



Berg och jord kring Enaforsholm



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIEN

Omslagsillustration: Jordarterna kring Enafors.
(Från karta över jordarterna i Jämtlands län. Sveriges geologiska undersökning.
Ser. Ca Nr. 45 S. mellersta bladet.)

Förklaringar:



Torv



Grovmo



Isälvsavlagringar



Finmo



Svämsediment



Morän



Kalt berg



Frostsprängt berg

Produktion KSLA

Text Nils Nykvist

Grafisk form Kerstin Hideborn Alm

Tryckår/månad 2005/06

ISBN 91-85205-12-5

Berg och jord kring
Enaforsholm

Fjällkedjans bildning

Urberget som den svenska fjällkedjan till stor del vilar på bildades djupt ner under jordytan för nära två miljarder år sedan. En miljard år senare var landmassan samlad i en superkontinent som var belägen vid Sydpolen. Denna superkontinent som kallas Rodinia började för ungefär 750 miljoner år sedan att splittras i en nordlig och en sydlig del. Den nordliga delen delades upp i kontinenterna Baltica, Laurentia, Siberia och Avalonia. Baltica bestod huvudsakligen av nuvarande Skandinavien och det baltiska området, Laurentia av Nordamerika, Grönland samt de norra delarna av England, Skottland och Irland. De södra delarna av England, Skottland och Irland kom från kontinenten Avalonia.

För 450 miljoner år sedan rörde sig Baltica norrut och närmade sig mer och mer Laurentia (fig.1). I det allt mindre havet mellan de två kontinen-

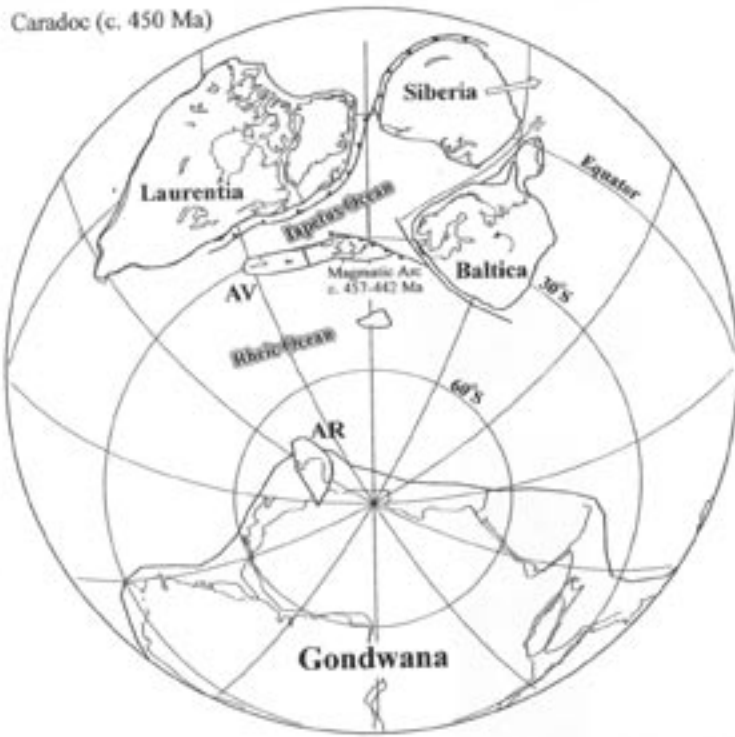


Fig 1. Kontinenterna under sen Ordovicium för ungefär 450 miljoner år sedan. (Från Torsvik, T.H., 1998: Palaeozoic palaeogeography: A North Atlantic viewpoint. GFF 120,109-118.)

terna avlagrades närmast stranden grus, därefter sand och med allt större vattendjup silt och lera samt kalkavlagringar på liknande sätt som sker utefter kusterna i våra dagar. Dessa avlagringar blev med tiden mycket mäktiga eftersom den fysikaliska vittringen samt erosionen var stor på grund av att ingen vegetation på den tiden (sen Ordovicium) skyddade berggrunden.

Sedimentmassorna i havet växte och blev med tiden flera kilometer mäktiga. Sedimenten trycktes allt längre ned mot jordens varma inre där de av värmen och det allt högre trycket omvandlades till så kallade sedimentära bergarter. Av sand blev det sandstenar, av silt siltstenar, av leravlagringar lerskifferar och av kalkslammet kalksten. Kalciumsalter utnyttjades även av exempelvis musslor, trilobiter, ortoceratiter och foraminiferer för att bygga skyddande skal. De från Öland och Jämtland väl kända röda och grå ortoceratitkalkstenarna har sitt ursprung från de avlagringar som bildades under Ordovicium.

För ungefär 425 miljoner år sedan kolliderade Baltica med Laurentia och de första stadierna av vår fjällkedja bildades. På grund av förekomsten av vissa bergarter anser man att Laurentia var relativt stabil och att Baltica rörde sig med relativt stor hastighet mot väster (fig.2). Bägge kontinenterna låg då vid ekvatorn. Den bergskedjebildning som då ägde rum sträckte sig från den svensk-norska fjällkedjan över östra Grönland, Skottland, Newfoundland till Appalacherna i USA och kallas den kaledoniska bergskedjan.

Vid mycket stark hoppresning kan vecken slitats sönder och den ena delen skjutas över den andra som en så kallad överskjutningsskolla. Sådana skollor har skjutits från väster mot öster och ibland även in över det underliggande urberget.

Ett allt högre tryck och ökad temperatur har vid bergskedjebildningen mer eller mindre omvandlat de sedimentära bergarterna till så kallade metamorfa bergarter. Av sedimentära sandstenar har det blivit kvartsiter och av lerskifferarna fylliter eller glimmerskifferar. Om värmen var så stark att mineralen smälte i samband med bergskedjeveckningen bildades olika gnejser. Omvandlingen av jordarter till olika bergarter vid bergskedjebildningen framgår av tabell 1.

I svaghetszoner trängde lättflytande magmor in i bergarterna och bildade lager och gångar av vulkaniska bergarter. De mest lättflytande magmorna är basiska det vill säga de innehåller mindre kvarts än de

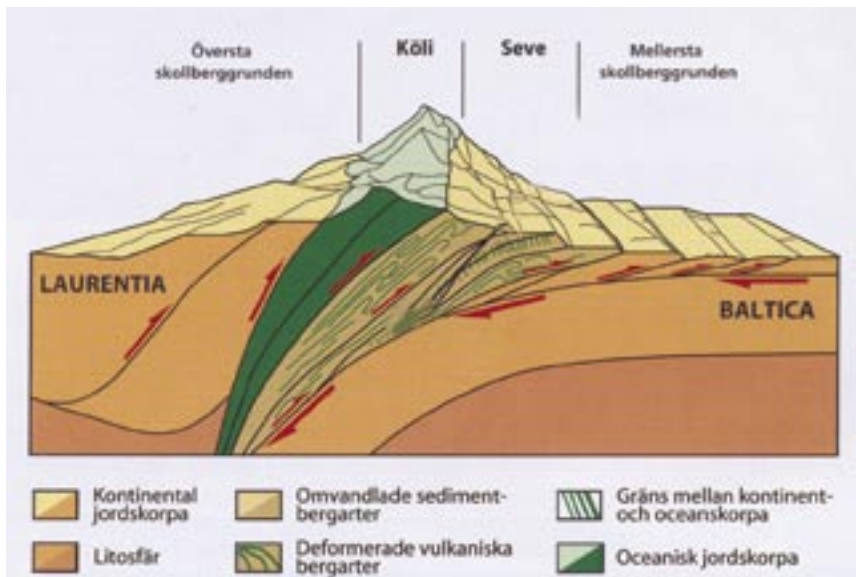


Fig. 2. Bergskedjebildningen när kontinenterna Laurentia och Baltica kolliderade. (Från figur 4 i Svenningsen, O., 2003: "Norrbottens Hawaii" – en vandring i Kebnekaises vulkaniska berggrund. Geologiskt forum 40, 4-11. Något omritad.)

sur bergarterna. Basiska vulkaniska bergarter kallas med ett gemensamt namn för grönstenar. Den vanligaste grönstenen i fjällen är den vid bergskedjebildningen starkt omvandlade formen som kallas amfibolit. Genom att amfibolit ofta är mer motståndskraftig mot mekanisk vittring och erosion jämfört med andra omkringliggande bergarter består ofta de högsta fjällen av amfibolit. Exempel på detta är Sylarna.

Bergskedjebildningen pågick under cirka 100 miljoner år. Därefter började kontinenterna Baltica och Laurentia att glida isär. Detta pågår fortfarande och varje år kommer Nordamerika 3-4 cm längre bort från oss. I den svaghetszon som uppstår när två kontinenter rör sig från varandra tränger magma upp nedifrån och bildar vulkaner som på vissa ställen når över havsytan. Exempel på detta är Island och Azorerna på den s.k. mittatlantiska ryggen.

Vilka bevis har geologerna för att kontinenterna verkligen har rört sig på det sätt som nu har beskrivits?

Redan år 1915 kunde en geograf som hette Alfred Wegener påvisa att Sydamerikas östkust och Afrikas västkust inte bara passade in i varandra utan även att bergarterna överensstämde. Han hävdade att kontinenterna

Jordarter	Sten och grus	Sand	Silt	Lera	Kalkavlagringar
Sedimentära bergarter	Konglomerat	Sandsten	Siltsten	Lerskiffer	Kalksten
	Sparagmit			Alunskiffer	Dolomit
	Arkos				
	Gråvacka				
Metamorfa bergarter		Kvartsit		Fyllit	Urkalksten
		Glimmerskiffer			Marmor
	Gnejs				

Tabell 1. Sambandet mellan jordarter och bergarter.

inte låg stilla utan att de flöt omkring på jordklotet. Genom noggranna undersökningar av olika bergarter och fossil samt så kallade paleomagnetiska mätningar har man nu fått mer bevis på denna kontinentaldrift. Paleomagnetiska mätningar bygger på att magnetiska mineral vid sedimentation ställer in sig i jordens dåvarande magnetfält som skiljer sig från jordens nuvarande magnetfält om kontinenterna har rört sig på jordklotet. Orsaken till kontinenternas rörelse anses vara konvektionsströmmar i manteln som orsakas av den värme som alstras av radioaktivt sönderfall och andra processer i jordens inre.

När bergskedjebildningen upphörde, började de nedbrytande krafterna, det vill säga vittring och erosion att få övertaget. Denna nedbrytning av bergskedjan pågick sedan under cirka 300 miljoner år och den forna bergskedjan utjämnades alltmer. Den berggrund som vi idag ser i fjällen låg kanske 3-5 km under markytan då bergskedjan var som mäktigast. På vissa ställen har nedbrytningen till och med gått ända ner till det underliggande urberget. Sådana områden kallas urbergsfönster.

Fjällkedjan var alltså till stor del utjämnad, när landet började höjas för ungefär 70 miljoner år sedan och erosionen tog ny fart. Vattendrag skar ned djupa V-dalar, som senare under istiden mer eller mindre vidgades till U-dalar. Den brutna topografin som vi nu ser i fjällkedjan är alltså ur geologisk synpunkt en relativt ung företeelse och huvudsakligen ett resultat av de olika bergarternas motståndskraft gentemot vittring och erosion.

Jordarterna kring Enafors och deras bildning

De högsta topparna var under istiden inte nedisade utan stack upp ur isen som så kallade nunatakker. Man har uppe på Åreskutan funnit megafossil av tall med en ålder av 13 800 år vilket skulle kunna tyda på att det fanns



Fig. 3. Issjön i Enadalen hade till en början sitt avlopp mot väster.
(Efter G. Åkerlund i STF:s årskrift 1934.)

växter på dessa nunatakker. När isen började smälta gick avsmältningen snabbare vid dessa mörka uppstickande toppar. Det bildades runt dessa vattensamlingar som kunde forma strandlinjer högt uppe på sluttningarna. Smältvattnet rann även genom sprickor i isen ned i dalgångarna och vidare under isen genom en isälv mot allt lägre liggande områden i öster. Avlagringar i form av grus och sand från den isälv som fanns i Enans dalgång kan följas från norr om Blåhammaren över Rundhögen, Enkroken och järnvägsstationen vid Enafors mot Klocka vid Ånnsjön. Vid Rundhögen och Enkroken finns stora isälvsavlagringar som är fullt jämförbara med de mellansvenska rullstensåsarna. Vid Enafors finns dessutom isälvsavlagringar från en liten biås som man delvis går på i början av vandringen från bron mot Snasahögarna.

Vattensamlingarna runt de uppstickande topparna växte i storlek och kom så småningom att täcka moränen och isälvsavlagringarna i dalgångarna. Den issjö som fanns i Enafors avvattnades först mot väster men kom senare att dräneras mot öster (fig.3). Issjöarna som var uppdämda i väster av det högre liggande landet och i öster av isranden kom att täcka allt lägre liggande områden mot öster allteftersom isen smälte (fig.4). Till slut bröt den sista issjön, den centraljämtländska issjön, igenom isen i öster och avvattnades genom Indalsälven.

Den jord som eroderade från fjällsluttningarna sedimenterade över moränen och isälvsavlagringarna och bildade lager av sand, silt eller lera beroende på vattendjupet i dessa issjöar. Förutom grus i en isälvsavlagring som går vid järnvägsstationen består de minerogena jordarterna i Enafors av grovmo (även kallad finsand) och finmo (även kallad grovsilt). Högre upp på fjällsluttningarna över dräneringsnivån för Enaissjön (700-750

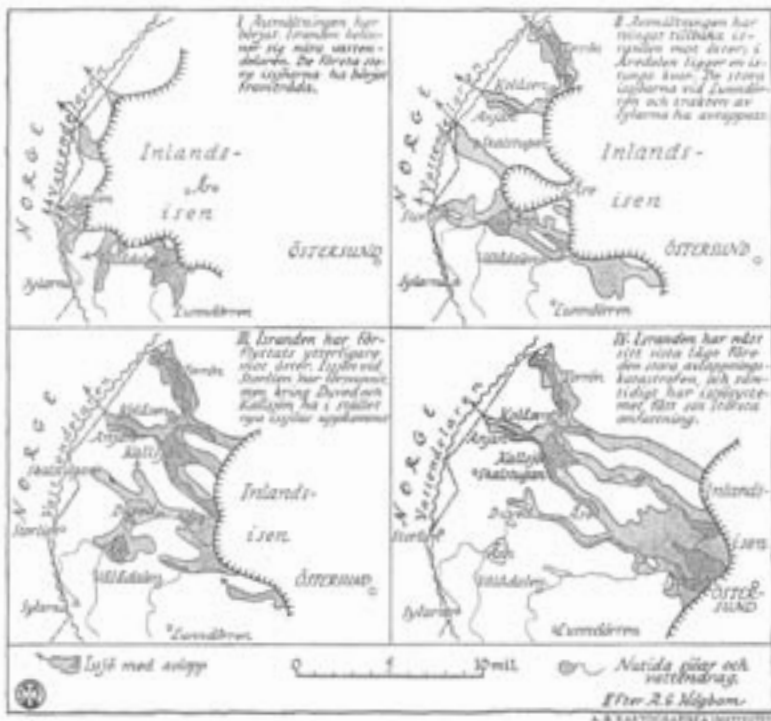


Fig. 4. Fyra stadier av inlandsisens avsmältning i Jämtland. (Efter A.G. Högbom i STF:s årsskrift 1934.)

m.ö.h.) är sandig morän den vanligaste jordarten. Sandig morän finns även på Högåsen som ligger 730 meter över havet.

I stora områden kring Enafors är de minerogena jordarterna täckta av torv på grund av att vattnet inte kan rinna av tillräckligt snabbt från sluttningarna och i dalgångarna. Alltför mycket vatten i jorden leder till syrebrist varvid nedbrytningen av växtresterna inte kan hålla jämna steg med växtproduktionen. Den organiska substansen anrikas som torv.

Sambandet mellan bergarter, jordarter och växtlighet vid Enafors

Berggrunden innehåller i större eller mindre grad alla de oorganiska näringsämnen som växterna upptar från marken, bortsett från kväveföreningar. Genom god tillgång på dessa näringsämnen ökar emellertid även

de kvävefixerande organismernas förmåga att binda luftens fria kväve varför bergarternas betydelse för växtligheten ytterligare förstärks. För lavar och mossor som lever på berghällar är sambandet tydligare än för växter som växer i jord eftersom de lösa jordlagren inte alltid speglar den underliggande berggrundens innehåll av olika näringsrika mineral. De bergartsfragment som exempelvis har plockats upp av inlandsisen har ju transporterats och avlagrats på annan plats i isens rörelseriktning. Genom grundvattnets kontakt med berggrunden kan emellertid växtligheten påverkas även om de lösa jordarternas innehåll av olika mineral inte är densamma som berggrundens. Det bästa sambandet mellan berggrund och växtlighet finner man i stora sammanhängande områden med samma berggrund.

Berggrunden vid Enafors består av kalkfyllit som går i dagen vid bland annat Enaforsen (fig.5). Ursprunget till denna metamorfa bergart har varit en något kalkhaltig lera som avlagrats utanför kontinenten Balticas kust. Leran har senare genom högre temperatur och tryck omvandlats till lerskiffer som vid bergskedjeveckningen ytterligare omvandlats till kalkfyllit. Mineralkornen ligger i väl avgränsade skikt och består huvudsakligen av kvarts, glimmer, olika fältspater och hornbländemineral. Kalken förekommer endast i tunna skikt.

Kalkfylliten överlagras av morän eller isälvsavlagringar samt däröver issjösediment som i Enafors består av grovmo och i de lägre områdena av finmo. Den mer erosionsbenägna finmon kan man bland annat se i slutningen ner mot Enaforsholm. De minerogena jordarterna överlagras i sin tur på många ställen av den organogena jordarten torv.

Kalken i berggrunden har emellertid även om den förekommer i tunna skikt gett upphov till en rik växtlighet, särskilt på lokaler som påverkas av rörligt grundvatten. På en vandring upp till Högåsen kan man se många bra exempel på frodiga vegetationstyper med högvuxna örter och gräs där stora dagmaskar genom sin blandning av organisk substans med mineraljord har gett en för växterna mycket gynnsam markstruktur.

Kalkfylliten sträcker sig från Enafors söderut ungefär halvvägs till Silverfallet (fig.5). Vid en vandring mot Silverfallet ser man emellertid inte någon påtaglig effekt av den gynnsamma berggrunden eftersom den huvudsakligen är täckt av issjösediment (grovmo), torv och ett mindre område med grus. Den viktigaste orsaken är emellertid att området i stort sett saknar rörligt grundvatten på grund av en relativt flack topografi.

När man går vidare upp mot Silverfallet består berggrunden efter kalk-

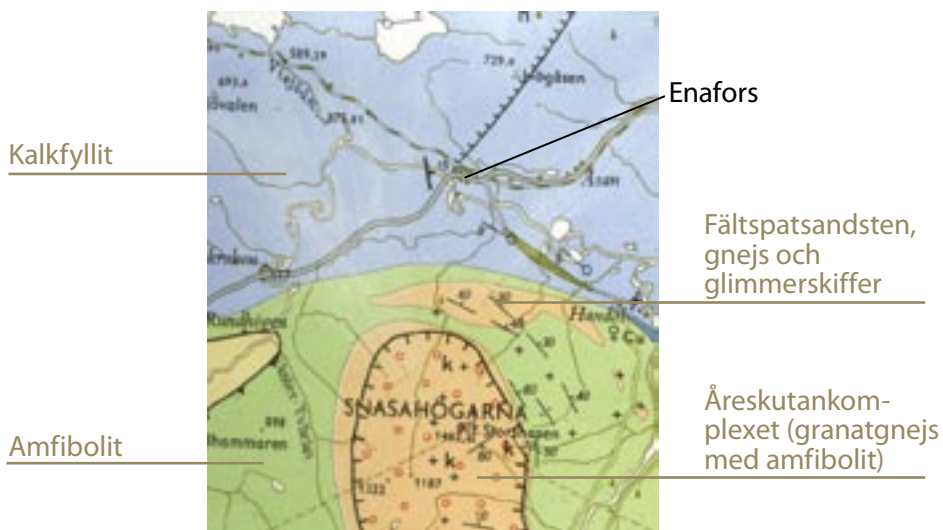


Fig. 5. Berggrunden kring Enafors. (Från karta över berggrunden i Jämtlands län. Sveriges Geologiska Undersökning Ser. Ca nr 53.)

fylliten först av amfibolit, därefter av ett område med fältspatsandsten, glimmer och gnejs och närmast Silverfallet återigen av amfibolit (fig.5). Den berggrund som på några få platser går i dagen utefter vandringsleden består av fältspatsandsten med inslag av glimmerskiffer och gnejs.

Amfibolit är en basisk silikatbergart som har bildats genom att magma har trängt upp vid bergskedjeveckningen och senare genom ensidigt tryck fått en skiffrig struktur. Fältspatsandsten har som namnet anger bildats genom omvandling av sandavlagringar. Gnejs och glimmerskiffer däremot kan även ha bildats genom stark omvandling av silt och lera.

Till skillnad mot de sura bergarterna fältspatsandsten, glimmerskiffer och gnejs är amfiboliten liksom andra grönstenar en näringsrikare bergart som ger en morän med betydligt högre växtproduktion än morän från de i Sverige vanligaste bergarterna granit och gnejs. Nära Silverfallet finns några lokaler med mer näringskrävande växter som skulle kunna tyda på amfibolitens gynnsamma inverkan på vegetationen. Jämfört med de artrika växtsamhällena längs vandringsleden mot Högåsen är artrikedomen emellertid betydligt mindre.

Vid Silverfallet når man Snasahögarna som är en så kallad överskjutningsskolla det vill säga ett veck har slitits sönder vid bergskedjeveck-

ningen och skjutits över den underliggande berggrunden som vid Silverfallet består av amfibolit. Vid rastplatsen kan man längst ned på den branta väggen se gränsen mellan den mörka amfiboliten och den däröver liggande betydligt ljusare skollberggrunden. Snasahögarnas berggrund tillhör Åreskutankomplexet som huvudsakligen består av granatgrejs med amfibolit. Förekomsten av mer näringskrävande växter som exempelvis fjällsippa (*Dryas octopetala*) tyder på förekomsten av amfibolit i berggrunden.

Olika former av frostmark på Snasahögarna

Vid den branta vandringen uppför Snasahögarna ges rikliga tillfällen att studera berggrunden och söka efter små granater i gnejsen. När man kommit upp på kalfjället, kan man inte undgå att lägga märke till de terrassliknande bildningarna på sluttningen mot Storsnasen. Dessa har bildats genom långsam jordflytning på våren eller försommaren.

På hösten när tjälen tränger ned i jorden fryser en grovkorning jordart till en homogen massa av is och jord. I en finkornig jordart däremot, fryser inte vattnet mellan jordpartiklarna utan sugs ut till isfyllda grövre porer eller sprickor. Mer vatten sugs till isen underifrån på grund av att vattnet binds hårdare till is än till jordpartiklar vilket leder till att markytan höjs. Allt djupare belägna isskikt bildas, parallella med den yta från vilken avkylningen sker, vanligen markytan. Mellan isskikten är jorden

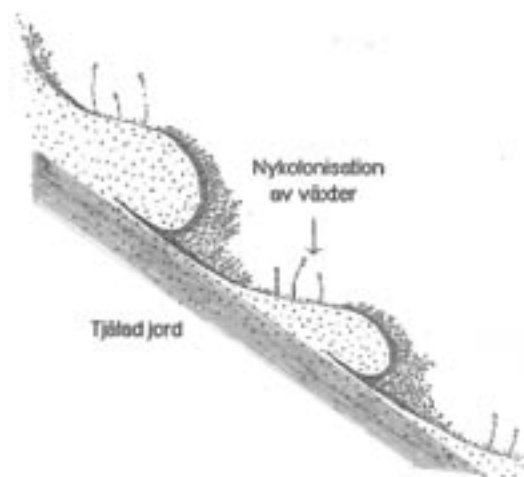


Fig. 6. Schematisk bild av flytjordsvalkar i fjällen. (Från Nykvist, N., 1985: Kompendium i markfysik.)

ofrusen och betydligt torrare än före tjälningen. Om grundvattenytan inte är för djup, och om den kapillära stighastigheten är tillräckligt stor, kan stora mängder vatten sugas upp under vintern och bindas i isskikten. Den tjällyftning som är en följd av ökningen av vatten som fryser till is kan uppgå till mer än 50 cm.

När jorden tinar upp på våren, kan ett stort vattenöverskott uppstå i jorden på grund av allt vatten som sugits upp från grundvattnet. Särskilt stort blir vattenöverskottet vid hastig tjällossning då vattnet inte hinner avdunsta eller dräneras av på grund av att underliggande jordlager fortfarande är tjälade. Det stora vattenöverskottet i jorden gör att den blir tjockflytande och flyter utför fjällsluttningen på den tjälade jorden. Om jorden är vegetationsklädd, kommer växternas rötter att hålla ihop det översta jordlagret samtidigt som den därunder liggande starkt vattenmättade jorden trycker på nedför sluttningen. Det bildas en flytvalk som långsamt kryper utför sluttningen. Genom att de övre jordlagren rör sig snabbast nedför sluttningen, brister rotfilten och mer konkurrenssvaga växter kan kolonisera marken (fig.6). Vid flytvalkens front kommer den tjockflytande jorden att begrava humuslagret samt vegetationen, som ofta består av dvärgris och andra konkurrensstarka växter. De håligheter som då bildas är de vanligaste tillhållen för fjälllämlar. På Snasahögarna är flytvalkarnas fronter ofta rika på block som skjutits framför valken. Man ser ofta även stora fristående block som har glidit nedför fjällsluttningen och skjutit framför sig en liten valk av mineraljord.

På plan blockfattig mark med riklig vegetation och relativt tjockt humuslager kan jordtuvor bildas. Vegetationen som minskar frostens nedträngning i jorden, är ofta oregelbundet utbildad. På de ställen där den är glesare kan frostens tränga ned lättare. Därifrån sprider sig tjälen åt sidorna under det skyddande vegetationstäcket och pressar jorden uppåt. Om detta upprepas år efter år kan jordtuvor bildas.

Om vegetationen är dåligt utbildad på plan mark kan stenringar (polygonmark) bildas vars diameter kan vara större än 5 m. Finkornig jord suger upp vatten när tjälen tränger ned i jorden och pressar på så sätt stenar och block ut från centrum. När de översta jordlagren tinar upp på våren men de undre lagren fortfarande är tjälade, kommer den vattenmättade finjorden att tränga upp i mitten och förhindra att stenarna och blocken återgår till sitt ursprungliga läge. Med avtagande halt av block och stenar bildas övergångar till jordrutor. Bra exempel på stenringar och jordrutor saknas på Snasahögarna.

På hösten och vintern när tjälen tränger ned i jorden lyfts block och stenar upp mot markytan. Vid tjällossningen kommer de mindre partiklarna i det översta markskiktet att sjunka ned i förhållande till stenar och block som fortfarande sitter fast i de underliggande tjälade lagren. När isen även i dessa lager smälter, sjunker stenar och block därför inte tillbaka till sin ursprungliga plats utan stannar på en högre nivå. Block och sten liksom även pålar nedgrävda i marken kommer därför med åren att vandra uppåt i den tjälade jorden. ”Jorden var så mager att det bara växte sten på åkrarna” är ett gammalt uttryck från den tiden då odling av sandig-moiga och moiga moräner var vanligt i Sverige. Den rikliga förekomsten av stora block på Snasahögarna kan, förutom frostsprängning av berggrunden, vara orsakad av uppfrysning. Om jorden innehåller stenblock som sticker upp över vegetationstäcket, kommer frosten att tränga ned i jorden via blocket. Andra block och stenar i jorden kommer då att röra sig mot detta köldcentrum och så kallade stengropar bildas. På Snasahögarna finns många bra exempel på sådana stengropar.

På grund av markpartiklarnas rörelse i och på marken ser man sällan någon typisk podsolprofil uppe på kalfjället även där man skulle vänta sig en sådan.



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIEN

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
Drottninggatan 95 B
Box 6806, 113 86 Stockholm
tel 08-54 54 77 00, fax 08-54 54 77 10
www.ksla.se, akademien@ksla.se

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) är en mötesplats för den gröna sektorn. Akademien är en fri och oberoende nätverksorganisation som arbetar med frågor om jordbruk, trädgårdsbruk, livsmedel, skog och skogsprodukter, fiske, jakt och vattenbruk, miljö och naturresurser samt skogs- och lantbrukshistoria. Vi arbetar med frågor som berör alla och som intresserar många!