats i område 4 (Ullbro järnvägsskärning). Metamorfosgraden i den metasedimentära bergarten är dock lokalt hög (diatexitisk migmatit).



Fig. 1 Utsnitt ur berggrundskartan Enköping SV

Delområde 1 Enögla från [6614458; 1570216] till [6614426; 15696503]

I figur 2a nedan visas den blivande vägsträckningen och i fig. 2b visas den östligaste delen av det undersökta området (fig. 2b i en ungefärlig skala 1:10000). Den metasedimentära bergarten, delvis i form av diatexitisk migmatit, upptar ett relativt homogent område i öster som gränsar mot tonalit i väster. Kontakten är skarp. Längst i öster, nära den nuvarande motorvägen, finns små områden med röd, fint medelkornig, förskiffrad granit som gångformigt skär den metasedimentära bergarten. Denna består av två huvudkomponenter, dels en neosom, dels en paleosom. Neosomen består av en granulär till folierad grundmassa och paleosomen består av välbevarade lagrade argillitiska till arenitiska fragment av dm- till m-storlek (fig. 3 och 4). Neosomen har undersökts i detalj då den bedömdes kunna ge information om metamorfosgraden i området. Den består av biotit, muskovit, kvarts och, mycket underordnat, plagioklas. Sericitiserad plagioklas verifierades i tunnslip men är svår att identifiera i fält. Eventuellt består de enstaka vita aggregat som ses i figur 4 av plagioklas. Dessutom finns i neosomen accessoriskt mörkt brun turmalin. I tunnslip visar denna en tydlig färgzoner vinkelrätt c-axeln med gult centrum som utåt övergår i bruna och olivgröna zoner. Det är troligtvis dravit (Mg-turmalin) (fig. 5 och 6). Dravit förekommer även rikligt i en tektoniskt omvandlad tonalit i delområde 4 (se nedan).

Framförallt muskoviten i migmatitens neosom är delvis posttektoniskt bildad. Den följer bergartens foliation (305/70 – 315/80) men växer även regellöst över denna och bildar upp till 5 mm stora rombformade enkristaller. Referensprov 29 och 296 från kartområdet Enköping SV tagna i ett stenbrott vid Hjäplinge i områdets NV hörn, utgörs av en metasedimentär bergart med motsvarande mineralogi och textur och i analogt litologiskt läge.

Av visst intresse är, att i det här aktuella området, (Enögla), observerades 1 till 2 centimeter stora, avlånga fibrösa aggregat av muskovit i stuff. Eventuellt är dessa retrograderade fibroliter som tyder på en lokalt hög metamorfosgrad i kontrast med begreppet ”bättre bevarad” vilket angivits av Stålhös 1976. Vid höggradig metamorfos bryts muskovit ner och Al-silikat (i detta fall fibrolitisk silimanit), kalifältspat och vatten bildas. Nybildad kalifältspat har dock inte observerats i migmatiten. Lokalt är pyrit vanlig på foliationsytor i de glimmerrikare migmatittyperna vilka då dessutom är kraftigt rostiga. Susceptibiliteten i migmatiten varierar mellan 10 – 20 (max 50) x 10⁻⁵ SI-enheter. I nära anslutning till det ovan beskrivna granitområdet har en 0.5 m bred pyritförande kvartsgång samt en nätåderbrecciering av migmatiten observerats (fig 7 och 8). Polerprov från gången visar att pyrit är den enda sulfiden som förekommer i kvartsen. Sulfidförande kvartsgångar är potentiellt intressanta för prospektering av guld.



Fig. 2a Den nya vägsträckningen markerat i rött.

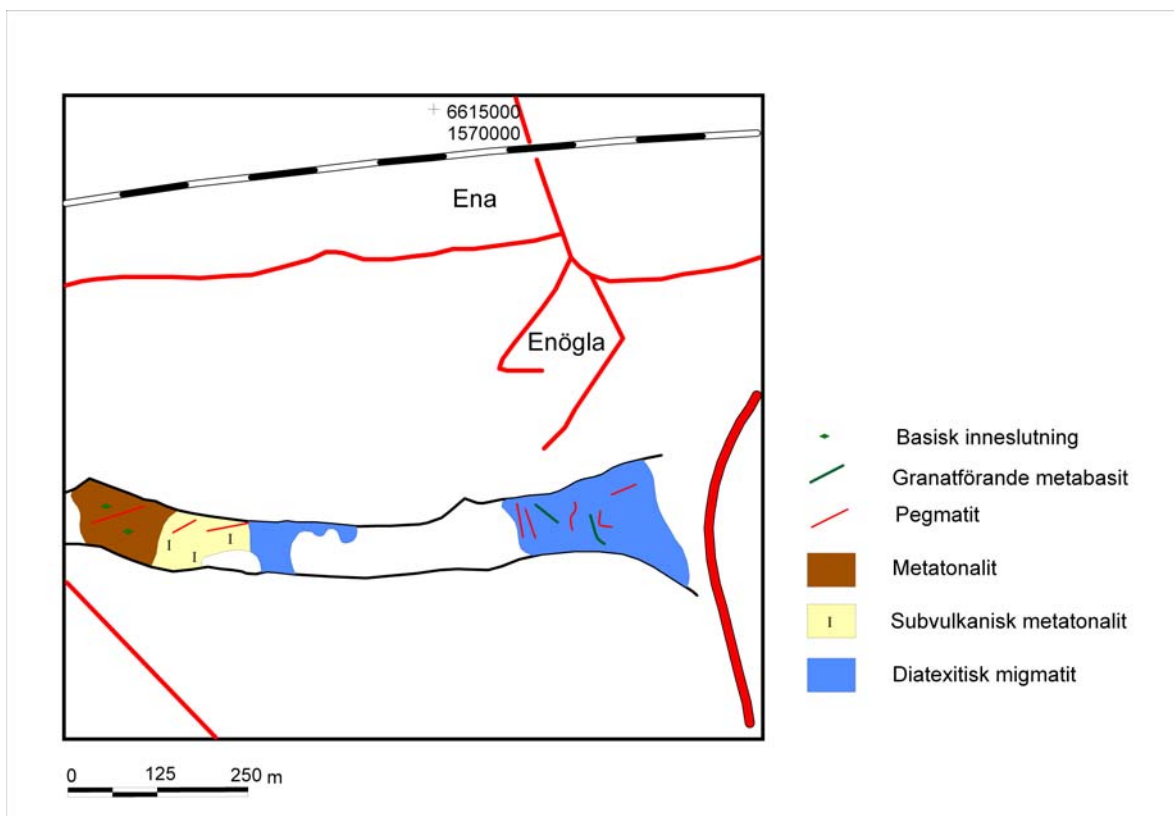


Fig 2b. Detaljkarta över delområde 1 Enögla



Fig. 3 Diatexitisk migmatit med arenitiskt paleosom [6644408; 1569841]. Hammarens längd är ca 60 cm.



Fig 4 Diatexitisk migmatit med granulär neosom. Det vita aggregatet är troligtvis plagioklas. [6644408; 1569841].

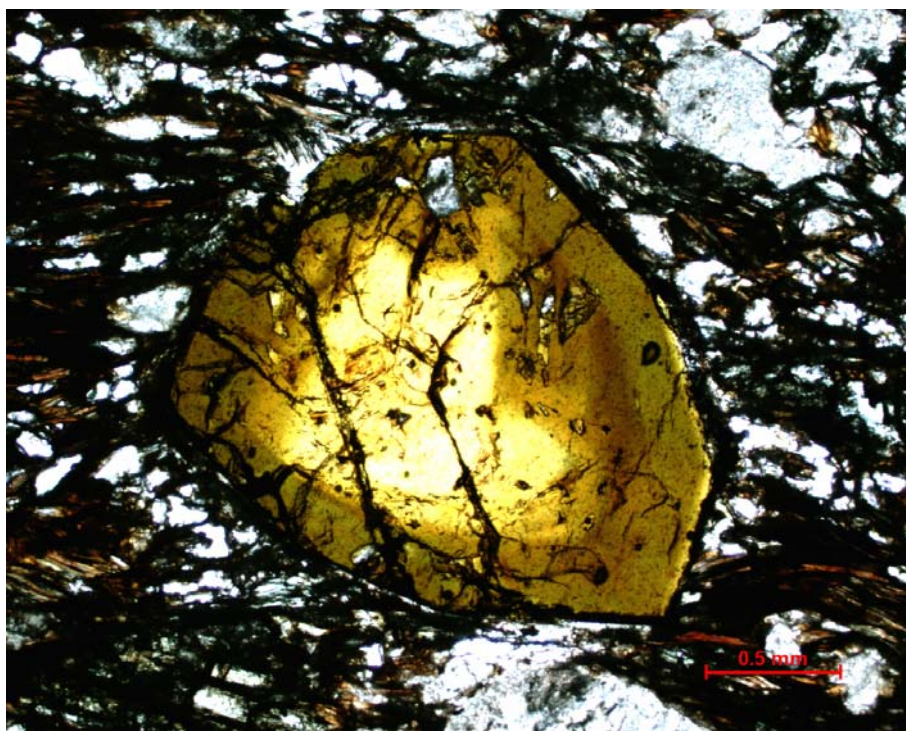


Fig. 5 Tvärsnitt av zonerad dravitisk turmalin omgiven av muskovit, biotit och kvarts, planpolariserat ljus. Provet är taget ur migmatit vid 6614460; 1570220]

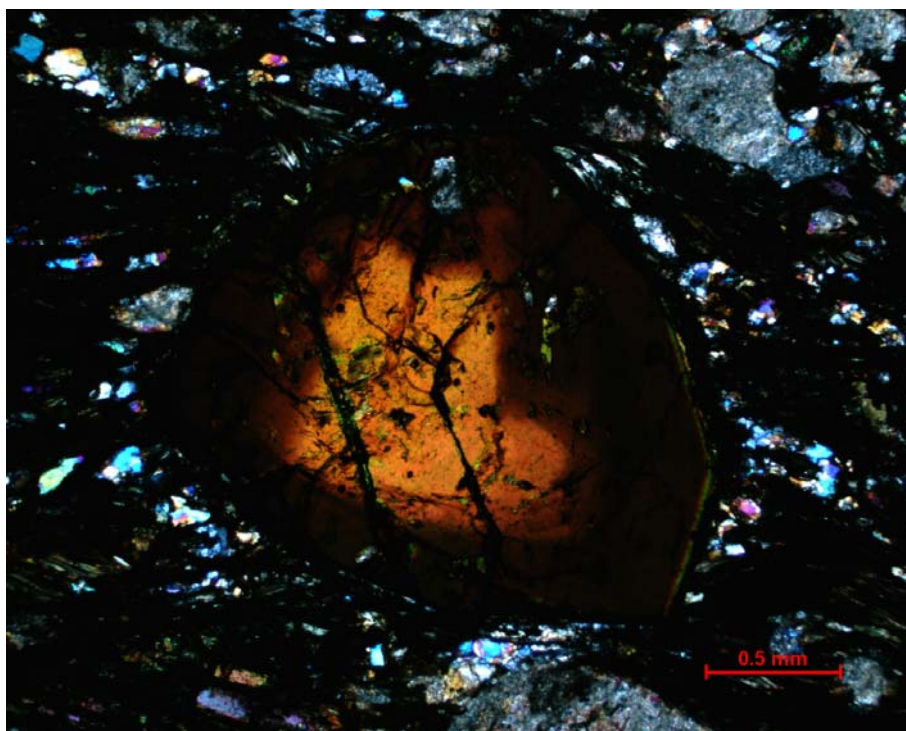


Fig 6 Turmalin, korsade polarisatorer



Fig. 7 Kvartsbreccierad migmatit [ca 6614400; 1570300].



Fig 8 Sulfidförande kvartsgång (ca 350/90) som skär granit och migmatit [ca 6614400; 1570300].



Fig. 9 Folierad muskovitpegmatit och migmatit. Notera att strukturen är kontinuerlig över kontakten. [6614419; 1570159]



Fig 10a Välbevarade metasediment som brottstycken (paleozom) i migmatit [6644408; 1569841].

Pegmatitgångar är frekventa inom område 1. De flesta bildar 1-2 m breda, skärande, branta gångar; dock finns även tydligt folierade, veckade och breccierade gångar med sekundärt bildade mineral i öppna hålrum. Huvudsakligen består dessa av idiomorfa kvarts-, adular- och albitkristaller. Delvis förekommer täta ådror påminnande om pseudotachylit i de mest omvandlade partierna. Foliationen i dessa gångar kan ställvis följas in i sidostenen (fig. 9 –12) men även skärande relationer finns där pegmatitens foliation bildar tydlig vinkel med foliationen i den omgivande migmatiten (refraktion?). Gemensamt för pegmatiterna är att de innehåller vit till svagt orange mikroclin. Glimmertypen inom gångsvärmen varierar både med avseende på mineral (muskovit/biotit) och muskovitens kemi. Pegmatit som skär migmatit är muskovitrik, för rikligt med svart turmalin och grön apatit som är koncentrerad till de muskovitrika delarna i gången. Dessutom innehåller pegmatiten små mängder REE-oxid/thucolit och granat. Pegmatit som skär tonalit nära gränsen mot migmatiten innehåller både muskovit och biotit samt underordnat svart turmalin och grön apatit. Muskovithalten minskar då avståndet till migmatiten ökar, och gångar vid område 2 (Ullbro), domineras av biotit. Muskoviten i pegmatit som skär tonalit är mer vinröd och kemiskt primitiv jämfört med den gulvita och evolverade typen som finns i de gångar som skär migmatit.

Svart turmalin (schorl) bildar upp till 4 cm breda och 1 dm långa prismor i gångarnas centrala delar (fig. 13). Lokalt dominerar mineralet, speciellt i kvartsrika partier. Vid kontakten mot omgivande migmatit finns ofta en svart finkornig turmalinit. Den i pegmatiten ingående apatiten fluorescerar gult i kortvågigt UV-ljus.

De rakt klippande pegmatitgångarna bildar gångsvärmar i två huvudriktningar ca 350-360 samt 250-270 med branta stupningar. De deformerade gångarna är oregelbundet folierade pga veckning..(se fig 2b).



Fig. 10b Kontakt mellan kvartsitiska och muskovitdominerade partier i migmatiten

[ca 6614400; 1569900].



Fig. 11 Muskovitpegmatit rakt skärande migmatit [ca 6614460; 1570120],
(hammarens längd ca 60 cm).



Fig. 12Folierad muskovitpegmatit i kontakt med migmatit [6614458; 1570216].



Fig. 13 Svart turmalin (schorl) i muskovitpegmatit [ca 6614500; 1570200]. Notera sen brecciering av turmalinen. Myntets diameter är 20 mm.

Basiska gångar av extraordinärt utseende och som migmatit finns inom område 1. De är 1 – 3 m breda och består av biotit och kvarts som bildar grundmassa samt rikligt med runda granatporfyroblaster med poikilitiskt innesluten kvarts. Granaterna är oftast 3-5 (max. 8) cm stora och jämnt fördelade i gångarna. I kontakten till matrix finns en tunn biotitrik zon. Polerprov av en granat ger vid handen att enbart granat och kvarts ingår i dess inre och zonerings tycks saknas. Den mörkröda färgen plus den geologiska miljön antyder almandinrik sammansättning. Metabasitgångar av denna typ har beskrivits av Stålhös (1974) från kartområdet Enköping SO, dock med betydligt mindre storlek på granatkristaller (cm). Gångarna består, enligt Stålhös, av intermediär plagioklas, kvarts, biotit, granat samt något hornblände. Han anger här granatsammansättningen som almandin med en betydande halt av grossular. Gångarna tolkas av honom som ytligt intruderade lagergångar (fig. 14-17). En av gångarna vid Enögla [6614429; 1570242] har strykningen 320 och stupar 46 grader samt böjer svagt i ett öppet veck till N-S:lig riktning. Gången klipps av en lodrät förkastning med 18 graders strykning.. Susceptibiliteten varierar mellan 40 och 80 x 10⁻⁵ SI-enheter.

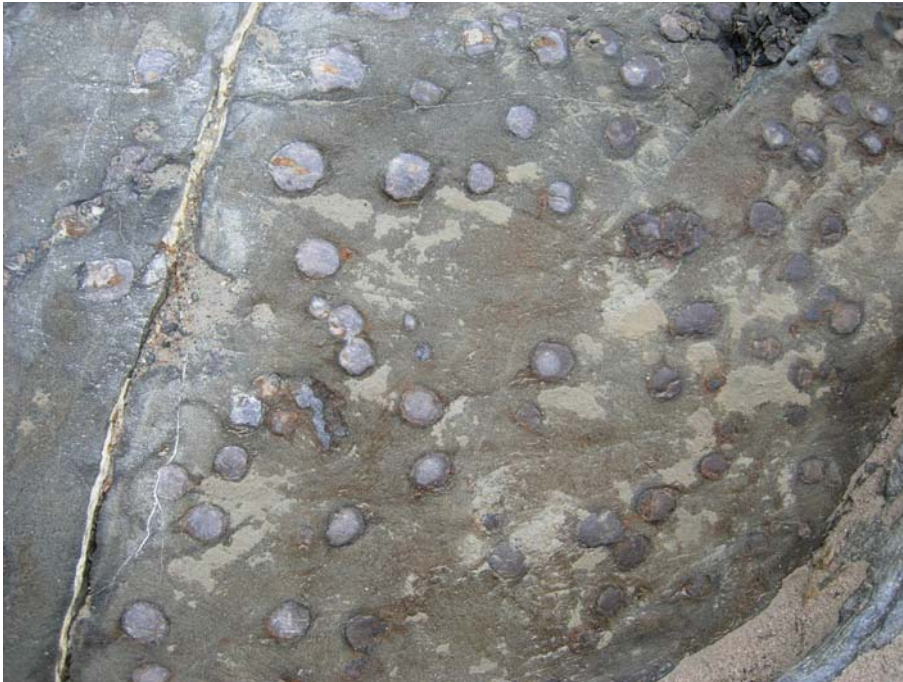


Fig. 14 Granatporfyroblaster i metabasit [6614429; 1570242].



Fig. 15 Detalj av ovanstående gång.



Fig. 16. Pegmatit som skär granatförande metabasitgång omgiven av migmatit [6614466; 1570220].



Fig. 17 Detalj av ovanstående.

I den östra delen tonalitområdet, nära kontakten till migmatiten, finns ett några 100 m stort parti vilket tolkats bestå av en subvulkanit. Den normalt grå och medelkorniga, folierade tonaliten visar här en tydligt porfyriskt textur med 1-3 mm stora, vitvittrande fältspatfenokrister i en finkornig grundmassa av biotit och något kvarts. Gradvisa övergångar mot normal tonalit är vanliga varför gränsdragningen är ungefärlig (fig. 18-19). I det västra tonalitområdet finns rikligt med basiska xenoliter utdragna i foliationsriktningen 240 grader (fig. 20-22).



Fig. 18. Subvulkanisk (porfyrisk) tonalit till granodiorit [6614421; 1569621].

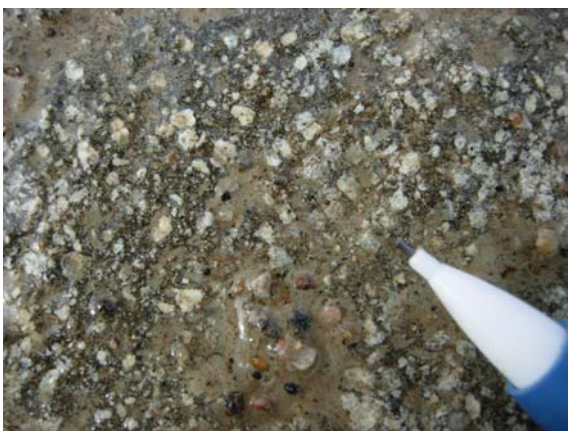


Fig. 19 Detalj av ovanstående som visar vita plagioklaser i en finkornig biotit-hornbländerik matrix.



Fig. 20 Muskovit-biotitpegmatit som skär tonalit [6614429; 1569400].



Fig. 21 Tunn förkastad pegmatit som skär tonalit [6614410; 1569520]. Förkastningsplanet är troligen fyllt med plagioklas, prehnit och kalcit.



Fig. 22 Parallellt orienterade mafiska xenoliter i tonalit [6614433; 1569574].

Delområde 2 Ullbro östra från [6614575; 1568925] till [6614616; 1568670]

Mellan område 2 och 3 kommer vägen att gå i en tunnel. Området framför den blivande östra tunnelmynningen domineras helt av tonalit. Denna skärs av gångbergarter och sprödtektoniska zoner. Gångarna består dels av röd aplit, dels av pegmatit. Pegmatiterna är här dels vita, dels rödlätta och huvudsakligen biotitförande. Muskovit och turmalin saknas helt. Lokalt är gångarna kraftigt breccierade med gråvita finkorniga sprickfyllnader troligtvis bestående av plagioklas och prehnit. Figur. 23 visar en rakt klippande röd biotitpegmatit med orientering 28/55. Apliterna och de fint medelkorniga graniterna bildar brantstående gångar av maximalt 1 m's bredd. De är ställvis zonerade från rött till vitt och lokalt tektoniserade i kontaktzonen (fig. 24).

De spröda zonerna är fyllda med laumontit och kalcit övergående i prehnit-albit-kalcit vilka bildar upp till 50 cm breda brecciezoner. Prehnit och albit bildar små välformade kristaller i drusrum i en hård vit matrix av samma mineral vilka lateralt övergår i skivig kalcit. Även mörkfärgade, rostiga, lättvittrande zoner med fyllosilikat (klorit, Mn-oxider +?) finns. Monomineralisk kalcit är även vanlig på sprickor, och några m² stora, rena kvartskörtlar samt kvartsgångar med sulfider (pyrit, magnetkis kopparkis, molybdenglans) finns lokalt (fig. 25-28).



Fig. 23 Röd biotitpegmatit som skär tonalit [6614633; 1568772].



Fig. 24 Färgzonerad aplit som skär tonalit [6614626; 1568680].



Fig. 25 Förkastad tonalit med drusig omvandlingszon fylld med prehnit, plagioklas och kalcit.



Fig. 26 Detalj av figur 25.



Fig. 27 Kvartsbreccierad apelit.



Fig. 28 Sprödtektonisk zon i tonalit som är fyllosilikatrik och rödfärgad av hematit. Bergarten är kraftigt folierad och uppkrossad [6614606; 1568781].

Delområde 3 Ullbro västra [6614700; 1568500]

Vid den västra tunnelmynningen ser man samma typ av tonalit och aplit till aplitgranit som vid den östra. Aplit i fast klyft observerades vid ett kompletterande fältbesök. Apliten bildade då en meterbred brantstående gång med ungefärlig öst-västlig stykning. Gången är idag bortsprängd. I det här området observerades dessutom violett och grön fluorit, invuxen i kalcitprickor samt ett enstaka fynd av zeolitmineralet analcim. Zeoliten är associerad med kalcit i en 2-3 cm tjock sprickfyllnad. Även här finns spröttektoniska, kraftigt vittrande, 3-5 dm breda, brantstående zoner fyllda med fyllosilikater. Zonen i figur 31 är ca 3 dm bred och av samma typ som visas i figur 28. Ett stort förkastningsplan med orientering 250/45 syns i den södra bergväggen. Figur 29–31 visar detta område.



Fig. 29 Vy mot väster vid Ullbro nära den västra tunnelmynningen [6614633; 1568500]



Fig.30 Sprödtekonisk zon [320/90-85] skärande tonalit vid Ullbro västra tunnelmynning [6614660; 1568428]



Fig. 31 Kontakt mellan biotitfolierad aplitisk granit och grå tonalit. Aplitgraniten är blekt i kontaktzonen. Ett tunt sprickplan fyllt med kalcit, klorit och hematit skär båda bergarter.

Delområde 4 Ullbro järnvägsskärning [6614854; 1569180]

Enligt muntlig uppgift från Lage Karlsson, Uppsala hittades för ca 10 år sedan välutvecklade mörkt brunsvarta, kortprismatiska turmaliner i en biotitrik skiffer på järnvägsbanken nära järnvägstunneln vid Ullbro. Ursprungligen härstammar dessa från fast klyft i den tonalit som tunneln genomkorsar. Lage visade mig var man kan se dessa även utanför tunneln, ca 100 m öster om tunnelmynningen [6614854; 1569180]. Tonaliten är här störd, dels av en sprödtekonisk brecciezona (riktning ca 40) med laumontit och kalcit i den norra väggen, dels av en mer plastisk biotitrik zon med boudinerad kvarts i den södra (riktning 300). Turmalinerna finns rikligt i den förskiffrade biotitrika bergarten koncentrerade till ett ca 0.5 m brett parti nära kvartsen, dock ej i denna (fig. 32). De flesta bildar 5-10 mm stora nålformade prismor, men även grövre individer upp till 2 cm's längd finns. Förskiffringen i zonen är mätt till 300/75 och parallellt med denna syns dm-stora rundade boudiner/pinch and swellstrukturer av kvarts. På förskiffringsytan syns en lineation (300/30, fig. 33). I den södra väggen syns även en 3 dm bred metabasitgång i riktning 330/90 med skarp kontakt mot omgivande tonalit. Berggrundskartan Enköping SV (Stålhös, 1976) visar huvudsakligen två riktningar för tektoniska zoner. Parallella zoner i riktning 330 grader genomkorsar hela området och från Mälaren vid Svinnegarnsviken löper en zon i riktning 300 grader diagonalt till Tortuna i områdets NV del. Möjligen kan ovanstående beskrivna förskiffringszon (järnvägsskärningen) korreleras med den senare zonen beskriven av Stålhös. Järnvägen har

byggts om och skärningen var inte tillgänglig då Enköping SV karterades. Den laumontitförande brecciezonen i riktning 40 grader är avbildad i fig. 34 och 35.

För att bilda turmalin krävs bor och här torde boret ha introducerats hydrotermalt då inga lämpliga borkällor (läs metasediment) finns i närheten. Noterbart är att dravit är relativt rart i svensk berggrund. En möjlig analog förekomst är Kåringbrickan väster om Sala som har kvarts och svart turmalin i en hydrotermal gång.



Fig. 32 Spröd till plastisk deformationszon som skär tonalit. En vit boudinerad subvertikal kvartsgång finns i bildens mitt. De biotitrika bergartsleden till höger om kvartsen är rikligt dravit-förande [6614854; 1569180].



Fig. 33 Detalj av ovanstående bilds övre högra hörn visande flack stänglighet på foliationsytor [



Fig. 34 Sprödektionisk brecciezoon i norra väggen av järnvägsskärningen. Breccian för bl a laumontit [6614854; 1569180].



Fig. 35 Detalj av ovanstående visande laumontitmineraliserat parti [6614854; 1569180].

Sammanfattning av den relativa geologiska utvecklingen inom det undersökta området baserat på ovanstående fältobservationer.

- Avsättning av leriga och sandiga sediment i marin miljö. Litifiering av dessa till sandsten och skiffer.
- Intrusion av diabasgångar, alternativt mafiska lagergångar, i de sedimentära bergarterna.
- Tidig metamorfos och deformation som leder till migmatisering av de sedimentära lagren. Omvandling av de mafiska gångarna till metabasiter samt intrusion av tidigt orogena plutoniter och subvulkanit (tonalit-granodiorit).
- Bildning av anatektiska smältor med påföljande intrusion av granit, pegmatit och aplit som gångar i migmatit och tonalit.
- Deformation (förskiffring + veckning) av granit, tonalit, aplit och pegmatit samt ytterligare intrusion av en yngre, rakt skärande pegmatitgeneration.
- Plastisk deformation av tonalit med hydrotermal mineralisering (kvarts + turmalin) i skjuvzon
- Spröd-(plastisk?) deformation av tonalit med bl a klorit och hematit som sprickfyllnad.
- Spröd deformation av:
 - pegmatit med nybildning av adular i hålrum
 - brecciering av tonalit med bildning av prehnit, plagioklas, laumontit och kalcit i hålrum
 - sprickor skärande tonalit fyllda dels med kalcit, fluorit och analcim, dels med kvarts och Fe-Cu-Mo-sulfider

Referenser

Stålhös, G., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 110*, 70 s.

Stålhös, G., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 118*, 45 s.

