



Sveriges geologiska undersökning

Djupvittrat berg i Ingatorpsområdet i nordöstra Småland



J.-O. Svedlund, F. Hellström,
S. Snäll & E. Jonsson

Utförd inom programmet för
Geologisk Dokumentation

Djupvittrat berg i Ingatorpsområdet i nordöstra Småland

SGU-rapport
2007:39

SGU-rapport
2007:39

Djupvittrat berg i Ingatorpsområdet i nordöstra Småland

INLEDNING

Lokaler med djupvittrat berg (saproliter) har påträffats vid SGUs jordartskartering i nordöstra Småland (Svantesson 2001, Persson 2006). De som först uppmärksammat och främst beskrivit södra Sveriges och därmed Smålands preglaciala landformer och lokaler med djupvittrat berg är professorerna Karna Lidmar-Bergström och Mats Olvmo. Deras lokal Duvedal (Olvmo m.fl. 2005) är densamma som rapportens lokal 1, Duvedal. Ytterligare lokaler med vittrat berg beskrivs i SGU-rapport 2006:7, *Djupvittrad granit och torpbildning på Asby udde i sjön Sommen* (Svedlund m.fl. 2006).

Inom ramen för SGUs dokumentationsprogram har några lokaler med grusvittrat berg i nordöstra Småland dokumenterats. Det vittrade berget har analyserats petrografiskt och mineralogiskt. Fälтарbetena utfördes i huvudsak i början av oktober 2006 och rapporten sammanställdes i slutet av 2006. En del fotografier vid Ingatorpstäkten har även tagits hösten 2005 samt ett par vid tillfälligt besök hösten 2003. Vittringsgrusets lermineralinnehåll vid lokal 1 Duvedal och lokal 2 Härstorp har analyserats med röntgendiffraktions (XRD)-analys, utförd av Sven Snäll och Erik Jonsson.

Omslagsbilden från hösten 2003 visar ett parti av Ingatorpstäktens östra vägg med kraftigt grusvittrad medel- till grovkornig kvartsmonzodiorit.

BESKRIVNING

Geomorfologisk och kvartärgeologisk översikt

De undersökta lokalerna ligger i den nordöstra delen av Småland mellan Eksjö och Mariannelund, i närheten av Ingatorp (Fig. 1). Området är relativt storkuperat mellan nivåerna 180 till 300 m ö.h. Morän med en del uppstickande bergytter är enligt jordartskartorna helt dominerande i den högre terrängen. Spår av grusvittring har ej påträffats förutom i den berggrund som tidigare täckts av morän. Det större dalstråket längs väg 33 består av isälvsediment som delvis täcks av torv och sjöar. Dominerande isrörelseriktning är från nordväst mot sydost. De undersökta lokalerna finns markerade och kortfattat beskrivna i Ae 156 (Svantesson 2001) och den regionala jordartsdatabasen 6F Vetlanda NO (Persson 2006). För utförligare information om områdets jordarter och blottat berg hänvisas till dessa kartor med beskrivningar.

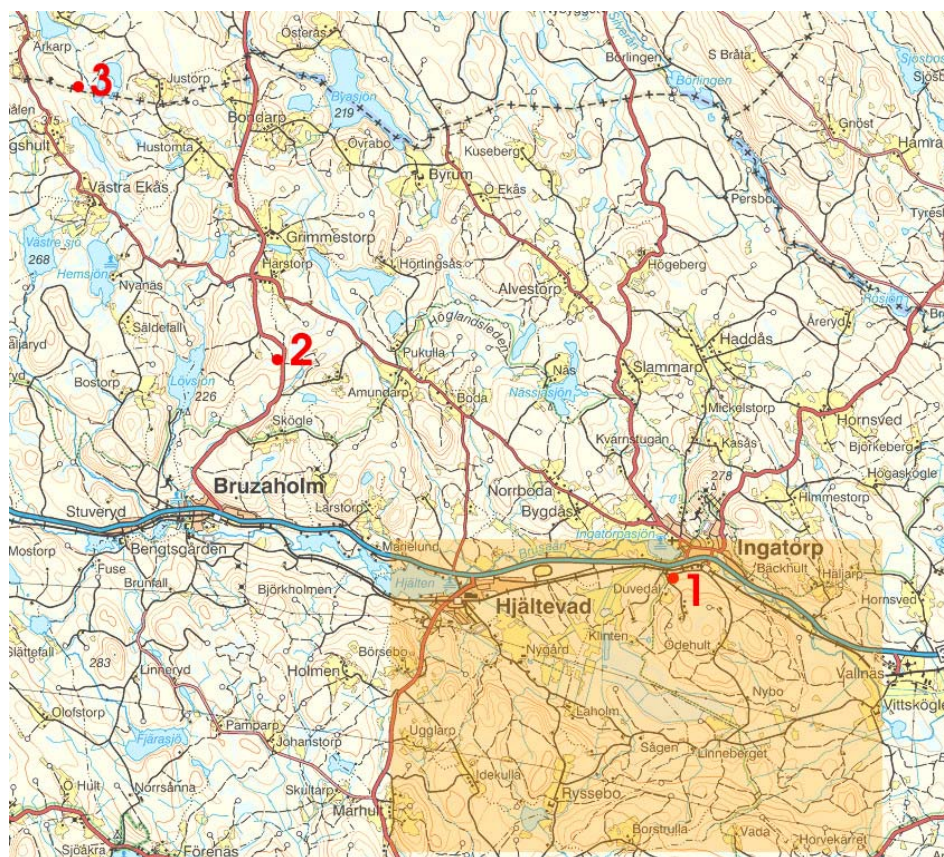


Fig. 1. Översikt över området med de undersökta lokalerna
 1. Duvedal
 2. Hårstorp
 3. Vrängen
 samt läget för lokal-karta med fotodokumentation i ett område söder om lokal 1.

Berggrundsgeologisk översikt

Det aktuella området ligger i det s.k. Småland-Värmlandsbältet, vilket utgör den södra delen av det Transskandinaviska Magmatiska Bältet, som i sin helhet sträcker sig från Blekinge i söder till Lofoten i norra Norge. Ingatorpsområdet omfattas av de berggrundsgeologiska kartorna 6F Vetlanda NV och SV (Persson 1985). Bergarterna består till övervägande del av granitiska djupbergarter, allmänt kallade Smålandsgraniter och i det aktuella området dominerar en kalifältspatporfyrisk, rödgrå ögongranit, samt en mer jämnkornig och kvartsfattigare kvartsmonzodiorit (Fig. 2). Tillsammans med djupbergarterna uppträder övervägande sura vulkaniska bergarter som kallas Smålandsvulkaniter eller Smålandsporfyrier. Gradvisa övergångar mellan djup- och ytbergarter är vanliga i form av finkorniga graniter som ställvis är porfyrisk (granitporfyrier). Fältrelationer mellan djup- och ytbergarter i kombination med dateringar visar att de i stort sett är simultana och bildade för ca 1800 miljoner år sedan. Betydligt yngre är de drygt 900 miljoner år gamla diabasgångarna som skär området i ungefär nord-sydlig riktning. Bergarterna i området är vanligen magmatiskt välbevarade utan påverkan av deformation, men plastiska till spröda skjuvzoner förekommer lokalt. Spröd deformation ger sprick- och krosszoner i berggrunden som sedan är mottaglig för djupvittring och erosion. Dessa ofta kilometerlånga svaghetszoner är distinkt lågmagnetiska och framträder på den magnetiska anomalikartan.

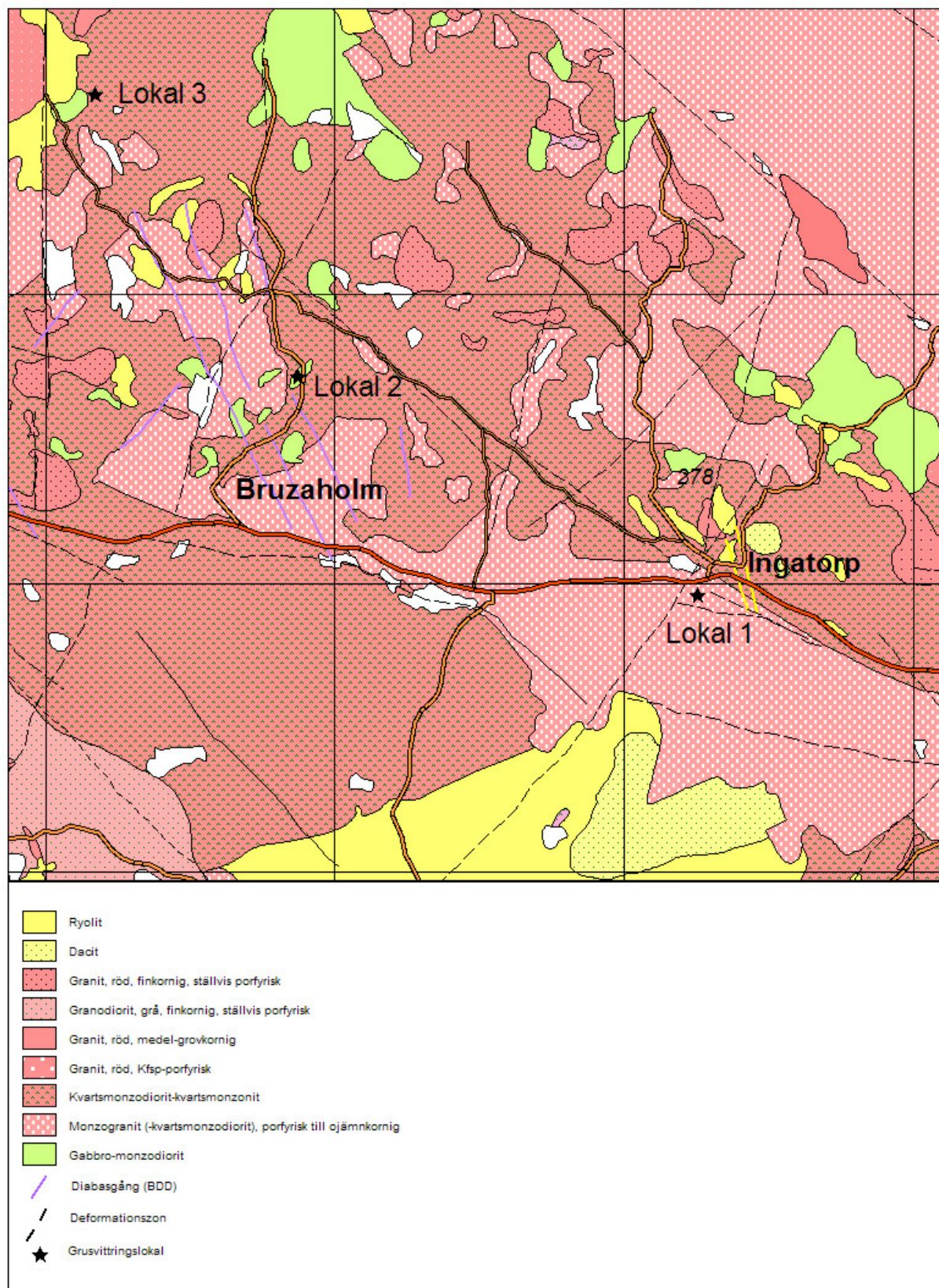


Fig. 2. Översiktlig berggrundsgeologisk karta över Ingatorp-Bruzaholmsområdet med markerade grusvittringslokaler. Modifierad karta från Persson (1985).

Lokal 1 Duvedal

Täkten vid Duvedal söder om Ingatorp ligger 245–250 m ö.h. i flack moränterräng som sluttar mot NNV. Den norra, bäst bevarade väggen i täkten (Fig. 3) är ca 120 m lång från väster till öster där den kröker 50 m mot söder. Medeldjupet är ca 8 m. Omkring 0,5 m morän överlagrar ytan av det djupvittrade berget som i sin tur ytligt omlagrats av glacialteknik från inlandsis i rörelse från nordväst till sydost (Fig. 4 och 11). Ett antal ”klotblock” har frampreparerats i samband med att vittringsgrus avschaktats (Fig. 5). Den södra delen av täkten är igenlagd och planschaktad. I sydvästra kanten av denna schaktning finns en bevarad tor-liknande bildning (Fig. 6) som tidigare beskrivits (Olvmo m. fl. 2005).

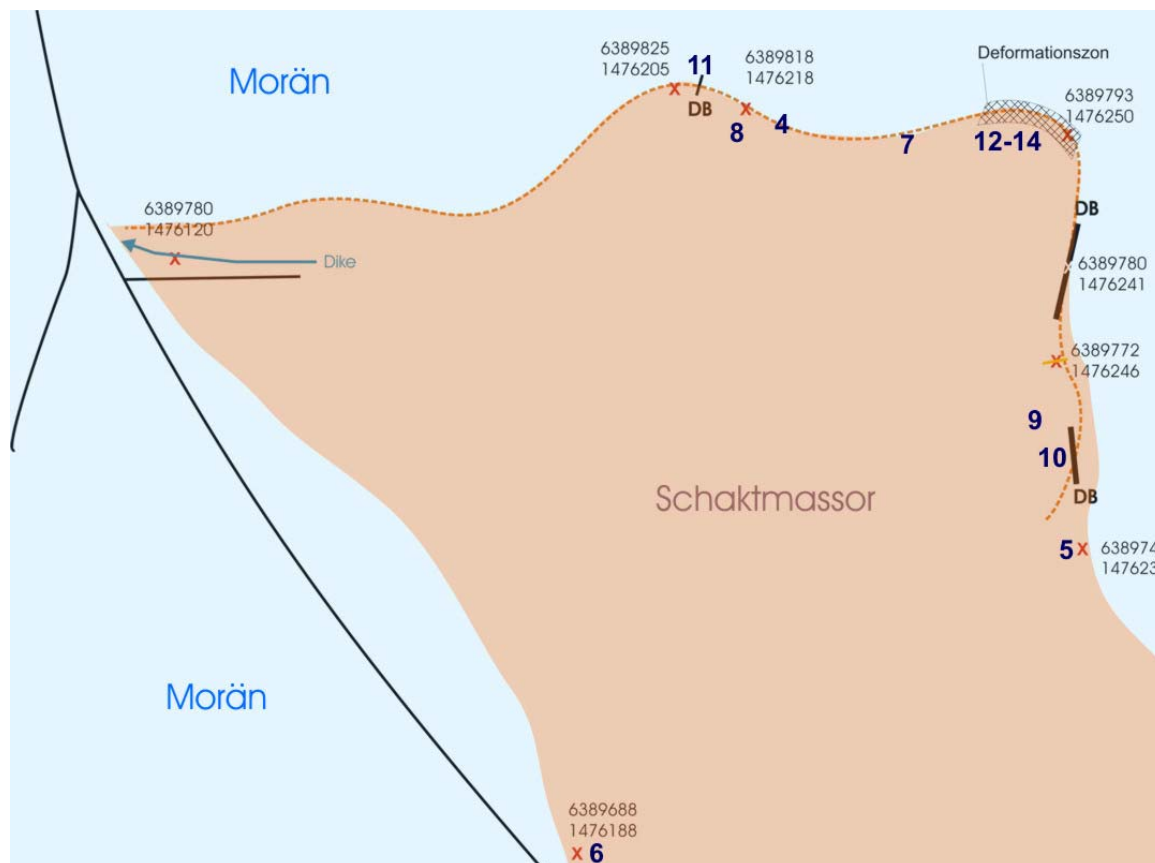


Fig. 3. Duvedalstäkten med orangestreckad täcktblant, svartmarkerade hjälppkoordinater (RT90) och mörkblå figurnummer.

Dominerande bergart i grustäkten är en kraftigt grusvittrad medelkornig till grovkornig kvartsmonzodiorit (Fig. 7–9). Bergarten faller fullständigt samman vid hammarslag och fältspatens brunröda färg är delvis orsakad av vittringen. Ost–västliga till nordostliga sprickor är vanliga och dessa är ställvis fyllda med epidot, klorit eller lermineral. Mindre inneslutningar av mer basiska bergarter förekommer sparsamt (Fig. 9). Flera upp till 80 cm breda, brantstående diabasgångar är orienterade i nordlig eller nordostlig riktning (Fig. 10–11). Diabasen är kraftigt uppsprucken, finkornig, med skarp, kyld kontakt till kvartsmonzodioriten. Diabasen är grönsvart, där den gröna tonen ges av klorit-amfibolomvandlingar. I den östra delen av täkten finns även nord-sydliga, decimeterbredda gångar av en kraftigt epidotomvandlad, finkornig granit, som

liksom diabasen är mer beständig mot grusvittring. I den nordöstra delen av tåkten finns en uppemot tio meter bred deformationszon (Fig. 12). Bergarten kan klassas som en protomylonit, med dynamiskt omkristalliserad, finkorniga till mycket finkorniga, konjugerande set av foliationsband som sveper runt rester av fältspatporfyroklaster (Fig. 13–14). Bergarten är kraftigt uppsprucken, men visar ingen grusvittring, vilket förmodligen beror på den nya, mer sammanhållande, finkorniga textur som skapats genom plastisk deformation.

Enligt modalanalys av ett mikroskopipreparat, ett s.k. tunnslip, består huvudbergart i tåkten, huvudsakligen av fältspat (75 %) och en mindre mängd kvarts (13 %) samt biotit och klorit (11 %). Bergarten kan klassas till en kvartmonzodiorit. Plagioklasen är kraftigt muskovit- och epidotomvandlad, medan kalifältspaten (mikroklinpertit) är bättre bevarad. Kvartsen är omkristalliserad, med oregelbundna kornfogar och har en relativt hög grad av sammanväxning. Fältspaten har däremot vanligen en mer rak kornform, med låg grad av sammanväxning. Genomgående mikrosprickor som går tvärs över mineral och kornfogar är vanliga, men bergarten spricker också upp längs med kornfogar hos fältspat. Kloritomvandlad biotit innehåller lameller av adularia.

Vittrat berg har analyserats för bestämning av lermineral i de omvandlade bergarterna (se detaljerad beskrivning av XRD-analyser i slutet av rapport). Analys av finfraktionen (<2 μm) från den vittrade granitoiden visar att materialet består av lermineral, samt en mindre mängd av kvarts och fältspat. Lermineralen i provet består huvudsakligen av svällande vermikulit och låga halter av illit, kaolinit, klorit och ett svällande blandskiktmineral.

Ett annat prov, taget från en sprickfyllnad bestod av övervägande lerigt material, sannolikt ett blandskiktmineral smektit-illit, möjligen också en mindre mängd av en smektit-kloritfas, samt vermikulit.



Fig. 4. Ca 0,5 m sandig morän med flikig, glacialtekoniserad kontakt till det grusvittrade berget.



Fig.5. Klotblock som frampreparerats när vittringsgrus tagits ur täktväggens östra del.



Fig. 6. En tor-liknande bildning står kvar i sydvästra delen av det planschaktade täktområdet.



Fig. 7. Dominerande bergart i Duvedalstälken är en kraftigt grusvittrad medel- till grovkornig kvartsmonzodiorit. Ost-västliga till nordostliga sprickor är vanliga. Foto taget i oktober 2003. Hösten 2006 täcktes täktens väggar till större del av rasmassor.

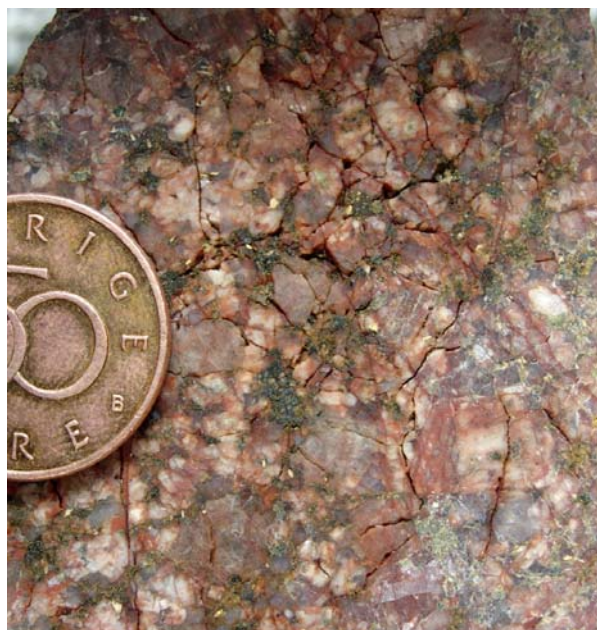


Fig. 8. Isärsågad stuff av ojämnkornig kvartsmonzodiorit.



Fig. 9. Kvartsmonzodiorit med en rundad basitenklav.



Fig. 10. Kraftigt uppsprucken, 60-80 cm bred gång av finkornig diabas med skarp, kyld kontakt till kvartsmonzodioriten.



Fig. 11. En ca 5 cm bred diabasgång i norra delen av tälten är i översta delen, i övergången mot morän, vinklad av glacialtektonik av inlandsis i rörelse från nordväst till sydost.



Fig. 12. I den nordöstra delen av tälkten finns en uppemot tio meter bred zon där kvartsmonzodioriten genom plastisk deformation omvandlats till en s.k. protomylonit.



Fig. 13. Protomylonit med konjugerande set av foliationsband som sveper runt rester av fältspatporfyroklaster

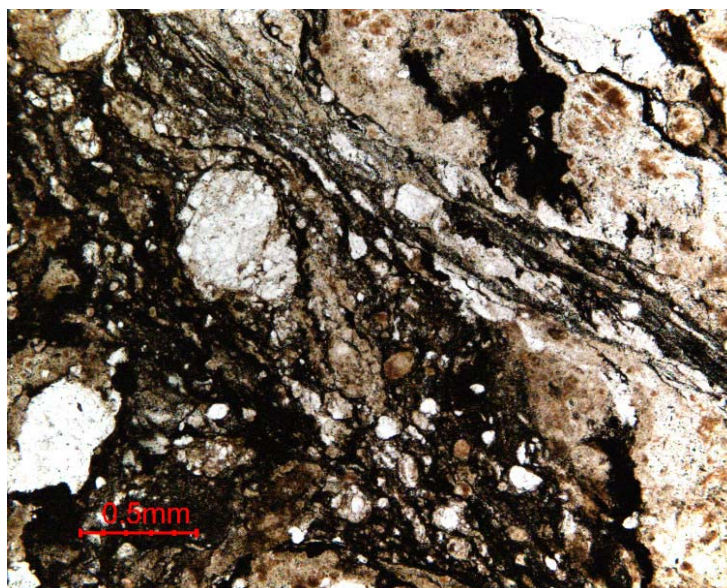


Fig. 14. Mikrofoto av protomyloniten visar att den ursprungligt grova, massformiga texturen nu är kraftigt omkristalliserad till en hårt folierad och mycket finkornig textur med rester av de ursprungliga, grövre fältspatkorn, s.k. porfyroklaster.

Fotodokumenterat område söder om Duvedal (lokal 1)

Detta område är ca 8 x 5 km (Fig. 17) och utdraget i väst–östlig riktning. I den norra delen innesluts ett höjdparti vid Ödehult och Duvedal av ett mäktigt dalstråk som fyllts upp med isälvsediment till en nivå av ca 165 m ö.h. Vid borringar för hand med s.k. ”edelmansborr” i höjdpartiet runt Källeberg har några lokaler (märkta W i Fig. 17) med vittringsgrus påträffats under 0,5 till 1,5 m sandig till grusig morän. Det underlagande vittringsgruset verkar ligga ytterst lokalt i sluttningar med sydligt lä av berg eller svackor. Intilliggande berg som går i dagen är genomgående fast och ovittrat. Den vanligen luckra, sandiga till grusiga moränen påminner mycket i färg och innehåll om vittringsgrus (Fig. 18), vilket kan studeras i det stora antalet vindfällen efter orkanen Gudruns framfart januari 2005. I det norra höjdpartiet finns även stora block med bevarad klotvittring (Fig. 19) samt moränytor med hög halt av klotblock (Fig. 20–21).

Isälvsedimenten i de lägsta delarna är ofta täckta med torv eller innesluter sjöar till följd av hög grundvattenyta i hela dalstråket (Persson 2006). På högre nivå längs kanterna, eller nedan isälvsrännorna påminner också dessa sediment om vittringsgrus (Fig. 22).

Terrängen söderut är mer moränbetingad. Den sluttar mot norr och höjer sig ca 100 m till Borstrulla i söder. I området finns ett stort antal, uppemot 2 km långa och upp till 30 m djupa isälvsrännor (Fig. 23–26), mest i form av V-dalar i morän men även som kanjoner i berg. Ansamlingar med hög halt av sannolikt mest lokala klotblock förekommer i och längs dessa rännor. Vid mynningen av den drygt 2 km långa, delvis kanjonartade rännan, norr om Vada är terrängen helt frispolad förutom de största blocken (Fig. 27). I den del av rännan som är skuren i berg finns en, sannolikt postglacial, talusbrant med kantiga block och stenar i rännans nordbrant, rakt norr om Vada. Öster om Linneberget finns en relativt kort kanjon, helt skuren i ett stråk med till synes djupvittrat berg (Fig. 28–29).

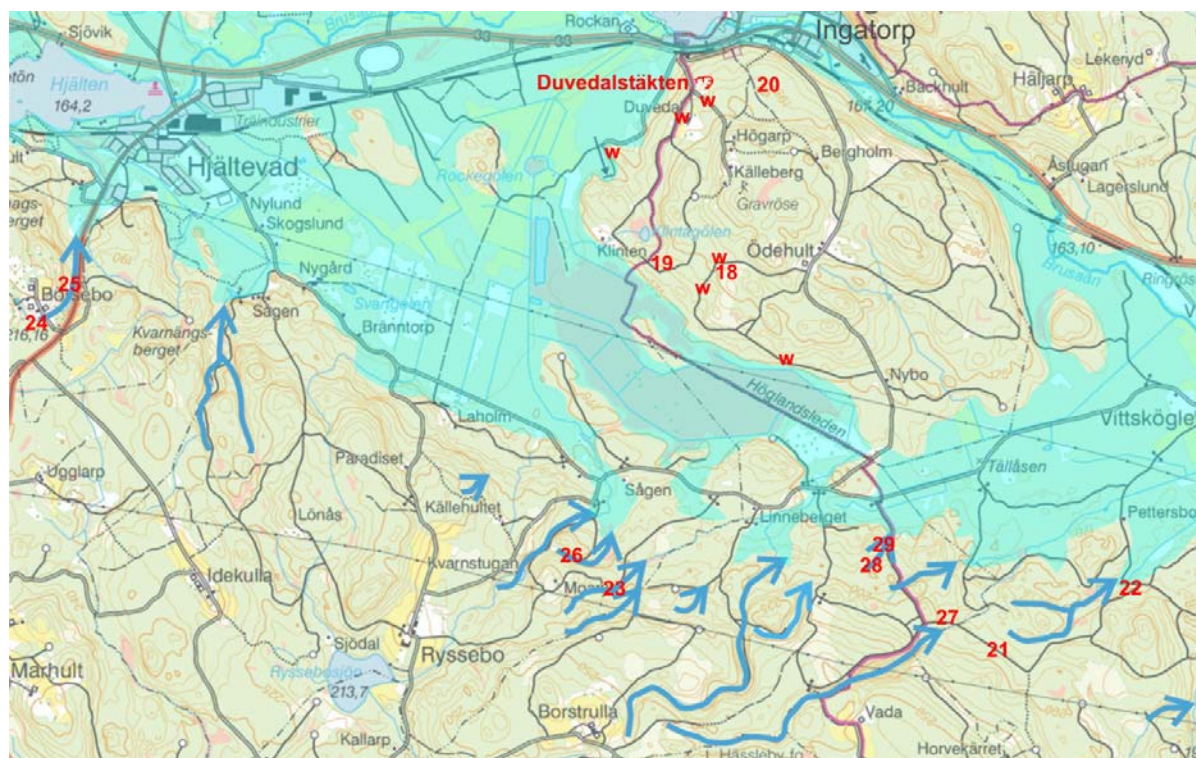


Fig. 17. Fotodokumenterat ca 8 x 5 km stort område. Områdets lägsta delar med delvis torvtäckta isälvsediment har ljusblå markering. Isälvsrännor är markerade med blå pilar. Lokaler med morän på vittringsgrus är markerade med rött W. Fotolokaler är markerade med röda siffror.



Fig. 18. Den luckra sandiga till grusiga moränen i rotvältan liknar vittringsgrus med införlivade främmande stenar. Moränens huvudkomponent är därför sannolikt till stor del av lokalt vittringsgrus.



Fig. 19. Klotvittrade sidor i det stora moränblocket tyder på att blocket är ytterst lokalt eller att det kan vara en tor-liknande bildning.



Fig. 20. Flack moränsluttning med gott om lokala klotblock.



Fig. 21. Lokala klotblock som schaktats samman vid bygget av bilvägen.

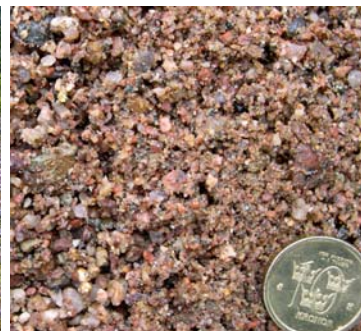


Fig. 22. Grusig isälvssand i nära anslutning till isälvsrännor ser ut som tvättat vittringsgrus med kantrundade partiklar.



Fig. 23. Glacifluvial erosion på bred front över morän och/eller vittrat berg har frampreparerat detta fält med sannolikt helt lokala klotblock.



Fig. 24. Ca 60 m bred passpunkt i ett berglänt område där glacifluvial erosion frampreparerat detta fält med sannolikt helt lokala klotblock.



Fig. 25. Distalt övergår passpunkten i Fig. 24 till denna isälvsrännan som är skodd med rundade stenar och block.



Fig. 26. Isälvsrännan norr om Moarp är delvis skodd med meterstora klotblock.



Fig. 27. Vid och utanför mynningen av den långa, delvis kanjonartade isälvsrännan norr om Vada ligger endast stora uppemot 2 m stora klotblock kvar på det frispolade berget.



Fig. 28. I passpunkten där isälvsrännan börjar har glacifluvial erosion av det grusvittrade berget skapat ett röse av frispolade block som i stort sett ligger på sin forna plats i berggrunden.



Fig. 29. Glacifluvial erosion nedströms samma isälvsrännan som i Fig. 28 har preparerat fram bergets klotvittrade former när lösa partiklar eroderats ur det djupvittrade berget.

Lokal 2 Härtorp

Täkten (Fig. 1, 2 och 30) ligger 255 till 260 m ö.h. i ett kuperat berglandskap 1,5 km SSO om Härtorp i sydostligt lä av en bergkam med till synes ovittrat berg. En till 1,5 m sandig morän täcker med skarp gräns det djupvittrade berget (Fig. 31).

Huvudbergarten i tåkten är en kraftigt omvandlad, grovt medelkornig diorit med stor andel amfibol och rödaktig, vittrad fältspat. I dioriten finns ett nätverk med oregelbundna, finkorniga till fint medelkorniga ”granitiska” ådror (Fig. 32–33). Båda bergarterna är fullständigt grusvittrade och genomslås av ler- och/eller siltfyllda sprickor. Ovanför tåkten, på toppen av berget, finns bättre bevarade partier av huvudbergarten.



Fig. 30. Den ca 6 m höga täckväggen mot norr med i huvudsak djupvittrat berg, var vid undersökningstillfället till största delen igenrasad. Längst ner till vänster i bilden ses ett av de kvarlämnade klotblocken som legat inneslutet i det djupvittrade berget innan urgrävning. RT90: 6393555/1469415).

Prov från de starkt vittrade bergarterna, samt en lermineralfylld spricka har analyserats med XRD. Analyser gjordes dels på totalprov av de vittrade bergarterna, dels på separerade finfraktioner av materialet (se detaljerad beskrivning av XRD-analyser i slutet av rapporten).

Totalprovet av den kraftigt vittrade dioriten innehåller rikligt av amfibol och skikt-silikater samt därutöver plagioklas, kalifältspat och lite kvarts. Skikt-silikaterna är sannolikt dominerade av vermikulit och klorit, troligen ingår också en mindre mängd illit och kaolinit-serpentin. Finfraktionen domineras av amfibol och svällande fas(er). Troligtvis rör det sig om ett blandskikt-mineral klorit-smektit tillsammans med en svällande vermikulitfas.



Fig. 31. I täktbrantens nordöstra del överlagrar ca 1,2 m sandig morän mer än 3 m vittringsgrus.



Fig. 32. Parti av berget i täktens botten av vittringsgrus med granitiska gångar i mörk, medelkornig diorit.



Fig. 33. Kloritomvandlad, grovt medelkornig diorit med ett nätverk av granitiska gångar.

Provet, benämnt ”granit”, bestod av starkt vittrat bergartsmaterial med enstaka mera välbehållna fragment. XRD-analyser av ett sådant något mindre starkt vittrat bergartsfragment innehåller enligt semikvantitativ analys 54 % plagioklas, 25 % kalifältspat, 14 % kvarts och 7 % ”klorit”. Bergarten har således en kvartsmonzodioritisk sammansättning. Sannolikt uppträder både vermikulit och klorit i provet, med dominans av det förra mineralet. Analyser från en finfraktionen visar en tydlig andel svällande lermineral, sannolikt vermikulit. Möjligen ingår också någon mycket liten illit- samt eventuellt kloritkomponent i lerfraktionen.

Material från en lermineralfylld spricka bestod övervägande av till synes vittrings-/omvandlingsprodukter med något grövre rester av mindre vittrat bergartsmaterial. Totalprovsanalysen visar att det grövre materialet domineras av skiktssilikater, amfibol och kvarts samt en mindre andel fältspater (plagioklas, kalifältspat) och sannolikt lite klorit och en kaolinit. Finfraktionen består av ett blandskiktsmineral med smektit, troligen smektit-illit, men möjligen också smektit-klorit, samt troligen en oordnad/dåligt kristallin kaolinit.

Lokal 3 Vrånge

Lokalen (Fig. 1, 2 och 34) är en gammal jordtäkt ca 230 m ö.h. där man brutit ut 2–3 m isälvsgrus och/eller sandig till grusig morän. Täckten ligger i östra kanten av en flack NNV–SSO-lig bergrygg. Branterna var vid undersökningstillfället till största delen släntade. Vid brytningen har man kommit ner i vittringsgrus samt även brutit ur detta till det att friskare berg eller större kärnblock påträffats.

I täkten finns blottningar av ojämnkornig, grovt medelkornig ultramafit, som omges av ojämnkornig (Fig. 35), medelkornig kvartsmonzonit med enstaka, upp till en centimeter stora strökorn av kalifältspat. Ultramafiten består av upp till en centimeter stora kristaller av amfibol och underordnat ortopyroxen, vilka innesluter mindre korn av olivin (Fig. 36). Vissa olivinkorn är omvandlade till en brun massa av iddingsit-bowlingit, men de flesta korn är välbevarade. Kornfogarna hos amfibol och ortopyroxen är relativt raka med låg grad av sammanväxning, vilket gör bergarten mottaglig för grusvittring. I norra delen tränger sandiga till siltiga sediment ner i sprickor hos ultramafiten (Fig. 37–38).



Fig. 34. Lokal 2, Vrånge är till största delen en gammal jordtäkt med uppstickande partier av djupvittrad diorit (RT90; 6398395/1465865).



Fig. 35. Ultramafisk bergart från grustäkt vid Vrängen (6393560/1469415).

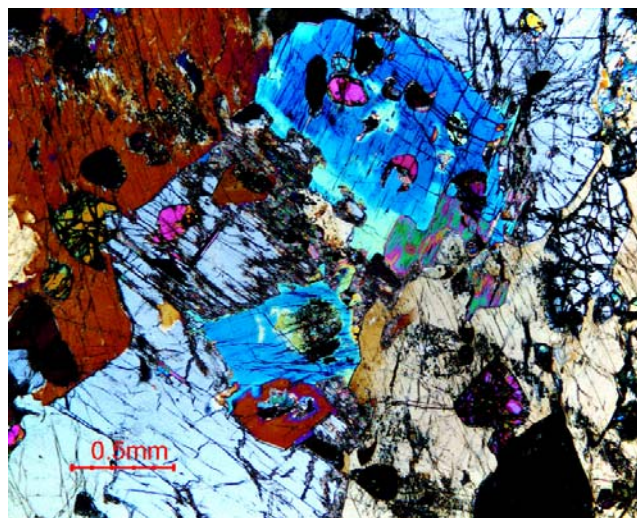


Fig. 36. Mikrofoto av ultramafit med amfibol och ortopyroxen som innesluter mindre korn av olivin (6393560/1469415).



Fig. 37. Kärnblock med omgivande vittringsgrus och siltfyllda sprickor.



Fig. 38. I den östra delen av täkten ses vittringsgrus med siltfylla sprickor under 1 till 2 m isälvsgrus och morän.

RÖNTGENDIFFRAKTIONS (XRD)-ANALYS

Provberedning

Prov för analys av finfraktion slammades upp i avjoniserat vatten och behandlades i ultraljud för dispergering av partikelaggregat. Sålunda uppkomna suspensioner fick därefter sedimentera en kortare tid varefter den övre delen av suspensionen sögs av med pipett för vidare preparering. Den avsugna provmängden har därefter överförts via sugfiltrering på milliporfilter till glas för att framställa orienterade prov för lermineralidentifiering.

För provet av vittringsgrus från Duvedal så användes hälften av de uttagna suspensionerna för beredning av orienterade analyspreparat naturligt material enligt Drever (1973). Den andra hälften av de suspensionerna indunstades i torkskåp vid 60 °C. Från de indunstade proverna bereddades proverna för kompletterande analyser av materialen sedan röntgenamorfa järn- och aluminiumoxider/hydroxider lakats ut (Na-citrat-bikarbonat-ditionit-lakning) enligt metodik beskriven av Mehra & Jackson (1960).

Totalprov har i normalfallet mortlats i agatmortel under aceton. Provmaterial för totalprovsanalys med kvantitativ analys avdelades i provsplitt och slutligen uttogs mellan 1,5-2,0 g för finmalning i McCrone mikroniseringskvarn i alkohol till kornstorlek generellt <20 µm. Efter avfiltrering av prov och torkning uttogs en del av provet för röntgenanalys medelst montering i sidladdad provhållare under vibration för att i görligaste mån minimera orienteringseffekter hos mineral med föredragen orientering/planform. Förfarandet är framför allt fokuserat på att optimera provet för (semi-) kvantitativ analys påföljande karakterisering av de ingående huvudmineralfaserna.

Analys

Röntgenanalyserna utfördes med SGUs Siemens D5000 tetra-teta-diffraktometer med kopparstrålning ($\text{CuK}\alpha$) och grafitmonokromator under 40 kV spänning och 40 mA strömstyrka. För WR-analyserna upptogs diffraktometerråfiler inom 2-tetaintervallet 2–65° på icke-orienterade preparat. Finfraktionerna, i form av orienterade preparat, analyserades inom 2-tetaintervallet 2–35°. Svephastigheten var 0,02° (2-theta) per 1 sek (stegvis) vid analyserna. I alla fall har analyserna utförts med fast provhållare, 1° divergensspalt, 2 mm ”antiscatter”-spalt samt 0,1 mm mottagarspalt.

Tre analyser utfördes på varje orienterat prov av finmaterial; på torkat obehandlat material, på material efter mättnings med etylenglykol (EG-mättat) över natten, samt på materialet efter upphettning till 400 °C (under 2 timmar). För att med säkerhet kunna skilja vermikulit från smektit analyserades finfraktionen av grusvittringsprov från Duvedal i natrium-, magnesium- och magnesium + glycerol mättat tillstånd. Efter mättnings av proverna med magnesiumjoner och sedan med glycerol sväller smektiten starkt och uppvisar skiktavstånd inom intervallet 17–18 Å i röntgendiffraktogrammen medan vermikuliten inte sväller efter glycerolmättnings (se Olsson, 1991, sid. 22).

Utvärdering

Utvärdering av diffraktometerrådata gjordes medelst Bruker AXS' programvarupaket DIFFRAC^{plus} 2.2 och programmet EVA med PDF-databasen (ver. 1994). Kompletterande data för lermineral inhämtades från Brindley & Brown (1984), Starkey et al. (1984), Moore & Reynolds (1997) samt Jasmund & Lagaly (1993).

Resultat

Lokal 1, Duvedal

Provmaterial för analys uttogs på ca 4 m djup i den vittrade bergarten, som består av en grovkornig granitoid. Ett prov togs också från en lermineralfylld spricka (FHM062003D) som skär igenom den vittrade granitoiden. Analyser gjordes av separerade finfraktioner av proverna.

FHM062003A (Grovkornig granitoid)

De upptagna röntgendiffraktogrammen på lermaterialet (fraktion <2 µm) från den vittrade granitoiden (FHM062003A) visar att materialet i huvudsak består lermineral. Mindre mängder av kvarts och fältspat ingår också. Materialet domineras dock av ett mineral som ger en topp med hög intensitet vid 14,3 Å i röntgendiffraktogrammet (se svart kurva nederst i Fig. 39) vid analysen av det obehandlade naturliga materialet. Efter mättning av materialet med etylenglykol (EG) expanderar skikten och ger vid analysen av materialet en topp vid 15,1 Å (se blå kurva mitterst i Fig. 39). Vid upphettning av materialet till 400 °C krymper mineralet och ger vid analysen ett skiktavstånd mellan basalplanen på ca 10 Å (se röd kurva överst i Fig. 1). Utifrån denna information går det dock inte att med säkerhet fastställa om mineralet är en smektit eller en svällande vermikulit eller blandskiktmineral med något av de två svällande mineralen som huvudkomponenter. Förutom nämnda huvudmineral ingår i provet i låga halter även illit, kaolinit och klorit och ett svällande blandskiktmineral som ger en topp vid 28,3 Å vid analysen av det naturliga material (se svart kurva nederst i Fig. 39) och vid 30,5 Å vid analysen av det EG-mättade materialet (se blå kurva mitterst i Fig. 39). Detta blandskiktmineral har sannolikt även en toppar som sammanfaller med (interfererar med) topparna för huvudmineralet vid 14,3 Å och 15,1 Å.

För att fastställa huruvida huvudmineralet är smektit eller måste jonbyte genomföras i lermaterialet och överförs till en magnesiumlera som i sin tur mäts med glycerol. Innan leran överfördes till en magnesiumlera lakades som tidigare nämnts järn- och aluminiumoxider/hydroxider ut genom Na-citrat-bikarbonat-ditionit-lakning enligt Mehra & Jackson (1960). Det innebär att leran då blir en natriumlera. Vid analys av denna ger mineralet en topp vid 12,3 Å (se brun kurva nederst i Fig. 40). Efter utbyte av natriumjonerna mot magnesium i de utbytbara positionerna i leran ger analysen en topp 14,4 Å för mineralet (se grön kurva mellerst i Fig. 40) och efter mättning med glycerol en topp vid 14,2 Å (se rosa kurva överst i Fig. 40). Det magnesiummättade mineralet sväller således inte efter glycerolmättningen, vilket överensstämmer vermikulitens uppträdande (se Olsson, 1991, sid. 22).

FHM062003D (lermineralfylld spricka)

Provet (FHM062003D), benämnt "lermineralfylld spricka" bestod av övervägande lerigt material. På grund av denna beskaffenhet gjordes endast analys av separerat ler-/finmaterial i orienterat prov. Sannolikt ingår i detta prov flera komponenter. Systematiskt expanderande toppar kan refereras till de vid 3,3 Å, 4,9 Å och 11,1 Å i diffraktogrammet från det torra, obehandlade provet, och representerar sannolikt ett blandskiktmineral smektit-illit. Svagare toppar, inklusive en expansionstopp kring 31 Å indikerar närvaron av en möjlig smektit-kloritfas, och den distinkta toppen i torrt och EG-mättat prov vid dryga 14 Å antyder att vermikulit kan vara närvarande i liten mängd.

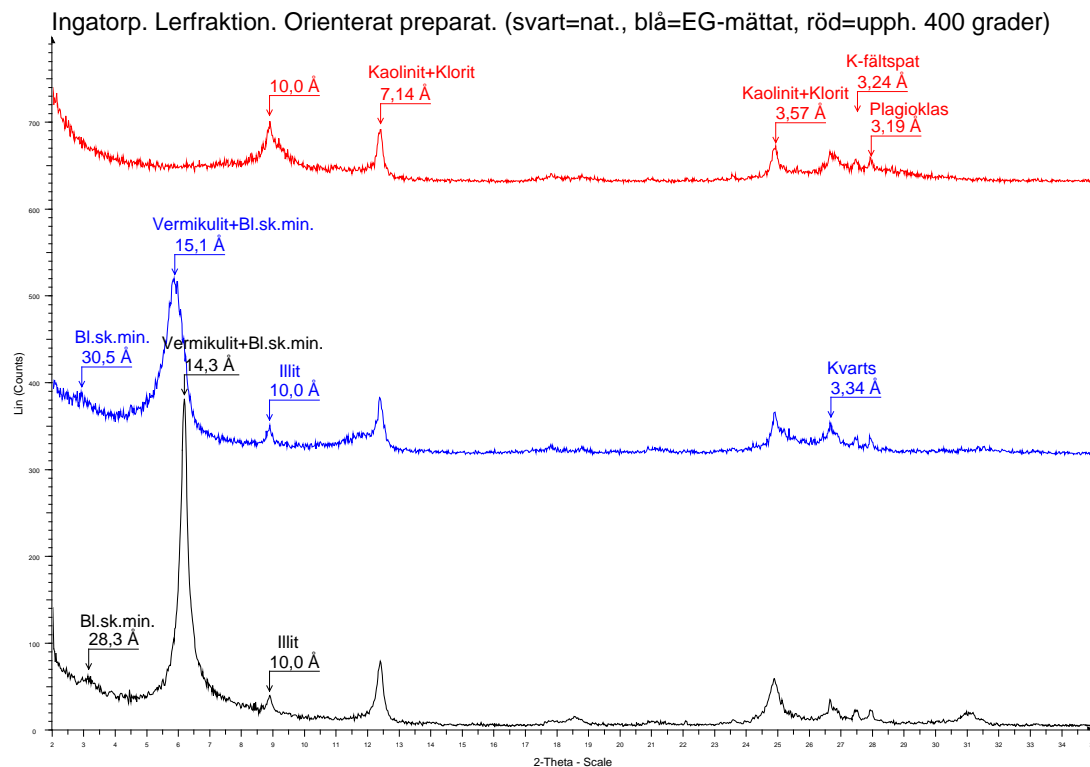


Fig. 39. Röntgendiffraktogram upptagna på lermaterial (fraktion <math><2\ \mu\text{m}</math>) i prov från Ingatorp. Analyserna är gjorda på orienterade preparat på lufttorrt provmaterial, etylenglykol (EG)-mättat och på material upphettat till 400 °C.

Duvedal. Lerfrakt. Orienterat preparat. (brun=Na-mättat, grön=Mg-mättat, rosa=Mg-glycerol-mättat)

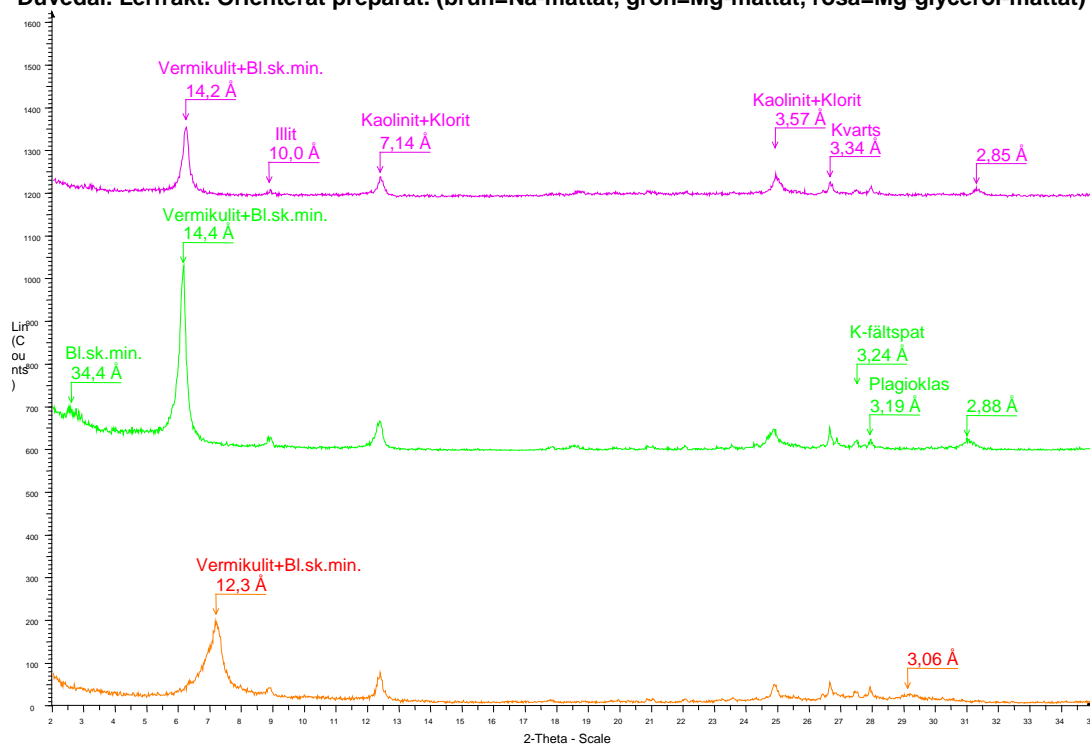


Fig. 40. Röntgendiffraktogram upptagna på lermaterial (fraktion <math><2\ \mu\text{m}</math>) i prov från Duvedal. Analyserna är gjorda på orienterade preparat på natriummättat provmaterial, magnesiummättat och på magnesium- och glycerolmättat.

Lokal 2, Härstorp

Prov av de starkt vittrade bergarterna togs från den nedre delen av skärning i grustakten. Ett prov togs av huvudbergarten i takten, en diorit (FHM062004A), ett prov från en ljus, granitisk gång (FHM062004B) samt ett prov av en lermineralfylld spricka (FHM062004C). Analyser gjordes av totalprov av den vittrade bergarterna (WR) samt på en separerad finfraktion av materialet.

FHM062004A (Diorit)

Totalprovet av en starkt vittrad bergart, benämnd diorit, innehåller mycket rikligt av amfibol (representerad av referenstoppar för "magnesioriebeckite" i Figur 41) och därutöver plagioklas, kalifältspat, rikligt med skiktssilikater samt något kvarts. Skiktssilikaterna är sannolikt dominerade av vermikulit och klorit (två typer av "clinochlore" som referenstoppar i diagrammet); troligen ingår också en liten illitkomponent. Ett mineral i kaolinit-serpentinegruppen (representerat av referenstoppar för lizardit) ingår sannolikt i mindre mängd. På grund av den ganska stora andelen skiktssilikater med i varierande grad väldefinierad struktur bedömdes en kvantitativ analys med Rietveldteknik som överflödig.

Analysen visar att fin-/lerfraktionen domineras av svällande fas(er) samt amfibol (referenstoppar för "magnesioriebeckite"; Fig. 42). Huvudfasen i det torra, naturliga provet har en stark topp vid ca. 14,4 Å, vilken kan ses, om än försvagad, i det EG-behandlade provet i flanken av den starkaste toppen som representerar expansion till omkring 16,1 Å. Efter upphettning kollapsar strukturerna till mycket diffusa toppar eller intensitetsförhöjningar, bl.a. kring 9,7 Å, indikerande en minimal kristallinitet hos den kollapsade strukturen(strukturerna). Diffraktogrammet från det obehandlade torra provet visar ett flertal toppar motsvarande en kloritfas, vilka saknas i det upphettade provet. Sannolikt rör det sig till dels om ett blandskiktmineral klorit-smektit, då en mycket svag och diffus intensitetsökning kring 30,5–31 Å också kan ses (vilket också kan jämföras t.ex. med reguljära klorit-smektitblandningar nära corrensit; se inlagda referenstoppar för glycerolexpanderad corrensit), tillsammans med en svällande vermikulitfas. Den starka 14 Å-toppen i totalprovet ("WR", ovan), liksom tidigare gjorda försök med Mg-substitution av lerfraktioner från området (gjorda av Snäll & Jonsson tidigare under 2006) stärker intrycket av att det också rör sig om vermikulit i provet.

FHM062004B ("Granit")

Provet, benämnt "granit", bestod av starkt vittrat bergartsmaterial med enstaka mera välbehållna fragment. Analyser gjordes av en sådan "klast" samt på separerat material (finfraktionen) av det lösa vittringsmaterialet.

Provet av ett något mindre starkt vittrat bergartsfragment innehåller enligt analysen och påföljande tolkning kalifältspat, kvarts och plagioklas tillsammans med skiktssilikat, som huvudmineral (Fig. 43). Sannolikt uppträder både vermikulit och klorit i provet, med dominans av det förra mineralet (en mycket dominant 14 Å-topp). Högst sannolikt ingår också mindre mängd av ett mineral i serpentinegruppen (jfr. antigorit som referenstoppar i bifogat diagram). En semikvantitativ datoriserad Rietveldanalys gav ca. 14 % kvarts, 25 % kalifältspat, 7 % "klorit" (vermikulit kan ej behandlas p.g.a. dålig kristallinitet) samt 54 % plagioklas. Analysen är måttligt god, då flera ingående komponenter ej kunnat beräknas (se ovan), men ger sannolikt en god uppfattning om vilken typ av bergart som vittrat, dvs. en kvartsmonzondiorit enligt ovanstående modalanalys.

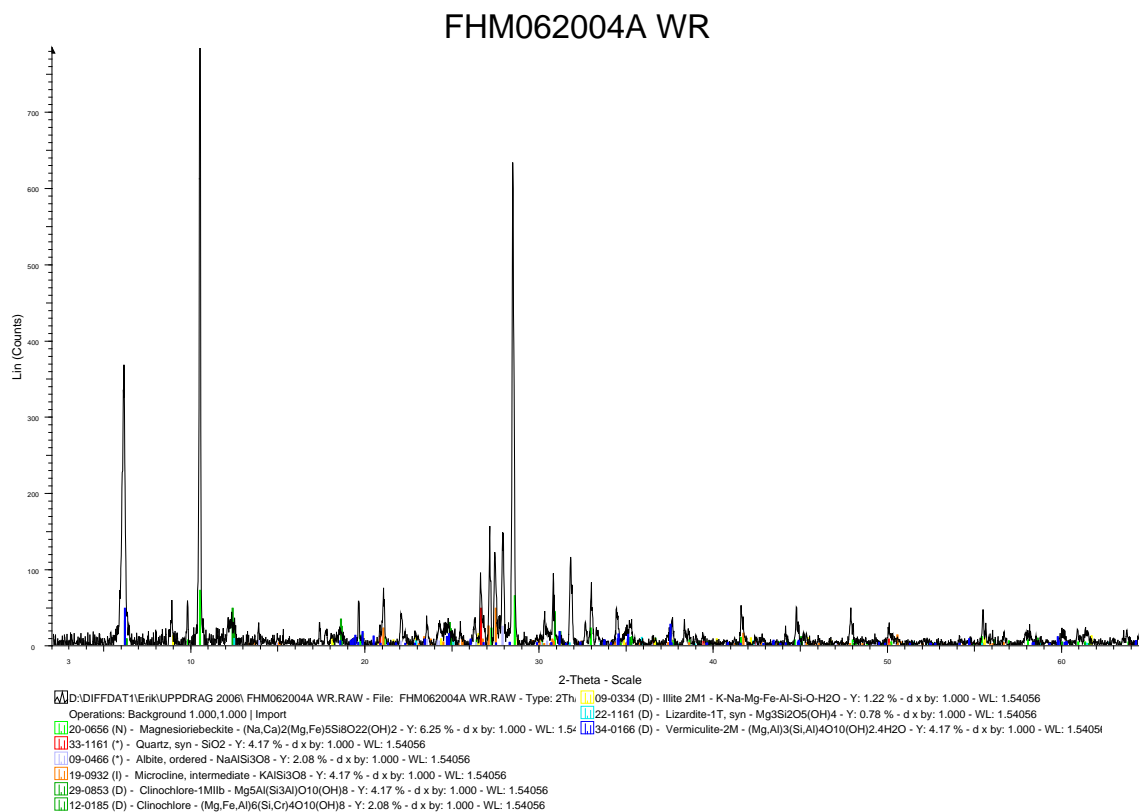


Fig. 41. Röntgendiffraktogram för kraftigt vittrat prov av "diorit" från Härstorp.

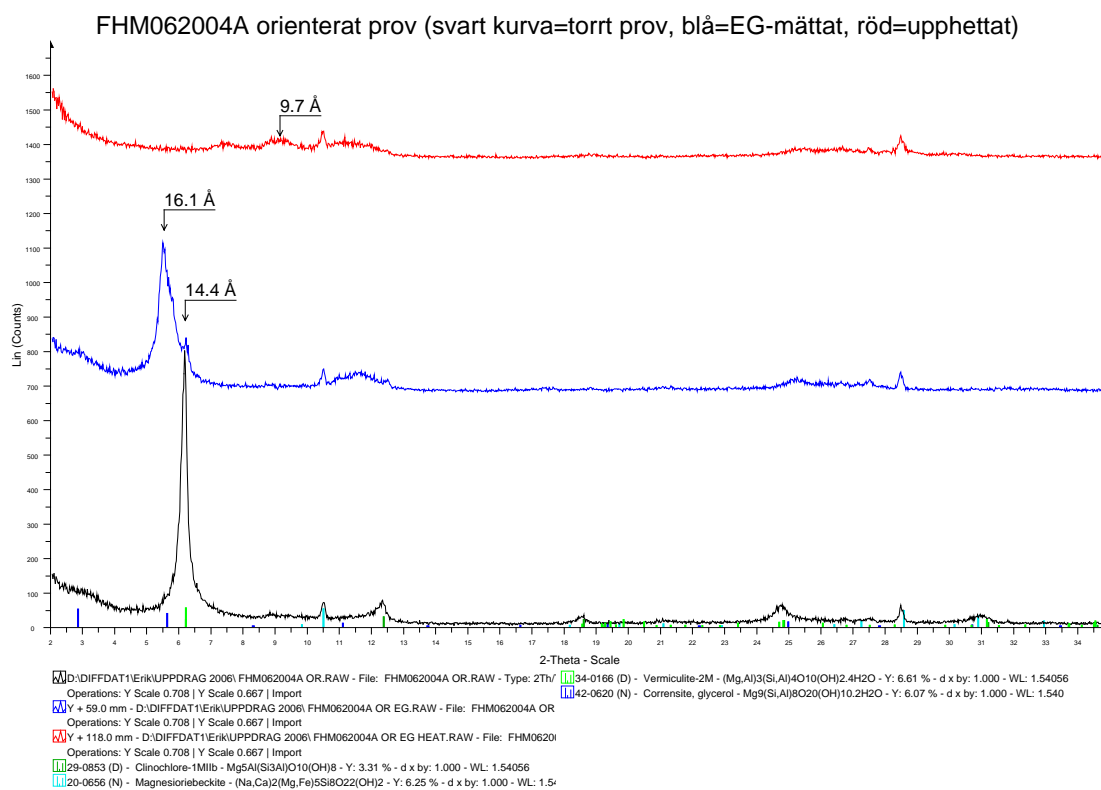


Fig. 42. Röntgendiffraktogram upptagna på lermaterial (fraktion <2 μm) i "dioritprov" från Härstorp. Analyserna är gjorda på orienterade preparat på lufttorrt provmaterial, etylenglykol (EG)-mättat och på material upphettat till 400 °C.

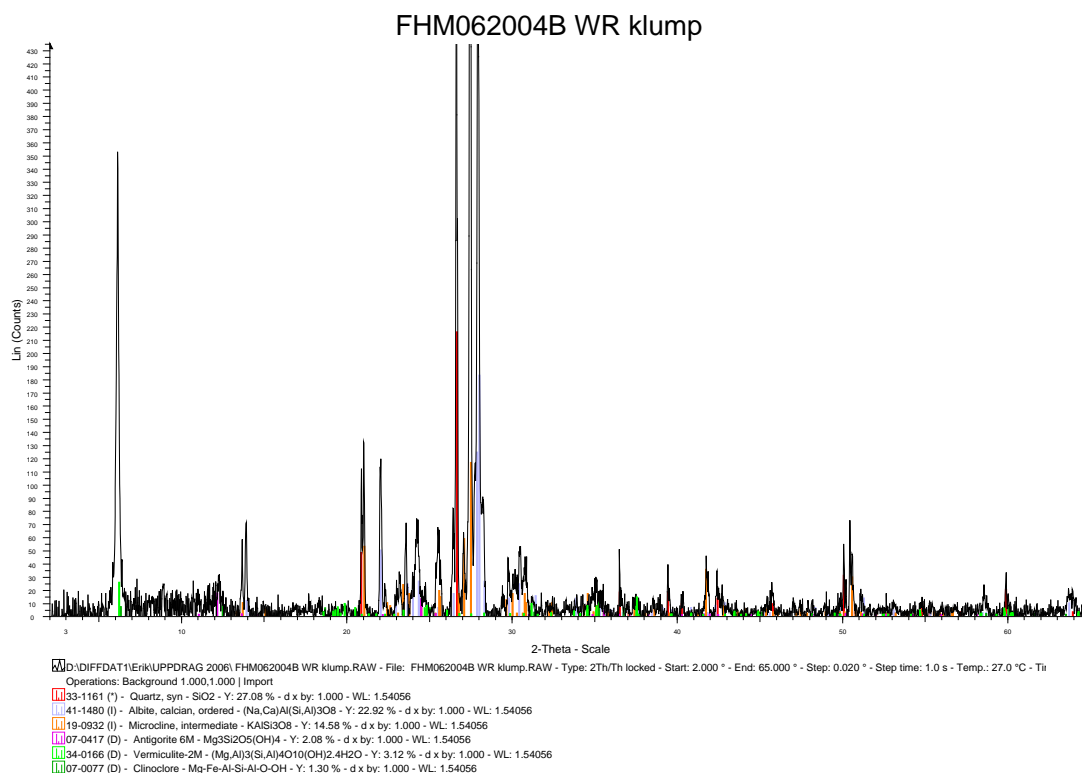


Fig. 43. Röntgendiffraktogram för ett något mindre starkt vittrat bergartsfragment i ett kraftigt vittrade "granitprov" från Härtorp.

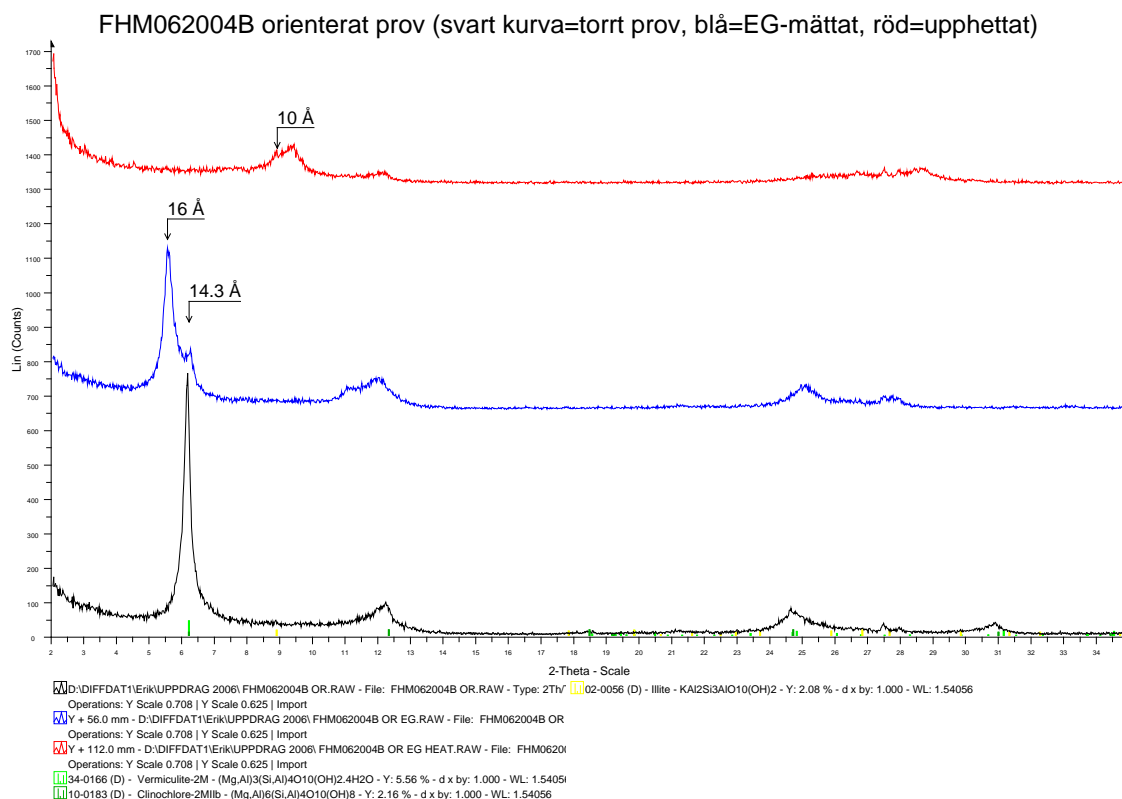


Fig. 44. Röntgendiffraktogram upptagna på lermaterial (fraktion <2 µm) i "granitprov" från Härtorp. Analyserna är gjorda på orienterade preparat på lufttorrt provmaterial, etylenglykol (EG)-mättat och på material upphettat till 400 °C.

Analyserna från finfraktionen av orienterat prov visar diffraktogram liknande föregående prov. Ler-/finfraktionen innehåller en tydlig andel svällande lermineral, med en mycket markerad expansionstopp vid 16 Å i det EG-mättade provet (Fig. 44). Denna kollapsar helt under upphettning och kvar finns efter detta endast en mindre topp vid 10 Å samt en bredare topp mellan ca. 9,4–10 Å. Den starka toppen vid omkring 14 Å i det torra provet (samt den korresponderande, svagare, i det EG-behandlade) sammanfaller med den starkaste reflektionen hos vermikulit, och det kan således röra sig om en svällande vermikulit ("normal" vermikulit skall ej essentiellt förändras genom mättningsmed etylenglykol) eller ett smektitmineral. Både smektiter och vermikuliter kollapsar generellt till strukturer omkring 10 Å efter upphettning till 400 °C i minimum ½ timme (se t.ex. Starkey et al. 1984). Den starka 14 Å-toppen i totalprovet liksom tidigare gjorda försök med Mg-substitution av finfraktiondelen av vittringsgrusprov från Duvedal (se ovan) stärker intrycket av att det rör sig om vermikulit. Möjligen ingår också någon mycket liten illit- samt ev. kloritkomponent i lerfraktionen.

FHM062004C (lermineralsprickfyllnad)

Provet, benämnt "lermineralfylld spricka" bestod av övervägande löst material, till synes vittrings-/omvandlingsprodukter med något grövre rester av något mindre vittrat bergartsmaterial. Provet siktades varefter analyser utfördes på dels grövre material (mera bergartsrester, allt >0,5 mm; totalprovsanalys/WR), samt på fraktionen <0,5mm (sedimentationsseparering, analys av orienterat prov).

Totalprovsanalysen visar att det grövre materialet domineras av skikt-silikater, amfibol och kvarts (Fig. 45). En mindre andel fältspater (plagioklas, kalifältspat) förekommer också. Delvis också baserat på informationen från analyserna av det orienterade provet (nedan), är det sannolikt att både en klorit och en kaolinit ingår i provet. De två faserna uppvisar huvudsakligen toppar som överlappar i totalprovsanalysen, men tendenser till separering mellan toppar från respektive fas kan ses i toppklustren kring 3,5–3,6 respektive 7,1 Å. Den starka toppen vid 14 Å kan tillhöra antingen klorit eller vermikulit, under förutsättningen att det rör sig om en Fe-fattig klorit (se t.ex. Moore & Reynolds 1997), eller en blandning av de två. Intensiteten hos 14 Å-toppen antyder att det skulle kunna röra sig om en vermikulitkomponent i provet, vilket dock inte syns i analyserna av lerfraktionen (nedan). Om vermikulit verkligen är närvarande är den således intimt knuten till någon annan fas i det grövre materialet. Möjligen är också en mycket liten illitkomponent närvarande. Andelen skikt-silikater inkluderande lermineralfaser gjorde att en kvantitativ analys ej bedömdes som särskilt användbar.

Finfraktionen uppvisar ett diffraktogram på det torra, obehandlade provet som skiljer sig ganska radikalt från de två tidigare studerade proven (Fig. 46). En expanderande fas, med en tydlig intensitetsförhöjning kring 17 Å i diffraktogrammet från det EG-behandlade provet, uppträder. Denna kollapsar till en illitliknande struktur med en tydlig topp vid 10 Å i det upphettade provet. Det rör sig sannolikt om ett blandskikt-mineral med smektit, troligen smektit-illit, men möjligen också smektit-klorit. Distinkta toppar vid ca 3,6 respektive 7,1 Å kan tillhöra både klorit och kaolinit. Avsaknaden av bestående och intensiva toppar vid t.ex. 14 Å antyder att det inte rör sig (endast) om klorit. Kaolinit skall i normalfallet dock överleva upphettningen till 200 °C, vilket här endast sker i mycket begränsad omfattning. Detta tolkas som en oordnad/dåligt kristallin kaolinit.

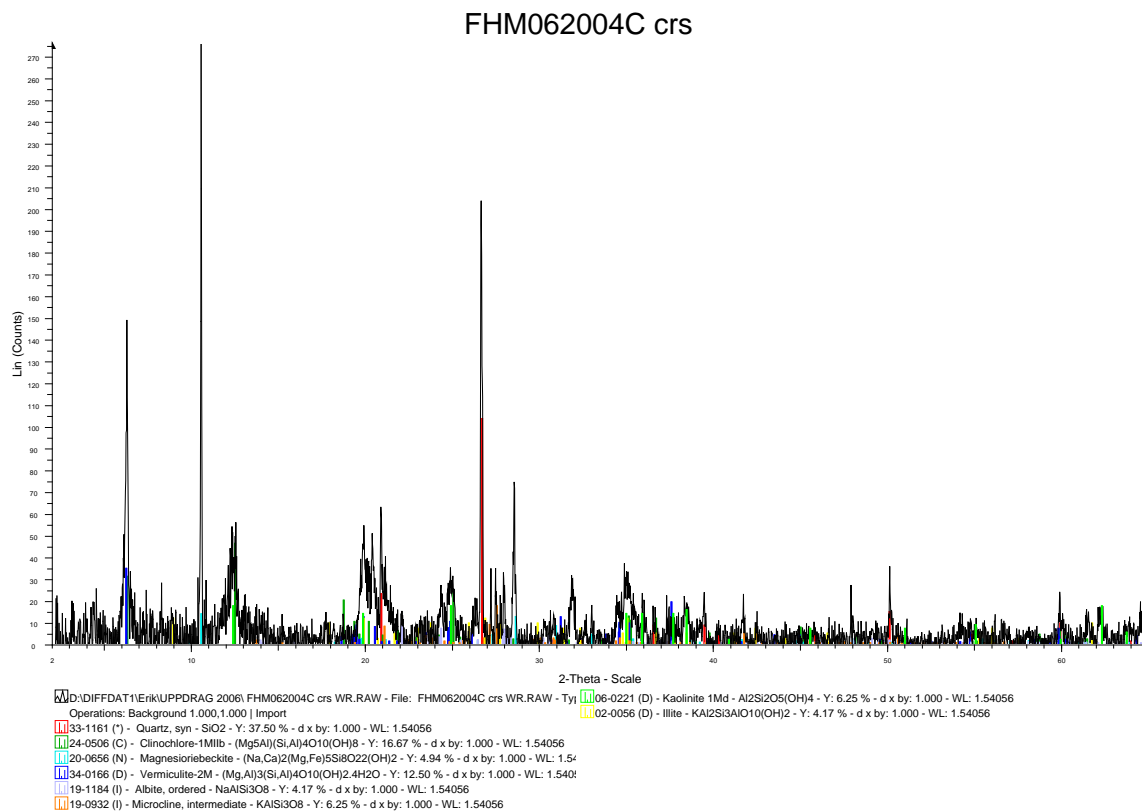


Fig. 45. Röntgendiffraktogram för grövre (>0,5 mm) restmaterial (totalprov) i lermineralsprickfyllnad från grustäkt i Härstorp.

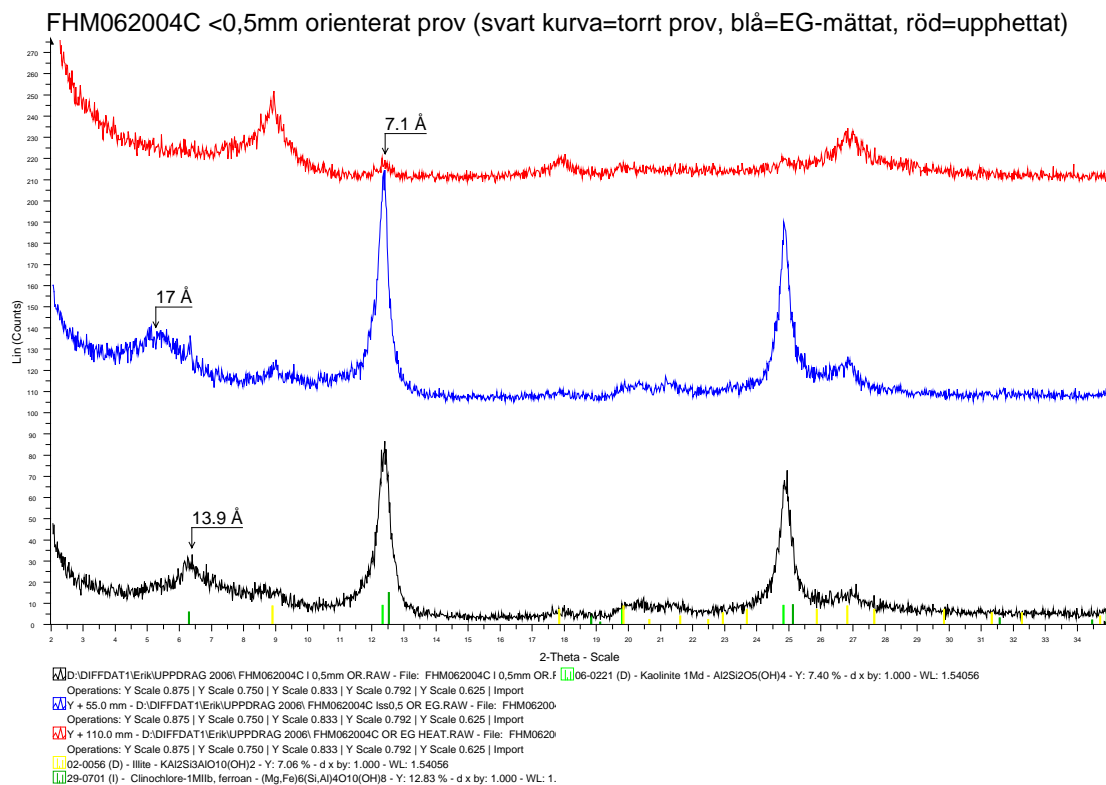


Fig. 46. Röntgendiffraktogram upptagna på finfraktionen (<0,5 mm) i lermineralsprickfyllnad från grustäkt i Härstorp.

DISKUSSION

Saprolitvittring från i huvudsak två olika stadier har påvisats i södra Sverige (Lidmar-Bergström m.fl. 1997). Ler- och siltrika saproliter med kaolinitdominerande lermineral har bildats under framför allt trias- och juraperioderna. I tertiär tid blev klimatet mer växlande och vittringen inte lika intensiv. Bildningen av kaolin reducerades och relativt lättvittrade mineral kunde bevaras i den grusvittrade berggrunden. Saproliterna i området är av grusig typ med en finfraktion mindre än 8 %. Lermineralfraktionen består i huvudsak av vermikulit och blandskiktsmineral, vermikulit-smektit, vilka är de första som uppkommer vid vittring. Mikrostrukturer utvecklade på kvarts indikerar en i huvudsak mekanisk nedbrytning (Lidmar-Bergström m.fl. 1997; Olvmo m.fl. 2005).

En mikroskopistudie av den kvartsmonzodiorit som utgör huvudbergart vid Duvedals grustäkt visar att den har en textur som är gynnsam för grusvittring. De raka kornfogarna hos fältspaten och den relativt grovkorniga texturen gör bergarten löst sammansatt. Den fältspatrika sammansättningen gör dessutom bergarten spröd och mottaglig för mekanisk påverkan med bildning av sprickor i olika skala. I den plastiska deformationszon som finns i nordöstra delen av tälten är bergarten mylonitisk och kraftigt omkristalliserad till en mer sammansatt och finkornigare textur, vilket gör att den bergarten i deformationszonen inte är lika mottaglig för grusvittring. Protomyloniten utgör förmodligen en del av de större deformationszoner som är markerade på berggrundskartan vid Ingatorp (Fig. 2). Det är möjligt att rörelser längs med zonen under spröda förhållanden orsakat bergspänningar i sidoberget och bildning av mikrosprickor, som i sin tur gör bergarten mer mottaglig för leromvandlingar och vittring då vatten då kan tränga ned i bergmassan. Rödfärgning av bergarten är orsakad av beläggningar av järnoxider/-oxyhydroxider på mineralkornen (Lidmar-Bergström m.fl. 1997).

Vittrad berggrund har provtagits vid de olika lokalerna för bestämning av lermineral i de omvandlade bergarterna. Provtagningarna skett på ett jämförelsevis stort djup och klart är att det skett en leromvandling. Vid mycket intensiv vittring som den under mesozoikum lakas baskatjonerna ut från såväl de primära mineralen som de sekundärt bildade lermineralen med kaolinbildning som följd och till och med gibbsit $\text{Al}(\text{OH})_3$ kan bildas. Så långt har inte vittringen gått i dessa saproliter. XRD analyser visar att lermineralen är svällande vermikulit, blandskiktsmineral med smektit, troligen smektit-illit, smektit-klorit eller smektit-vermikulit samt även låga halter av illit, kaolinit och klorit.

Vittringen är yngre än mesozoikum men att fastställa åldern på vittringen mera definitivt är inte möjligt. Vittringen skulle kunna vara tertiär eller yngre (pliocen-pleistocen ålder) då lermineralsammansättningen är densamma som i övre delen av B-horisonten i podsolprofiler i allmänhet. Det faktum att grusvittrat berg ej påträffats, förutom där morän avschaktats i t.ex. tälten samt frampreparerade klotblock i ytan av områden med glacifluvial erosion, talar för att bildningen av saproliter i undersökningsområdets berggrund är äldre än åtminstone tiden för den senaste inlandsisen (Weischel III). Enligt Lidmar-Bergström m.fl. (1997) har vittring gått längre i saproliterna än överliggande moränavlagringar, vilket skulle antyda att bildningen av saproliter i området har börjat under sen Miocen och fortsatt under hela Plio-Pleistocene.

Olvmo m.fl. (2005) visade att bara tunna saproliter utvecklas på högt belägna, välbevarade partier av det subkambriska peneplanet, medan saproliter upp till 20 m tjocka utvecklas i området där det subkambriska peneplanet är uppsprucket och sönderstyckat. Djupvittringen bedöms ha stor betydelse för utformningen av landformerna i det studerade området (Olvmo m.fl. 2005).

REFERENSER OCH MER ATT LÄSA

- Bailey, S.W., 1984: Structure of Layer Silicates. I G.W. Brindley & G. Brown: *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London, 1–124.
- Brindley, G. W. & Brown, G. 1984: Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society of Great Britain and Ireland. *Mineralogical Society Monograph 5*, 495 s.
- Drever, S. I., 1973: The preparation of oriented clay mineral specimens for X-ray diffraction analysis by a filter-membrane peel technique. *American Mineral.* 58. 553–554.
- Jasmund, K. & Lagaly, G. (red.) 1993: *Tonminerale und Tone*. D. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 490 s.
- Lidmar-Bergström, K., 1982: Pre-Quaternary geomorphological evolution in southern Fennoscandia. *Sveriges geologiska undersökning C785*, 202 s.
- Lidmar-Bergström, K., Olsson, S., & Olvmo, M. 1997: Palaeosurfaces and associated saprolites in southern Sweden. I Widdowson, M. (red.): *Palaeosurfaces: Recognition, Reconstruction and Palaeoenvironmental interpretation*. *Geological Society Special Publication No. 120*, 94–124.
- Lidmar-Bergström, K., Olsson, S. & Roaldset, E., 1999: Relief features and palaeoweathering remnants in formerly glaciated Scandinavian basement areas. I Thiry, M. & Simon-Coincon, R. (red.) *Palaeoweathering, Palaeosurfaces and Related Continental Deposits*, 275–301. International Association of Sedimentologists, Spec. Publ. 27. Blackwell Science Ltd, Oxford and Northampton.
- Mehra, O.P. & Jackson, M.L., 1960: Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Minerals*. 7th National Clay Conferens (1958), 317–327.
- Moore, D. M. & Reynolds, R. C. 1997: X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford University Press, Oxford and New York, 378 s.
- Olsson, S., 1991: Geochemistry, mineralogy and pore water composition in uplifted, Late Weichselian-Early Holocene clays from southern Sweden. *Lundqua Theses 28*, Lund University, Department of Quaternary Geology.
- Olvmo, M., Lidmar-Bergström, K., Ericson, K. & Bonow, J. M., 2005: Saprolite remnants as indicators of pre-glacial landform genesis in southeast Sweden. *Geografiska Annaler 87 A (3)*. 447–460.
- Persson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 150–151*, 138 s.
- Persson M., 2006: Regionala jordartsdatabasen 6F Vetlanda NO med beskrivning. *Sveriges geologiska undersökning*.
- PDF 1994: Powder diffraction file computer data base. Set 1–43. *International Centre for Diffraction Data*, Park Lane, Swartmore, PA, USA.
- Snäll, S. & Liljefors, T., 2000: Leachability of major elements from minerals in strong acids. *Journal of Geochemical Exploration 71*, 1–12.

- Starkey, H. C., Blackmon, P. D. & Hauff, P. L. 1984: The routine mineralogical analysis of clay-bearing samples. USGS Bulletin 1563, 32 s.
- Svantesson S., 2001: Beskrivning till jordartskartan 6F Vetlanda NV med karta i skala 1: 50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ae 156*, 114 s.
- Svedlund J.-O., Hellström F., & Snäll S., 2006: Djupvittrad granit och torbildning på Asby udde i sjön Sommen. *Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2006:7*, 18s.
- Svedlund J.-O., 2000: Regionala jordartsdatabasen 6D Gislaved SO med beskrivning. *Sveriges geologiska undersökning*.
- Wilson, M.J., 2004: Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. *Clay Minerals* 39, 233–266.