



Meteoritnedslag



Istidens slut



Variation och mönster



Jordbävningar



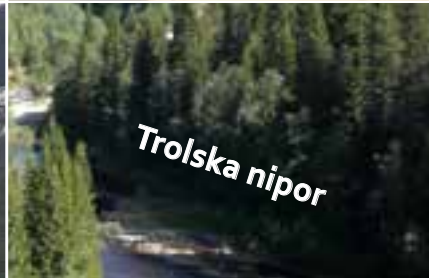
Geologiskt Arv

vinnare och nominerade 2012

– en guide till geologiska sevärdheter i Sverige



Kontinenter
som krockar



Trolska nipor



Spår av liv



Mytomspunnen dödishåla



Mångfald av mineral

SGU

Sveriges geologiska undersökning

Att uppleva geologi

Vad är geologi för dig?
Sevärda platser, en förståelse
för planeten Jorden, ett
vackert mineral, strukturer i
berget, mjuk sand och grovt
grus, en klar källa eller kanske
en våldsam vulkan ...



Foto: Cecilia Jelinek

Geologiskt Arv – kortfattat om tävlingen

Sveriges geologiska sevärdheter förtjänar att lyftas fram i ljuset. Därför arrangerar Sveriges geologiska undersökning, SGU, tävlingen Geologiskt Arv. Premiär för tävlingen var 2012. Några av våra kriterier för ett Geologiskt Arv är att platsen:

- visar ett stycke av Sveriges geologiska historia, en händelse eller process som kan sättas i relation till ett större geologiskt perspektiv,
- är fantasieggande och lockar till att lära mer om geologi,
- är förhållandevis lätt att komma till.

Geologiskt Arv är en återkommande tävling. Tipsa oss gärna om fler besöksvärda platser!

Med den här broschyren vill vi visa att geologi bjuder på så många upplevelser. Sverige är fullt av spännande och värdefulla naturformationer!

Vi vill också att flera ska upptäcka tjusningen med att förstå hur landskapet har växt fram och omformats, hur bergarter, mineral och jordlager har bildats och hur det liv som myllrade på jordklotets yta för miljontals år sedan såg ut.

Besöksmål med en geologisk berättelse

År 2012 bjöd vi in till tävlingen Geologiskt Arv, där tio kandidater från hela Sverige kämpade om att bli årets geologiska arv. Många av kandidaterna är välkända turistmål, andra är okända för den bredare allmänheten. Alla har det gemen-

samt att de har något viktigt att berätta om varför Sverige ser ut som det gör.

Vann gjorde Qvarnstensgruvan Minnesfjället i Mariestads kommun. Här berättar vi om Qvarnstensgruvan men också om alla de andra kandidaterna – alla är på sina olika sätt intressanta och fantasieggande besöksmål.

Geologi är också en upplevelse av tid

Ibland handlar geologi om ofattbart stora tidsrymder och andra gånger om ögonblickssnabba processer, men också om att se hur processer och händelser förhåller sig till varandra i tiden. Därför hittar du på omslagets baksida en tidslinje med de tio besöksmålen inplacerade.

Läs, inspireras och framför allt, upplev geologin med dina egna sinnen!

Geologiskt Arv 2012

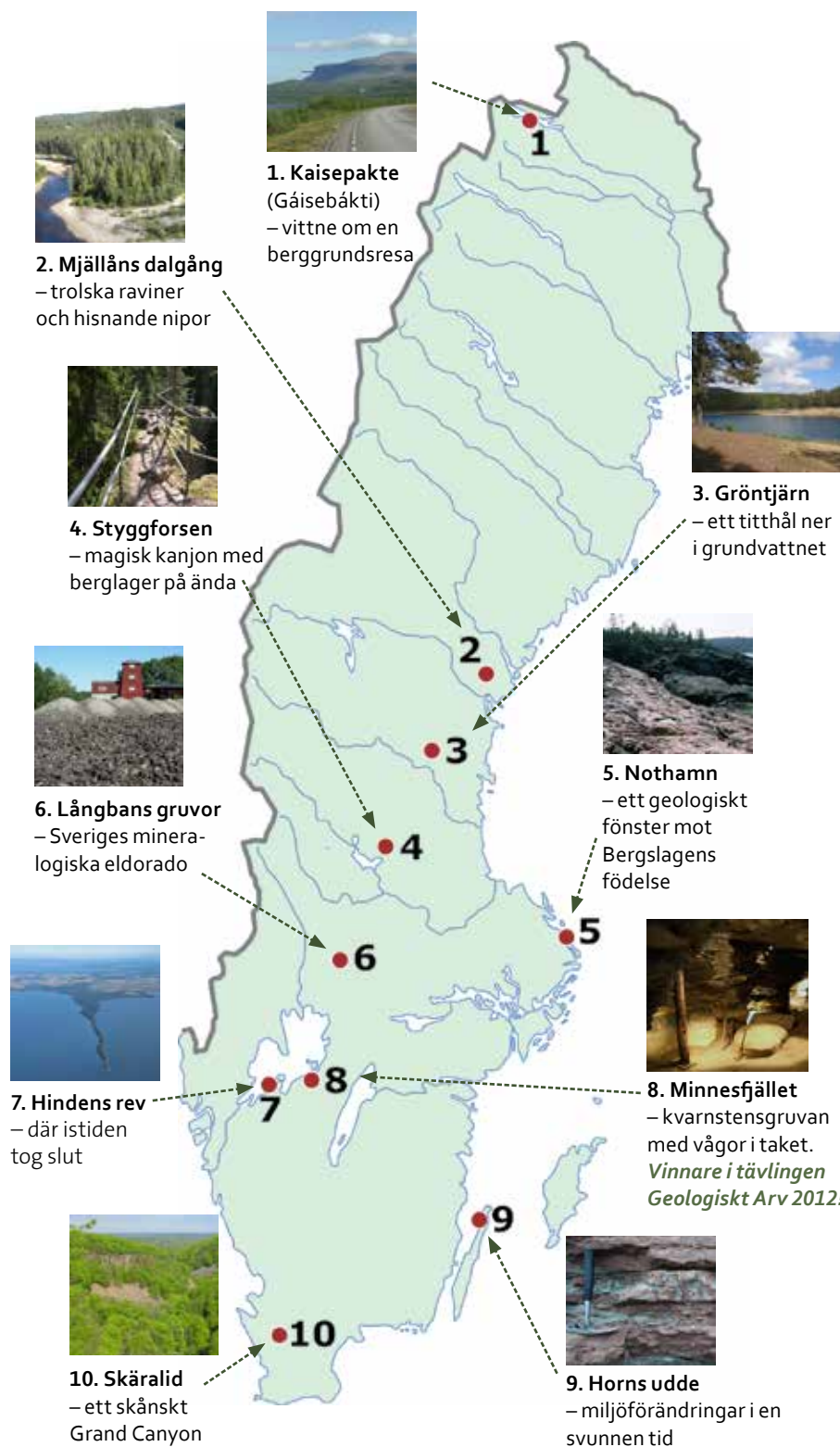
– från norr till söder

Mer än en tävling!

Med Geologiskt Arv vill vi visa på den enorma spännvidd och variation som Sveriges geologi uppvisar. Vi vill också ge exempel på hur Sveriges berggrund, jordlager och landskapsformer har byggts upp under årmiljonerna – genom processer som fortfarande pågår runtom på jordklotet.

De platser som du ser här på kartan, och som du kan läsa mer om på de följande sidorna, representerar geologiskt sett värdefulla lokaler. De visar på mångfalden i Sveriges geologi och de berättar alla om hur landskapet runt oss har formats och utvecklats.

Läs mer om de olika platserna på de följande sidorna! ►



Kaisepakte (Gáisebákti)

– vittne om en
berggrundsresa

Välkommen till den svenska
fjällkedjan – ett konkret
resultat av kontinenternas
ständiga rörelse.



Här, längs Torneträsk, syns många tydliga spår av den väldiga krocken mellan kontinenterna Baltica (norra Europa) och Laurentia (Nordamerika och Grönland) för drygt 400 miljoner år sedan.

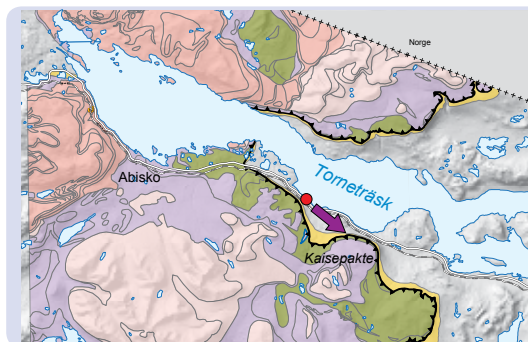
Ett skandinaviskt Himalaya

Vid kollisionen pressades kanten av Baltica ner under Laurentia och Iapetushavet, som legat mellan kontinenterna, slöts och försvann. Den forna havsbotten och de pålagrade sedimentära bergarterna sköts upp över varandra i stora sjok, så kallade skollor, och vidare in över Balticas urberg. De här skollorna förflyttades upp till tiotals mil och formade med tiden en mäktig bergskedja, Kaledoniderna, i storlek med dagens Himalaya.

Fjällen var en gång havsbotten

Erosionen nötte genom årmiljonerna ner Kaledoniderna så att endast rötterna återstod. I samband med att de sammanslagna kontinenterna åter delade på sig för ca 65 miljoner år sedan – och den nuvarande Nordatlanten öppnades – höjdes rötterna upp så att dagens svensk-norska fjällkedja bildades. Vår fjällkedjas historia som gammal havsbotten är förklaringen till att fossil efter havslevande djur idag kan hittas i den svenska fjällvärlden.

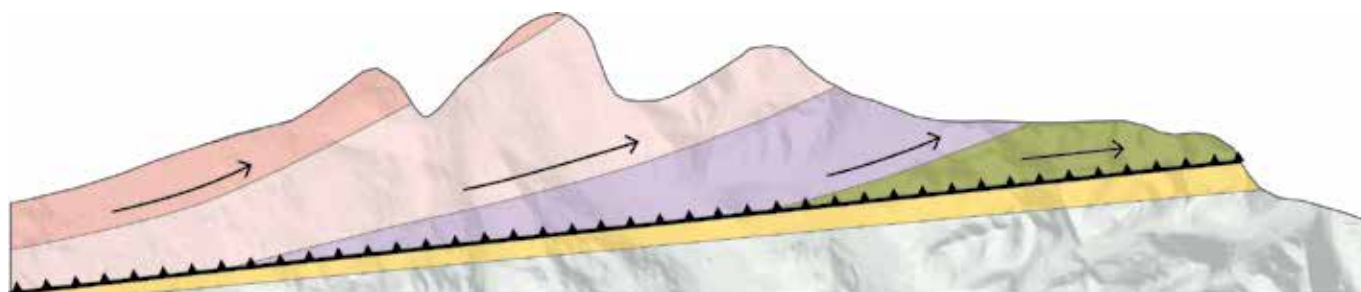
Här finns även andra spår av vad som en gång inträffat. Blickar man mot fjället Kaisepakte syns en tydlig markering i landskapet. Den undre delen av fjällets markanta brant består av urberg, granit från Baltica, medan den vertikala



Karta som visar berggrundens utformning runt Torneträsk. Den svarta taggade linjen markerar skollberggrundens östligaste gräns på urberget idag efter årmiljoners vittring och erosion. Den röda pricken markerar utsiktspunkten med vy i riktning som den lila pilen mot sydost. Illustration: Benno Kathol och Tomas Renström.

Ett schematiskt tvärsnitt genom berggrunden vid Torneträsk som visar hur de olika skollorna (grönt, lila, ljus- och mörkrosa) har skjutits över varandra och ut över urberget (grått), i riktning från nordväst mot sydöst som pilarna antyder. Här visar den taggade linjen skollberggrundens överskjutningsyta mot urberget och det "smörjande" lagret av sedimentära bergarter (gult). Den här gränsen kan man se på många platser utefter fjällkedjan.

Illustration: Benno Kathol och Tomas Renström.

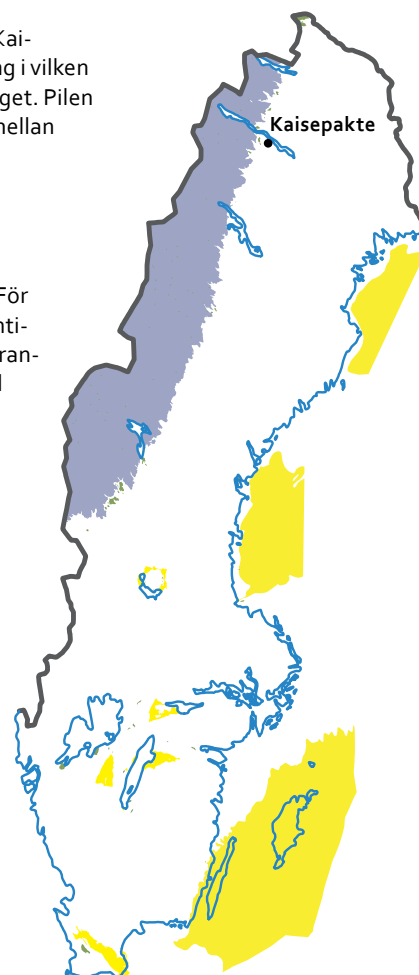


branten längst upp utgörs av bergarter som tillhör skollorna. Mellan urberget och skollorna finns ett tunt lager av sedimentära bergarter som inte förflyttats under förskjutningen, utan fungerat som smörjmedel. Överskjutningsytan mellan Balticas urberg och Kaledonidernas skolor syns tydligt som ett hack i fjällbranten Kaisepakte. Skollorna i den svensk-norska fjällkedjan är en påminnelse om kontinenternas ständiga rörelse i förhållande till varandra.

◀ Bilden på motstående visar utsikten mot Kaisepakte i riktning mot sydöst, samma riktning i vilken skollberggrunden har skjutits upp över urberget. Pilen i fotografiet pekar mot överskjutningsytan mellan urberget och skollberggrunden.

Foto: Benno Kathol.

En förenklad skiss över Sveriges berggrund. För drygt 400 miljoner år sedan krockade två kontinenter och stora bergsskivor staplades på varandra och sköts åt öster: fjällkedjans berggrund bildades (lila). De gula partierna är rester av de sedimentära bergarter som täckte hela Sverige före kollisionen. ►



Fakta om Kaisepakte:

- Vad: Kaisepaktes fjällbrant.
- Var: 7 mil norr om Kiruna, i Torneträsk dalgång.
- Koordinater: Sweref 7583617, 672651, utsiktspunkt längs vägen med Kaisepakte mot sydöst.
- Tillgänglighet: Ses lätt från E10.
- Extra: år 2012 var det 100 år sedan teorin om den så kallade kontinentaldriften presenterades av Alfred Wegener. Många invändningar fanns dock, han hade ingen förklaring till varför kontinenterna rörde sig. I dag har kontinentaldriftsteorin utvecklats till läran om plattetektonik.

Mjällåns dalgång

– trolska raviner
och hisnande nipor

Dramatisk natur i stilla dalgång. Vid Mjällån kan du se en del av Sveriges kvartärgeologiska utveckling – en utveckling som fortfarande pågår.



När inlandsisen smälte bort forsade den nuvarande Faxälven fram här, som numer är en biflod till Ångermanälven.

Älven hade då ett betydligt kraftigare flöde än det som idag är den stilla Mjällån. De forna vattenmassorna gjorde att enorma mängder sediment avsattes i området.

Vattnet har med tiden eroderat 50 meter ner genom sedimenten och skapat en dramatisk natur med branta nipor, knivskarpa ryggar och platåer i olika höjdnivåer.

Isälvar och vanliga älvar

I botten av dalgången finns en isälvsavlagring med grovt sediment som överlagras av finkorniga postglaciala sediment, dvs. sediment som avsattes efter att inlandsisen dragit sig tillbaka. När landet hade höjt sig så mycket att dalgången stod ovanför havsytan påbörjades de postglaciala vattendragens erosion. Material som eroderades vid ett ställe transporterades och avsattes senare nedströms.

Först eroderades det översta, finkorniga, materialet och allteftersom älven skar sig ner i grövre material fördes detta med vattenströmmen och avsattes längre ner längs älven.

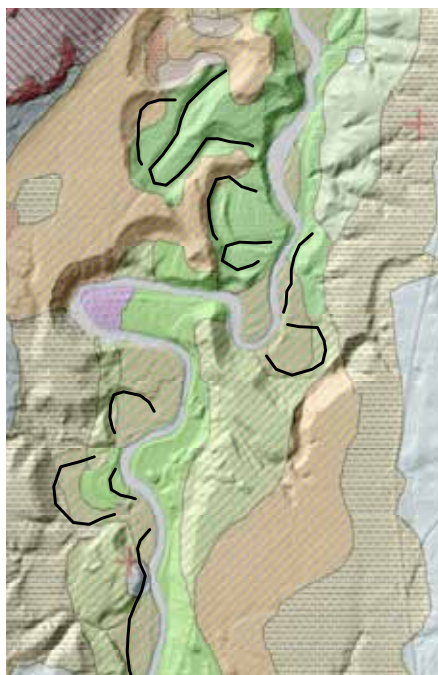
Den postglaciala lagerföljden blir då den omvända, jämfört med en isälvsavlagring, med det finkorniga materialet längst ner och grövre mot ytan.

I Mjällåns dalgång finns hela denna lagerföljd bevarad: från de grova isälvsedimenten i botten, överlagrade av glaciala och postglaciala finkorniga sediment och på ytan sandiga älvsediment.

Västernorrlands högsta vattenfall

På västra sidan av dalgången finns Västernorrlands högsta vattenfall, det 90 meter höga Västanåfallet.

I sin nedre del har ån ett meandrande lopp som ger vattendraget ytterligare en dimension med gamla älvfåror och system av raviner. Landskapsformerna här är ovanligt välutvecklade och mycket typiska för en norrländsk dalgång.



Meanderbågar och nipor

- ◀◀ Fotot visar en del av Mjällåns meandrande lopp. Närmast i bild en meanderbåge.
- ◀ En terrängskuggad jordartskarta som visar en del av Mjällå. Här ser man tydligt hur dagens Mjällån slingrar sig fram, men också några av de gamla flodfåror (de svarta strecken). De olika färgerna i kartan symboliserar olika jordarter, där till exempel de gröna ytorna står för isälvsavlagringar.
- ▲ När älven har eroderat ner genom de finkorniga sedimenten bildas kraftiga erosionsbranter; nipor.

Här ser du de geologiska processerna "live"

Erosionsprocesserna pågår än idag och tack vare det blottläggs jordlagren och därmed hela den kvartärgeologiska utvecklingen sedan senaste istiden. Mjällåns dalgång är därför en tacksam plats att studera geomorfologiska förlopp, jordlager och deras historia.

Meandring – kraftigt slingrande åfåra i flacka sediment. Med tiden överges slingorna och en ny åfåra bildas.

Fakta om Mjällåns dalgång

- Vad: Mjällåns dalgång utefter en sträcka av ca 4,5 km. En mindre del av området norrut, Västanåfallet, är naturreservat med ett naturum "Naturinformation Västanåfallet" som bland annat berättar om områdets geologi.
- Var: 4 mil väster om Härnösand. 2,5 mil norr om Timrå som ligger i dalgångens förlängning mot söder.
- Koordinater: Sweref 6958441, 623583, Västanåfallets naturreservat.
- Tillgänglighet: Väg 331 sträcker sig längs Mjällåns östra sida. Utefter dalgången finns fina utsiktspunkter och vandringsleder. Längs ån kan man paddla kanot.

Västanåfallet, Västernorrlands
högsta vattenfall.

Foton på detta uppslag: Karin Grånäs.



Gröntjärn

– ett titthål ner i grundvattnet

Mytomspunna Gröntjärn är en märklig sjö. Den saknar synliga inlopp och utlopp, men har en vattennivå som varierar kraftigt, upp till 13 meter!



Förklaringen finns i att den lilla sjön ligger i en dödishåla och får sitt tillflöde underifrån, av grundvatten. Detta bidrar också till den turkosgröna färgen. Till skillnad från tillrinnande vatten i bäckar, är grundvattnet fritt från partiklar. Färgen påverkas av sjöbotten och himlen ovanför.

Dödishålan ger en säregen hydrologi

Gröntjärn ligger på ett isälvsdeltat med flera dödishålor. Isälvsdeltat, som fungerar som ett naturligt grundvattenmagasin, ligger i en relativt smal dalgång som sträcker sig i väst-östlig riktning. Områdets hydrologi blir mycket säregen tack vare isälvsavlagringens speciella karaktär och dalens form.

Vid regn och snösmältning fylls grundvattenmagasinet på relativt snabbt genom tillrinnande vatten från höjdområdena i norr och i söder. Lika snabbt kan nivån i magasinet sänkas då grundvattnet rinner bort mot öster. Då grundvattnets yta sänks eller höjs sker motsvarande förändringar av Gröntjärns yta. I de höga branta

sandstränderna runt tjärnen syns spår efter olika vattennivåer.

Avrinningen sker genom dränering via sjöns botten och vattnet strömmar sedan som grundvatten i den vatten-genomsläppliga isälvsavlagringen österut till Gladbäcken där en av de största källorna i Hälsingland finns.

Ta en titt runt omkring också!

Isälvsdeltat som Gröntjärn ligger på är också intressant i sig och uppvisar en mångfald av landformer. Större delen av dalen utgörs av ett deltaplan med dödisgropar, uppbyggt nästan till högsta kustlinjen och avslutas österut med en tydlig deltasluttning i dalmynningen. Flera av dödishålorna i området är idag vattenfyllda, men i vissa har tätande bottenskikt bildats. I anslutning till deltat finns också åsnät och åskullar. En pasströskel finns i mitten av isälvsavlagringen som gör att grundvattenflödena rinner dels västerut, dels österut.



Gröntjärn med lågt grundvattenstånd.



Gröntjärn med högt grundvattenstånd.

◀ Foto motstående sida: Jonas Lundin.

Samtliga foton på denna sida: Margareta Eiserman.



Gröntjärn är en av flera dödishålor som man kan se i sträckningen mellan Storsjön och Västeråstråsjö. De gröna fälten motsvarar isälvsavlagringar och de orange svallsediment. Den svarta sågtandade linjen visar högsta kustlinjen (HK).

Fakta om Gröntjärn

- Vad: Tjärn i isälvsavlagring. Naturreservat.
- Var: Ca 2 mil norr om Ljusdal.
- Koordinater: Sweref 6871797, 562283, parkeringsplats intill tjärnens västra sida.
- Tillgänglighet: Bilväg går fram till sjöns västra sida. Vandringsleder finns längs dalgången och runt sjön.

Myterna:

Det finns flera historier om tjärnen. Suget från bottenhålet sägs ha varit så starkt att folk som besökt tjärnen har varit nära att dras ner och drunkna. Det ryktas också om att det ska finnas en liten pöl i närheten som har ännu grönare vatten än tjärnen och att det i den finns en nedgrävd skatt.



På stränderna syns tydliga spår efter olika vattennivåer. ►

Styggforsen

– magisk kanjon med berglager på ända

När meteoriten slog ner här för 377 miljoner år sedan försatte den bokstavligen berg. Ett område på en mil i diameter deformerades ögonblickligen. Vid Styggforsen kan du se tydliga spår av denna dramatiska tid i Jordens historia.



Meteoritnedslaget sände en enorm chockvåg genom berggrunden och krossade allt i sin väg, skapade slagkäglor och chockad kvarts. Hålet vidgade sig snabbt i en väldig explosion och bildade en av världens största kratrar, 52 km stor, idag känd som Siljansringen.

Sekunder senare pressades underlaget tillbaka i en sorts rekylrörelse. De centrala delarna av kratern reste sig som en kupol av krossat urberg, medan kraterns ytterdelar försköts nedåt i ringformiga förkastningar.

Tredimensionell bild av ett meteoritnedslag

Idag är Siljansområdet ett utmärkt ställe att studera vad som händer med berggrunden vid ett stort meteoritnedslag. På många håll är berggrunden naturligt blottad och gör det därför möjligt att se vad som hänt i tre dimensioner.

Vid Styggforsen står lager av skiffer, kalksten och sandsten som bildades under silur (444–419 miljoner år sedan) dramatiskt på högkant till följd av meteoritnedslaget.

Vattnets väldiga kraft

Siljansringen har också styrt inlandsisarnas smältvatten. Här vid Styggforsen har en djup kanjon skulpterats ut och skapat en naturlig blottning av berggrunden och bidragit till att skapa en trolsk natur. Själva Styggforsen faller i två grenar mer än 30 meter utför bergsbranterna.

På kanjonens ena sida och i vattenfallet där ån bryter ner i dalbotten finns uppbrottna block av prekambrisk berggrund (urberg) som granit och gnejs, och på motsatt sida finner man den sedimentära kalkrika berggrunden.

Vatten och kalk ger den trolska miljön

Kanjonen, vattenfallet, de brantställda berglagren och skogen ger tillsammans en dramatisk och trolsk natur. Olika sorters växtlighet och djurliv gynnas av den kalkrika berggrunden och av den fuktiga miljö som forsen skapar. På grund av tillgången till kalk och vattenkraft har här förr skett cementtillverkning och det har funnits kraftstation och kvarn.

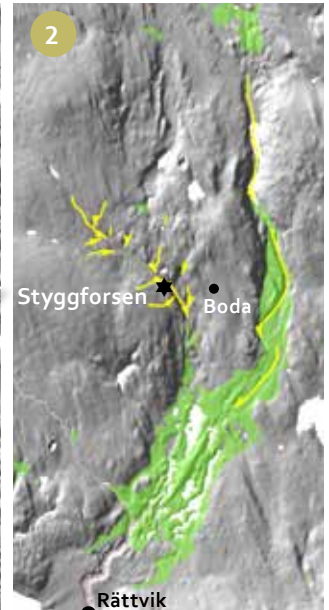
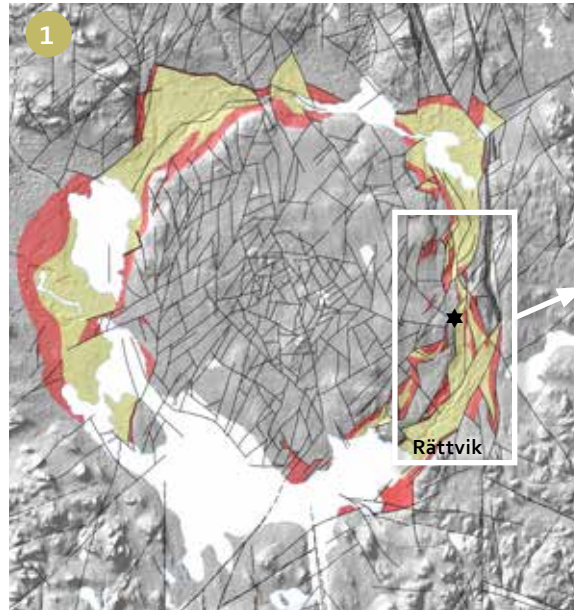
Siljansringen bildades vid ett meteoritnedslag. I centrum reser sig urberget som en kupol medan de sedimentära bergarterna (rött och gult) från ordovicium och silur har följt med ned i den ringformade förkastningszonen. På så sätt har de skyddats från senare erosion.

De svarta linjerna visar sprick- och förkastningszoner. (1)

Isälvarnas flöden har följt meteoritringens strukturer. Vid Styggforsen har inlandsisarnas smältvatten mejslat ut en djup kanjon.

De gula pilarna visar några av isälvsrännorna och den gröna ytan isälvsavlagringar. (2)

◀◀ Bilden på motstående sida visar getryggen, en smal och hög erosionsrest i berggrunden. Foto: Britt-Marie Ek.



Fakta om Styggforsen

- Vad: Styggforsen, naturreservat och Natura 2000-område.
- Var: 2 mil norr om Rättvik och en kilometer väster om Boda kyrka.
- Koordinater: Sweref 6763597, 510351, parkeringsplats.
- Tillgänglighet: Parkeringsplats vid informationsstugan som hör till naturreservatet. Från parkeringen leder en 750 meter lång gångstig runt i reservatet och som kan vara lite besvärlig för den som har svårt att gå.

Den från början horisontella lagringen i bergarten ställdes på ända vid meteoritnedslaget.

Foton: Britt-Marie Ek (till vänster) och Lars Persson (nedan).



Nothamn

– ett geologiskt fönster mot Bergslagens födelse

Inom en sträcka av någon kilometer finns en fascinerande mångfald av mineral och bergarter med livfulla veckningsmönster. Vid Nothamn på Vaddö kan även en lekman promenera på klipporna vid havet och uppleva stora delar av Bergslagens geologiska historia.



Med en exkursionsguide i handen kan även ett otränat öga utan större ansträngning läsa naturen som en lärobok och förstå hur berggrunden här och i resten av Bergslagen bildats. Yngre berggrund ligger ovanpå äldre, yngre gångar och sprickor skär genom äldre partier och fragment av äldre material ligger inbäddat i yngre. I kontakt mellan vit marmor och svart lava har gröna och orange mineral bildats. Söder om hamnen finns jättekristaller av fältspat och röda halvådelstenar av granat.

Vulkaner och tidigt liv

För 1,9 miljarder år sedan fanns här explosiva vulkaner som sprutade aska och lava över ett grunt hav som täckte området. På havsbotten levde tidiga former av liv, mikroorganismer, som tillsammans byggde upp kalkstenslager. I kalkstenen fälldes järn ut och skikt av järnmalm bildades, något som är vanligt i hela Bergslagen.

På djupet, under vulkanerna har stora magmakammare stelnat till bergarterna granit, granodiorit och tonalit, som är rika på kisel, samt diorit och gabbro som är kiselfattiga.

Plattkrockar gav marmor

Kring Nothamn syns resultatet av att tektoniska plattor kolliderat under tryck och hög värme. Situationen liknade den som idag finns kring Anderna, där en oceanisk och en kontinental platta kolliderar. Vid kollisionen har de tidigare vulkaniska och kalkiga lagren veckats ner till stort djup och därmed omvandlats. Bevis för detta ser vi bland annat i bildningen av marmor från kalksten. Marmorlagren är dessutom brant uppresta och veckade. Idag ser vi ytligt bildade bergarter i kontakt med djupbergarter då berggrunden blottlagts genom nerbrytande krafter och samtida höjning av hela jordskorpan.

Förkastningar – resultatet av jordbävningar

Berggrunden har också deformerats mer ytnära under upprepade tillfällen. Berggrunds rörelser längs förkastningar kan ha gett upphov till jordbävningar för många hundra miljoner år sedan. Var, när och hur dessa har bildats är nödvändig kunskap när man bygger berggrum så som planeras i Forsmark strax norr om Nothamn.



Utdragna och avslitna (boudinerade) mörka diabasgångar i "mjukare" skikt av marmor. (1)

◀ Motstående sida: En tydlig gräns syns mellan Rödbergets rosa bergart, pegmatit, och den svarta gabbbron i söder. (4)

Promenera längs kusten vid Nothamn och upptäck mer geologi! ▶

Foton på detta uppslag: Per Nysten.



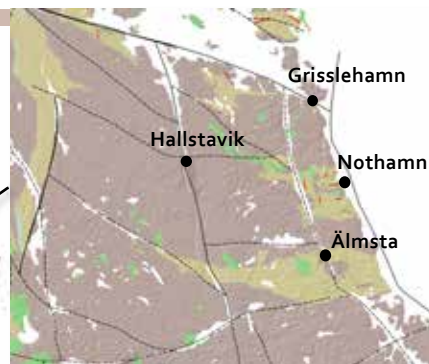
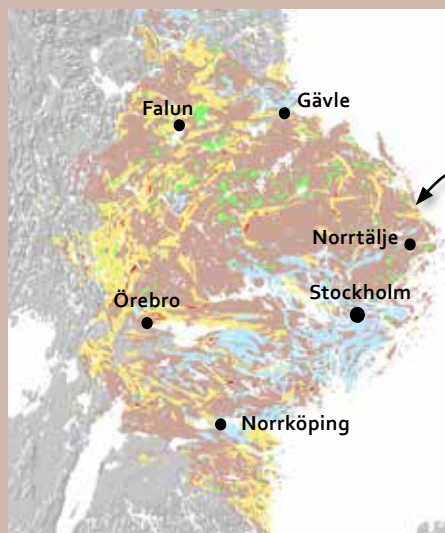
Veckad marmor med inlagrad vulkanaska. (2)



Halvmeterstora kristaller av fältspat. (3)

Fakta om Nothamn

- Vad: Kustklippor vid Nothamn, på Vaddö.
- Var: 3 mil norr om Norrtälje.
- Koordinater: Sweref 6661160, 714484, strax öster om parkeringsyta vid Nothamn.
- Tillgänglighet: Nothamn nås lätt med bil och parkeringsyta finns vid hamnen. Norrut krävs lite klättrande över klipporna. Söderut finns stig tillbaka i skogen, parallellt med stranden. Klipporna kan vara såphala vid fuktig väderlek.
- Extra: Fem mil norr om Nothamn planeras lagret för utbränt kärnbränsle (Forsmark) djupt ner i berggrunden.



▲ Kartan ovan visar Bergslagens berggrund som är ett av Europas mest intressanta områden med avseende på mineralfyndigheter. Här finns också många gruvor, varav flera är aktiva (läs mer på nästa uppslag om Långban). Nothamn ligger nästan

längst österut i denna region. De blå fälten visar gamla, sedimentära bergarter, de gula utbredningen av vulkaniska bergarter som bildades för 1,9 miljarder år sedan och innehåller malm, de gröna diorit och gabbro och de bruna granit, granodiorit och tonalit.

▲ Den lilla kartan till höger visar spåren efter kraftiga berggrundsrorelser, dvs. tektoniken i området. De svarta linjerna är förkastningszoner. På kartan ser man hur vissa av dessa skär över de olika bergarterna.

Långbans gruvor

– Sveriges
mineralogiska
eldorado

Vid denna världsunika plats finns fler än 270 olika mineral, 70 av dem har upptäckts just här för första gången – ett av dem så sent som 2011 och döpt till långbanshyttanit. Området är ett av de mineralrikaste på hela planeten.



Långbans mineralogiska storhet grundar sig i en lång, komplex och fascinerande geologisk utveckling med tre mineralbildande faser.

Grunt hav och aktiva vulkaner

Den äldsta mineralbildande fasen (1,9 miljarder år sedan) är direkt kopplad till aktiv vulkanism i Bergslagen, som då var ett grunt havsområde vid en kontinentkant. Havsvatten som trängde ner under havsbotten lakade ut metaller som sedan kunde transporteras och fällas ut, på och under den dåvarande havsbotten – en mekanism som troligtvis ligger bakom många av Bergslagens malmer.

Plattkrock!

Senare omvandlades och deformerades berggrunden kraftigt. Detta var ett resultat av att två tektoniska plattor kolliderade. Liknande processer sker idag kring Andarna där en oceanisk och en kontinental platta kolliderar.

De tidigare bildade mineralen fick nu anpassa sig till den radikalt förändrade

miljön, vilket ledde till att kristallerna blev större och nya mineral bildades.

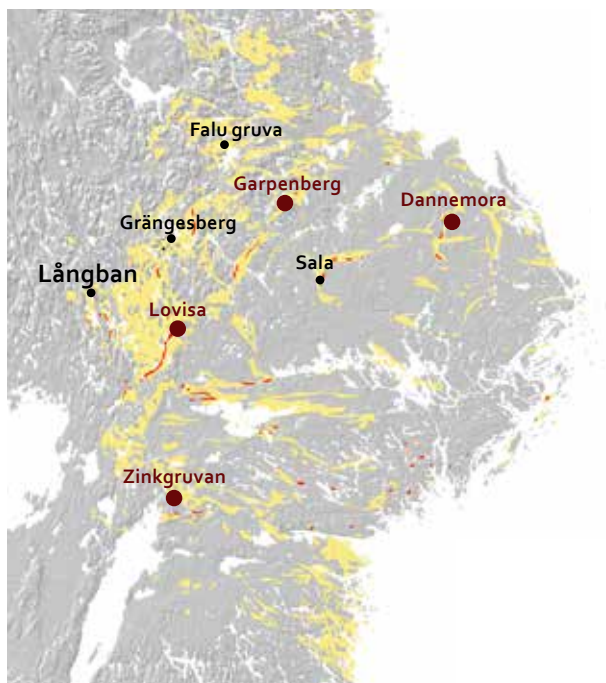
Exotiska mineral

Den avslutande fasen av mineralbildningen skedde i samband med uppsprickning av den övre jordskorpan. Uppvärmat vatten lakade då på nytt ur vissa metaller ur malmerna och återutfällde dem i exotiska kombinationer i de nyss öppnade sprickorna. Det är i den här fasen många av de mest spektakulära kristallerna bildades, vilka gjort Långban till en vallfartsort för mineraloger världen över.

Botanisera i varphögarna

Långbans malmer upptäcktes redan på medeltiden och ända fram till 1972 har här pågått gruvverksamhet. Först bröts järnmalm, därefter manganmalm och till sist dolomit. I de flesta av de stora varphögarna är det idag fritt fram för allmänheten att göra sina egna upptäckter. Den unika gruv- och hyttmiljön som funnits i området sedan 1500-talet är ett stycke välbevarad industrihistoria, öppen för besök.



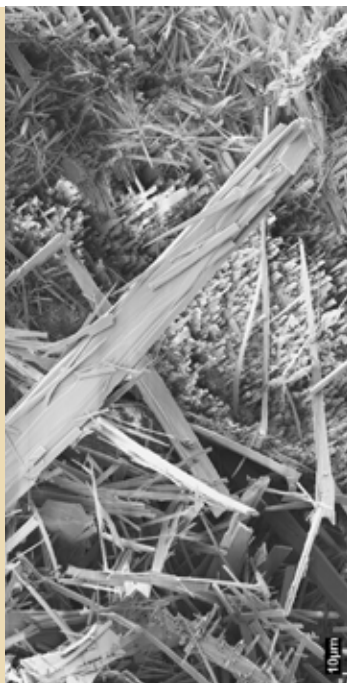


Långban ligger i den västligaste delen av Bergslagen (se även föregående uppslag där Nothamn presenteras). På den här kartan har vi enbart markerat de vulkaniska bergarterna (gult) och de kalkrika bergarterna (rött). Det är nära kontakterna mellan dessa två bergartstyper som många mineralfyndigheter (malmer) har bildats. Här har vi också ritat ut de större gruvorna i Bergslagen. De rödbruna punkterna symboliserar aktiva gruvor och svarta nedlagda.

Fakta om Långbans gruvor

- Vad: Gruv- och hyttmiljö med varphögar. Delar av området är naturreservat.
- Var: 2 mil nordöst om Filipstad.
- Koordinater: Sweref 6635340, 458718, mitt i området.
- Tillgänglighet: Riksväg 64 passerar genom området. Hyttområdet tillgängligt till fots.
- Extra: Här finns en stor potential att vidareutveckla geologiska och mineralogiska aktiviteter för allmänheten. Långban har också gett namn åt ett nyligen identifierat mineral, se nedan.

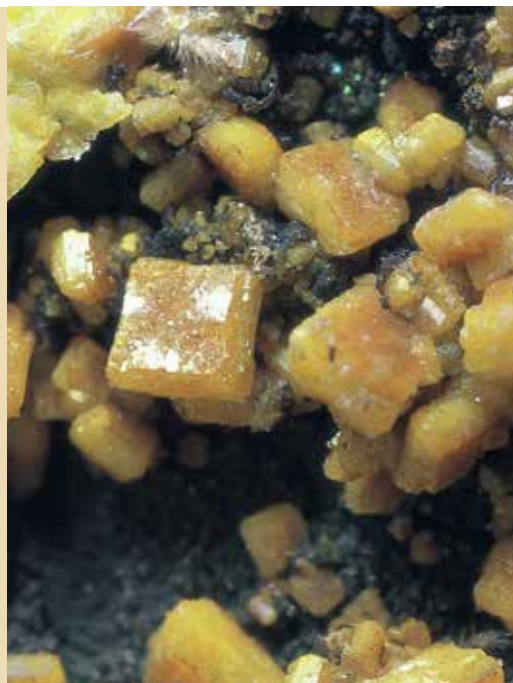
◀ Nya Schaktets lave med varphögar i förgrunden. Laven användes för upp- och nedtransport av arbetare och malm, och kan idag beskådas i den välbevarade gruvbyn. Foto: Erik Jonsson.



◀ Långbans gruvor har gett namn åt det nya mineral som identifierades 2011: långbanshyttanit. Mineralen är en bly-mangan-magnesiumarsenat och representerar en ny, naturlig strukturtyp. Bilden är tagen i svepelektronmikroskop och visar mineralens struktur i kraftig förstoring.

Ett exempel på ett exotiskt mineral från Långbangruvan: nadorit, en bly-antimon-syre-klorförening som endast påträffats på ett relativt fåtal platser på Jorden och sällan eller aldrig i så vackra kristaller som i Långban. Ur Naturhistoriska riksmuseets samlingar. ▶

Foton på detta uppslag: Erik Jonsson.



Hindens udde

– där istiden tog slut

Det smala näs som sträcker sig flera kilometer ut i Vänern är ett spår av en tusenårig köldknäpp.

Just här stannade inlandsisens avsmältning upp och bildade en vidsträckt moränrygg – som till och med ses från en flygning mellan Stockholm och Göteborg.



Hindens udde, som egentligen är en ändmorän, bildades under ett ovanligt långt stillestånd av inlandsisens avsmältning. Moränryggen fortsätter under Vänerns yta och dyker upp igen på andra sidan som Hjortens udde, fortsätter västerut i Dalsland och kan följas såväl i Norge som i Finland. Den här så kallade mellansvenska ändmoränen är en av de viktigaste pusselbitarna för att förstå inlandsisens avsmältning.

För 12 500 år sedan blev klimatet plötsligt mycket kallare och avsmältningen gick med en mycket långsamt och kanten på den enorma ismassan, den så kallade isranden, stannade kvar i mer eller mindre samma läge under cirka 1 000 år. Stenar och annat som fastnat i isen smälte fram och samlades i mängder just vid isranden. Egentligen är det en serie olika israndlägen som bildades under denna tid men de ligger tätt ihop och därför beskrivs de ofta som ett israndläge.

Vid den smältande isens kant

Inlandsisens utbredning för omkring 20 000 år sedan. När isen smälte bort skedde detta inledningsvis mycket långsamt. Huruvida det gick berodde på svängningar i klimatet och avsmältningen gick därför förhållandevis snabbt under varmare perioder men kunde mer eller mindre avstanna under kalla perioder.

Från arktiskt klimat till dagens temperaturer

För 11 500 år sedan, det vill säga direkt efter det att den mellansvenska ändmoränen bildats, skedde en dramatisk klimatförbättring. Under kort tid förändrades klimatet från att ha varit arktiskt till att bli ungefär som dagens klimat. Denna händelse definierar istidens slut, även om



Inlandsisens läge för 11 500 år sedan ►

För cirka 12 500 år sedan till för 11 500 år sedan gick isavsmältningen mycket långsamt. De mest extrema köldknäpparna skapade till och med små framryckningar av iskanten. Under denna period bildades vid isranden ett stråk av randbildningar som löper tvärs över Sverige: de mellansvenska ändmoränerna. Detta israndstråk kan följas kontinuerligt även genom Norge och Finland.

◄ Som en lång udde kan moränryggen följas ut i Vänern, och den fortsätter under vattenytan till andra sidan sjön där den dyker upp på land igen.
Foto: Jesper Linder.

det fortfarande fanns is kvar i norra Sverige som behövde ungefär 1 500 år till för att försvinna. Om man vill spetsa till det kan man säga att Hindens rev representerar istidens slutpunkt.

Fakta om Hindens udde

- Vad: En lång udde ut i Vänern. Naturresevat. Platsen ingår i Unesco Biosfärsområde Vänerskärsgården med Kinnekulle.
- Var: 2 mil nordväst om Lidköping.
- Koordinater: Sweref 6494396, 378682, parkeringsplats halvvägs ute på udden.
- Tillgänglighet: Besök av Hindens rev innebär en relativt lång promenad från parkeringsplatsen i öster till revets västra spets. Denna promenad är en del av själva upplevelsen.



Foto: Tore Påsse

Minnesfjället

– kvarnstensgruvan
med vågor i taket

Välkommen att kliva in i den geologiska historien. Inne i gruvan Minnesfjället kan du se spår av 500 miljoner år gamla fossil – och havsvågorna som sköljde över dem.



Erosionsrester: De tre platåbergen (ljusgrönt) i bilden är erosionsrester av sedimentära bergarter.



Lugnåshöjden är ett av Västergötlands mindre platåberg. Här finns unika möjligheter att bokstavligen talat kliva in i den geologiska historien. Lugnáshöjden med gruvan Minnesfjället är en av de få platserna i landet där man faktiskt kan stå inne i berget och se kontakten mellan urberget, den prekambrika gnejsen, och de äldsta kambrika avlagringarna, sandstenen.

Du står under havsbotten

Inne i gruvan syns spår efter tidiga livsformer. Djuren som levde på sandbotten i det forna grunda havet har lämnat avtryck efter sig i form av fossil. Här finns spår efter troliga maneter, trilobiter och andra leddjur. Genom dessa har man kunnat uppskatta sandstenens ålder till drygt 500 miljoner år.

Denna tid (kambrium) markerar den period i Jordens historia då en mängd organismer med yttre skelett, liksom de för-

sta ryggradsdjuren, plötsligt började uppträda. I det grunda havet bildades också böljeslagsmärken på sandbotten vilka idag kan ses underifrån i gruvans tak.

”Mjuk” gnejs för kvarnstenar

Vid Lugnáshöjden har de översta 1–3 metrarna av gnejsen blivit något omvandlade till följd av kaolinvittring, vilket gör att bergarten här är lite mjukare och väl lämpad för framställning av kvarnstenar.

Vittringen här måste ha skett innan sanden avlagrades, och den kaolinvittrade gnejsen har därefter skyddats av de pålagrade sedimenten. Att Lugnáshöjden är förhållandevis litet beror på att det saknar det skyddande diabastäcke som många av de andra platåbergen i Västergötland har. Det innebär att det inte funnits något naturligt skydd mot vittring och erosion av bergets sedimentära bergarter och därför finns nu i stort sett bara det understa lagret, den kambrika sandstenen, kvar.



Industriminne

Den gamla gruvan är idag ett viktigt industriminne. Kring Lugnäsberget har kvarnstenar brutits sedan mitten av 1100-talet. Produktionen av kvarnstenar fortsatte fram till 1919 och runt Lugnäsberget finns sammanlagt över 600 dagbrott och 55 gruvor.



◀◀ Motstående sida: väggarna i gruvan utgörs av sandstenslager. De ligger ovanpå den vittrade gnejsen, där kvarnstenarna bröts. Kontakten mellan sandsten och gnejs ligger ungefär i golvhöjd. Foto: Tor-Gunnar Beiron.



1. Besökare och guide på väg in gruvan. Foto: Jens Lundgren
2. I gruvans tak kan man se förstenade "ögonblicksbilder" i form av böljeslagsmärken som bildades i ett grunt hav för 500 miljoner år sedan. Foto: Jens Lundgren
3. Här ser vi kontakten mellan gnejs, strax över den utbrutna delen, och sandsten. Närmast gnejsen ligger ett tunt lager av grövre sediment, konglomerat. De var de första sedimenten som avsattes i det allt djupare hav som kom att täcka den nederoderade urbergsytan under lång tid framöver. Foto: Jens Lundgren
4. En trilobit grävde ner sig i sanden. Här ser vi bottenytan underifrån. Foto: Luiz Silva

Fakta om Minnesfjället

- Vad: Kvarnstensgruvan Minnesfjället, en visningsgruva vid foten av Lugnäsberget. Anläggningen kring gruvan ägs och drivs av den ideella föreningen Qvarnstensgruvan Minnesfjället. Lugnäsberget ingår i Unesco Biosfärsområde Vänerskärgrården med Kinnekulle.
- Var: 1,3 mil sydväst om Mariestad.
- Koordinater: Sweref 6499349, 426604
- Tillgänglighet: Det går att åka bil i

princip ända fram till gruvan.

- Extra: Den ideella föreningen arbetar för att införliva geologiska skyddsvärden i Biosfärsområdet. 2011 invigdes Lugnäs Geologiska Vandring, en skyltad led som berättar om regionens geologi. 2012 fick Kvarnstensgruvan Minnesfjället utmärkelserna Årets arbetslivsmuseum och Geologiskt Arv 2012.

Qvarnstensgruvan Minnesfjället utsågs till Geologiskt Arv 2012

Ur juryns motivering:

"Kontakten mellan det gamla djupvitrade kristallina urberget och pålagrade yngre sedimentära bergarter är en spektakulär gräns i svensk berggrund. Qvarnstensgruvan Minnesfjället erbjuder en fantasieggande koppling mellan geologi, kulturhistoria och ekologi."

Horns udde

– miljöförändringar
i en svunnen tid

Hur en enda typ av organism kunde täcka en hel kontinent framstår fortfarande som ett mysterium. I dag syns denna extrema monokultur som en färgsprakande horisont i den annars så enfärgade öländska kalkstenen.



I den enfärgade öländska kalkstenen kan man se två färggranna horisonter som är namngivna av lokala stenhuggare, Blommiga bladet och Blodläget. Vid Horns udde syns dessa tydligt i den branta kustlinjen, den så kallade Baltiska klinten, en erosionsbrant som sträcker sig i en lång båge av branta klippor längs Ölands västra kust, under Östersjöns yta, och ända till sjön Ladoga i Ryssland.

Blommiga blad är havsbottenyta

Blommiga bladet är en fossil hård havsbottenyta som man kan följa över hela den gamla kontinenten Baltica, från Dalarna till Polen och från Västergötland till Ryssland. Den skiftar i starka avvikande gula, gröna och lila färger, som den fått av olika mineral, främst goethit, glaukonit och hematit.

Blommiga bladet bildades för cirka 480 miljoner år sedan. Här finns spår efter gångar och hålor som djur har gjort i den dåtida hårda havsbottenytan. De

finns så tätt ihop att hela ytan verkar ha varit nästan täckt av dem. Att en enda organism var dominerande över ett så stort område är ett tecken på en stor ekologisk förändring i det ordoviciska grundhavet.

Blodläget

Som man kan gissa av namnet är Blodläget en mörkt rödfärgad del av kalkstenen. Gamla historier berättar att det är förstenat blod från en strid mellan älvorna på alvaret och de troll som levde i berget.

I Kina finns det en motsvarighet till Blodläget, ett bevis för att sedimentationen under den här tiden var liknande på flera av dåtidens kontinenter.

Öland berggrunds byggdes upp under 40 miljoner år

Den öländska berggrunden bildades under kambrium och början av ordovicium och spänner över 40 miljoner år. Uppskattningar har visat att kalkstenen växte till med ca 1 mm per tusen år.

◀ Blommiga bladet är en horisont full med grävspår efter okända djur.

Foto: Mikael Calner.

Ett nedrasat parti av klinten, som utsätts för ständig erosion genom havets nedbrytande krafter.

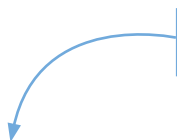
Foto: Linda Wickström. ▶

Fakta om Horns udde

- Vad: En bergklint längs Ölands västra kust, ingår i Horns Kungsgårds naturreservat.
- Var: 4 mil nordnordost om Borgholm, Öland.
- Koordinater: Sweref 6341729, 615947
- Tillgänglighet: Väg 136 fram till Löt-torp, sedan mindre vägar ända fram till kustklinten. En kort promenad och viss klättring ned till stranden.
- Extra: Den 23 maj 2012 invigdes Sveriges första geopark, "GeoPark Öland".



Under ordovicium låg Sverige på södra halvklotet och rörde sig sakta norrut, allt medan kalkslam med skal från bland andra bläckfiskar och trilobiter sjönk till botten och så småningom bildade kalksten, den bergart som dominerar det speciella öländska landskapet.



För att hitta Blommiga bladet kan du utgå från den grå randen i kalkstenen. Blommiga bladet finns precis ovanför och ses i bilden till vänster som små droppformade strukturer.

Foton: Linda Wickström

Skäralid

– ett skånskt Grand Canyon

Än idag sker jordbävningar i Skåne, men de är ingenting jämfört med vad som utspelade sig här för runt åttio miljoner år sedan – väldiga berggrundsblock trycktes upp för att senare spricka sönder och forma dramatiskt branta dalgångar.



För 300 miljoner år sedan började Skåne förändras i grunden. Enorma krafter i jordskorpan skapade långa förkastningar. När superkontinenten Pangea bröts upp för 250–205 miljoner år sedan förtydligades förkastningszonen ytterligare.

En av de största deformationszonerna i Europa

Området går under namnet Tornquistzonen och kan följas från Svarta havet till Nordsjön. Det är en av de största geologiska deformationszonerna i norra Europa och utgör en del av gränsen mellan den nordliga Baltiska skölden, bestående av urberg, och det av sedimentära bergarter dominerade centrala Europa.

I Skåne har Tornquistzonen en nordväst-sydöstlig riktning, och i och med denna förkastningszon tar det karaktäristiska svenska landskapet slut och övergår i det mer typiska danska och resten av kontinenten i sydväst.

Jordbävningar!

Än i dag sker jordbävningar här men som kraftigast var de när Alperna började bildats för 75–85 miljoner år sedan. Spänningarna i berggrunden gjorde att delar av berget trycktes upp eller sjönk ner. Ett exempel är Söderåsen som är ett upptryckt berggrundsblock, en så kallad horst, dominerat av gnejser och amfiboliter.

Sprickor, kanjons och basaltkupper

Spänningar i horsten har fått berget att spricka – kanske redan när den bildades – och årmiljoner av vittring och erosion har skapat det nätverk av djupa dalgångar, kanjoner, vi ser idag.

Den största heter Skäralid och är upp emot 100 meter djup och har branta sidor som till stor del täcks av talus, erosionsmaterial från berget. De väldiga rasbranterna är resultatet av att de från början lodräta klipporna utsatts för frostspräng-





Tornquistzonen är en av de största geologiska deformationszonerna i norra Europa. I Sverige löper den diagonalt över Skåne från nordväst till sydost. Den har uppkommit genom kontinentalplattornas rörelser. Skillnader i tektoniska rörelser mellan plattorna skapar spänningar och mer eller mindre kraftiga jordskalv utlöses regelbundet längs Tornquistzonen. De svarta taggiga strecken motsvarar förkastningszoner, de röda ytorna sedimentära bergarter och grått urberg.

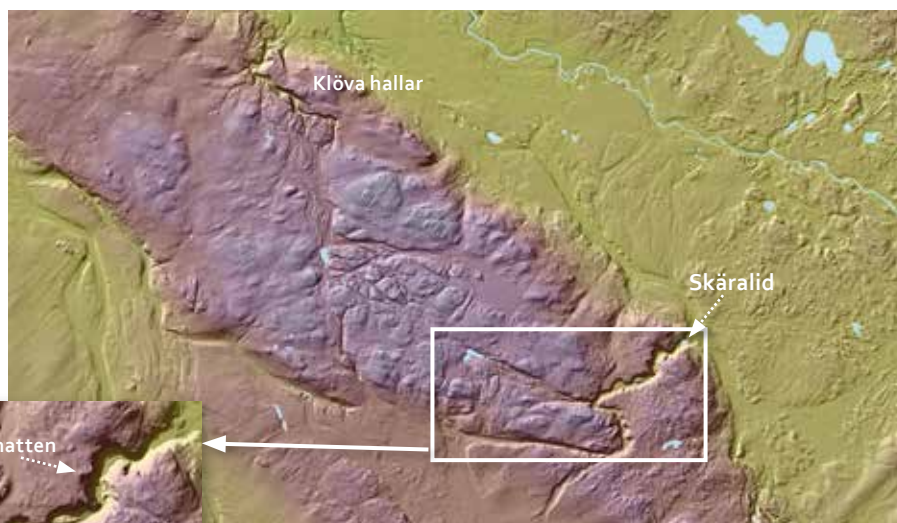
◀ Utsikt genom kanjonen mot slättlandet nedanför Söderåsen. Foto: Magnus Persson.

Fakta om Skärалid

- Vad: En kanjon i horsten Söderåsen. Nationalpark.
- Var: 4 mil öster om Helsingborg.
- Koordinater: Sweref 6211325, 390226, utsiktspunkten Kopparhatten.
- Tillgänglighet: Lättillgängligt med bil till parkeringsplats, därifrån vandringsleder. Skåneleden passerar utefter kanjonen.
- Extra: I maj 2012 invigdes en ny utställning i nationalparkens naturum med utökad och uppdaterad satsning på bland annat Söderåsens geologi. Till utställningen har en mobilapplikation tagits fram som ska vägleda besökare till olika platser i naturen. En annan av Söderåsens stora kanjoner, Klöva hallar – också med höga geologiska värden – är aktuell som ett nytt naturreservat på Söderåsen.

ning som främst ägt rum under ett mycket kallare klimat än nu, men processerna är aktiva än idag. Särskilt spännande är de skålformade erosionsnischer som förmodligen innehållit snödrivor och små glaciärer – och som bevarats trots senare erosion av inlandsis.

Det finns en stor mängd geologiska sevärdheter vid Söderåsen, som unika basaltkupper som visar på forntida vulkanisk aktivitet i Skandinavien.



▲ Söderåsen består av ett upptryckt berggrundsblock av urberg, en horst. Här ser du en stor del av Söderåsen (lila) med dess olika kanjonsystem.

◀ Detaljbild över Skärалids kanjonsystem.

Här har vi försökt placera in de olika besöksmålen i den geologiska tidsskalan. Givetvis blir det mycket ungefärligt och många av platserna har formats av flera olika processer under lång tid.

4 600 miljoner år sedan: solsystemet och vårt jordklot bildas.



Gränsen mellan Hadeikum och Arkeikum: För 4 000 miljoner år sedan bildas de första kända bergarterna.

Arkeikum (4 000–2 500 miljoner år sedan): Spår från de första kända organismerna, stromatoliter.

Proterozoikum (1 900 miljoner år sedan): Långbans och Nothamns malmrika berggrund bildas.

Kambrium (542–548 miljoner år sedan): Livet exploderar och en mångfald av organismer utvecklas. Det är också under denna period som Minnesfjällets sandsten med blivande fossil avsätts.

Ordovicium (488–444 miljoner år sedan): Döda djur bildar kalkavlagringar i ett tropiskt hav. Dessa sediment återfinns bland annat vid Horns udde och Styggforsen.

Silur (444–416 miljoner år sedan): Vår kontinent rockar med den nordamerikanska kontinenten. Stora bergsskivor staplas och skjuts åt öster (fjällkedjan och Kaisepakte).

Devon (415–359 miljoner år sedan): En stor meteorit slår ned för 377 miljoner sedan. Nedslaget ger upphov till Siljansringen och ställer bergslagen på ända (Styggforsen).

Perm (299–251 miljoner år sedan) och Trias (251–200 miljoner år sedan): Superkontinenten Pangea börjar spricka upp, något som bland annat resulterar i Tornquistzonen (Söderåsen).

Krita (145–65 miljoner år sedan): I slutet av Krita bildas Alperna. De tektoniska rörelserna utlöser kraftiga jordbävningar längs Tornquistzonen och Söderåsens horst bildas.

(Gränsen mellan Krita och Paleogen: För 65 miljoner år sedan dör de stora dinosaurierna ut!)

Paleogen (65–23 miljoner år sedan): Den nervittrade före detta fjällkedjan höjs igen och vår nuvarande fjällkedja bildas (Kaisepakte).

Kvartär (2,5–0 miljoner år sedan): För 15 000–10 000 år sedan smälter den senaste inlandsisen. Isens rörelser och smältvattnet bidrar till de landskapsformer som präglar Mjällåns dalgång, Gröntjärn, Styggforsen, Hindens udde och Söderåsen.

Geologiskt Arv!

Geologi kan vara trolsk, mytomspunnen, spår av liv, en berättelse, vulkaner, meteoriter, kontinentalkrockar ...

Följ med på vår guide till tio speciella platser i Sverige, var och en med sin geologiska berättelse. De är en del av vårt geologiska arv. Tillsammans berättar de om den geologiska utveckling som lett till att Sverige ser ut som idag, med så skiftande miljöer som fjällkedjan i norr, det mineralrika Bergslagen, de mellansvenska ändmoränerna och Skånes horstlandskap i söder.

Mer om geologi i Sverige och hur geologisk information och geologisk kunskap kan användas hittar du på vår webbplats: www.sgu.se.

Geologi direkt i din mobil!

Geologiskt Arv ger dig ett smakprov på geologiska sevärdheter i Sverige. Vill du hitta flera besöksvärda platser ska du ladda ned appen GeoTreat. GeoTreat är ett samarbetsprojekt mellan fyra nordiska länder – Sverige, Norge, Danmark och Finland. Syftet är att du via en mobilapplikation ska kunna hitta geologiska sevärdheter direkt i din mobiltelefon, antingen hemma eller på plats i naturen. Vi fyller kontinuerligt på med fler geologiska besöksmål och tar gärna emot tips! Än så länge finns GeoTreat enbart för android.



GeoTreat



Kvarnstensgruvan Minnesfjället fick utmärkelsen Geologiskt Arv 2012. Här är en grupp besökare på väg in i gruvan, där man kan se en havsbotten underifrån, fossil och mycket mer.



SGU

Sveriges geologiska undersökning

**VÄRLDSKLASS
UPPSALA!**

Adress : Box 670, 751 28 Uppsala

Telefon: 018-17 90 00, sgu@sgu.se

SGU på Internet: www.sgu.se, www.youtube.com/user/sgusweden,

www.facebook.com/sgu.sverige, www.flickr.com/photos/geologicalsurveyofsweden

* Världsklass Uppsala har varit med och instiftat tävlingen Geologiskt Arv.