

SGU

Sveriges geologiska undersökning

Berättelser om Jorden

Vårt geologiska arv bjuder
på många upplevelser.
Sverige är fullt av
spännande och värdefulla
naturformationer!



Foto: Rolf Äng

Besöksvärda platser

Bilden ovan visar vinnaren i Geologiskt Arv 2014, Bjurälvens karstlandskap. På de följande sidorna kan du läsa mer om Bjurälven och de andra platserna som deltagit i tävlingen. Tips om ytterligare besöksvärda platser finns i vår information om Geologiskt Arv 2012. Mer information på www.sgu.se

Båda broschyrerna (Geologiskt Arv 2012 respektive 2014) beställs från SGUs kundtjänst: kundservice@sgu.se och 018-17 90 00.

Med den här broschyren vill vi visa smakprov på den enorma spännvidd och variation som Sveriges geologi uppvisar. Framför allt vill vi få fler att upptäcka tjusningen med att förstå hur vår del av jordskorpan och landskapet har bildats, hur det fortsätter att omformas, och hur livets utveckling har styrts av de geologiska miljöerna. Starka kopplingar finns mellan geologi och landskap, växter och djur, kulturhistoria och samhället idag.

Vårt geologiska arv och Geologiskt arv 2014

De platser som berättar om betydelsefulla delar av vår geologiska historia utgör vårt geologiska arv. År 2014 bjöd vi in till tävlingen Geologiskt Arv för andra

gången. Tio kandidater från hela Sverige valdes ut bland många förslag och kämpade om att bli årets geologiska arv. Många av kandidaterna är välkända turistmål, andra är okända för den bredare allmänheten. Alla har det gemensamt att de har något viktigt att berätta om varför Sverige ser ut som det gör.

Besöksmål med en geologisk berättelse

Det här är en första introduktion till tio fantastiska platser, där det finns mycket mer att upptäcka än vad som ryms på dessa sidor.

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

Geologiskt Arv 2014 – från norr till söder



Juryns motivering för vinnaren av Geologiskt arv 2014, Bjurälvens karstlandskap:

”Från urtida sediment på en tropisk havsbotten till ett hopskjutet veck av kalksten i svenska fjällen. Detta är förutsättningen för nutidens spännande landskap i Bjurälvens dalgång, med en säregen naturmiljö och artrik flora.

Landskapets former upplevs ofta som statiska, som resultat av vad som skett för länge sedan. I Bjurälvsdalen kan vattnets nötande kraft dramatiskt förändra landskapet när bärande tak av kalksten kollapsar och jordlagren följer med. Här är det möjligt för oss att både se och förstå landskapets pågående förändring. Bjurälven rinner omväxlande över och under jord och det kristallklara vattnet löser långsamt upp kalken och lämnar fascinerande vittringsformer. Bara fantasin sätter gränser för den utforskade värld som döljer sig på djupet.

Med sin kombination av kalksten, vatten, sand och dalgångens mikroklimat väcker Bjurälvens karstlandskap vår nyfikenhet. 2014 års geologiska arv är därför ett självklart besöksmål bland pärlorna i den svenska naturturismen.”

Vi vill rikta ett stort och varmt tack...

... till juryn, alla som har röstat, förslagsställare och alla som bidragit till texter och bilder.

Juryn har bestått av: Anna Hedenström, (SGU), Maria Ågren (Naturvårdsverket), Stefan Claesson (Naturhistoriska riksmuseet, Kungliga Vetenskapsakademien), Karin Högdahl (Uppsala universitet), Håkan Wirtén (Världsnaturfonden), Johanna MacTaggart (Biosfärsrådet), Vivi Vajda (Lunds universitet, Sveriges nationalkommitté för geologi), Peter Nygårds (Svenska Turistföreningen), Mark Johnson (Geologiska föreningen), Per Ahl (SveMin), Leif Gren (Riksantikvarieämbetet).

Lansjärvförkastningen

– när isen smälte och Jorden skakade



Foto: Robert Lagerbäck

I Lansjärv skakades marken av en våldsam jordbävning så sent som för bara 10 000 år sedan.

I norra Skandinavien kan man på flera platser se långa förkastningshak, dvs. nivåskillnader i terrängen. Dessa skär igenom de istida avlagringarna av bland annat morän, vilket också visar att de är yngre än moränen.

Förvånansvärt unga förkastningar!

Vår del av världen är idag en lugn plats utan större jordskalv. Det väckte därför stor förvåning när man på 1970-talet upptäckte att dessa förkastningar har skett så nyligen som för 10 000 år sedan, när den senaste inlandsisen smälte bort från norra Sverige.

Isen gav upphov till starka spänningar

För mer än 10 000 år sedan täcktes norra Sverige av en inlandsis. Trycket gjorde att starka spänningar byggdes upp i jordskorpan. När isen sedan smälte bort utlöstes spänningarna i form av jordskalv; jordskorpan sprack och berggrunden försköts utmed dessa sprickor så att det bildades skarpa hak i berggrundsytan och de

ovanpåliggande jordlagren. Skalven hade en magnitud på 7 till 8 på Richterskalan och var därmed lika stora eller till och med större än många av de skalv som nuförtiden raserar städer på andra håll i världen.

Utlöste tsunamis

När isen drog sig tillbaka låg delar av norra Sverige, som tryckts ned av inlandsisens tyngd, under havsytan. Några av förkastningarna bildades under havsytan och som ett resultat höjdes havsbotten mycket snabbt och stora volymer vatten trängdes undan. Detta skapade tsunamivågor som vällde in över den forntida Bottenvikens stränder.

En av flera förkastningar

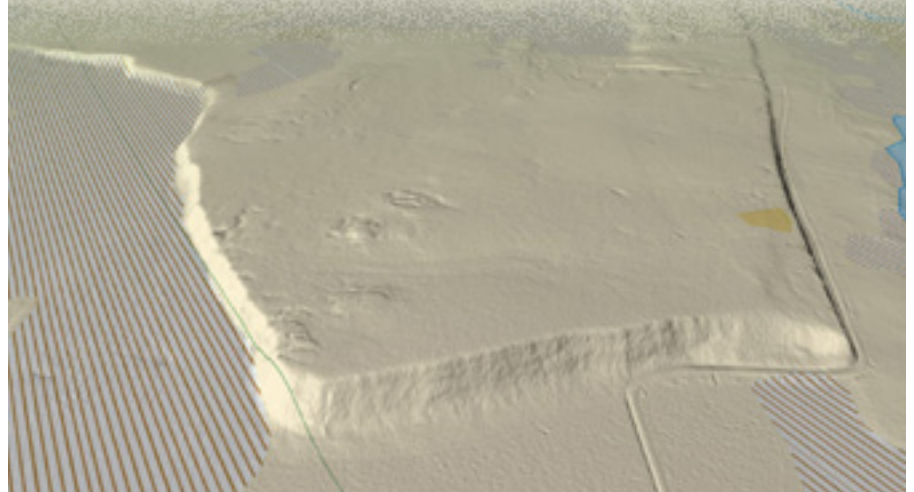
Lansjärvförkastningen är ett exempel på dessa unga förkastningar som har upptäckts i norra Sverige. Den totala längden är cirka 50 kilometer och förkastningen består av flera delförkastningar. En sevärd del är Risträskkølen, som dessutom är förhållandevis lättillgänglig.



Den röda linjen visar Lansjärvförkastningen. Den blå färgen visar vilka delar av landet som täcktes av hav när förkastningen utlöstes. I förkastningens omgivning finns en mängd jordskred som utlöstes samtidigt (mörkblå linjer).



Riskträskkølen, den mest anmärkningsvärda delen av Lansjärvsförkastningen, är en närmare 25 meter hög brant. Det är ovanligt att en förkastning som har bildats vid ett enda tillfälle får en sådan höjd. Här kan man livligt föreställa sig hur berggrunden plötsligt reste sig. (Terrängmodell från Lantmäteriets nationella höjddatabas. Bruna streck markerar våtmark.)



Jordbävningar och jordskred

Jordbävningarna för 10 000 år sedan utlöste också hundratals jordskred i förkastningarnas omgivning. Ett lättillgängligt jordskredsärr finns vid Elmaberget, drygt 20 kilometer norr om Lansjärv. Här har ungefär en halv miljon kubikmeter morän gett sig iväg utför den flacka sluttningen.

Kan det hända igen?

Förkastningsrörelserna har vanligtvis följt gamla, vittrade svaghetszoner i berggrunden. Det finns dock inte något som tyder på att liknande förkastningsrörelser har inträffat i dessa zoner i samband med tidigare istider och isavsmältningar.

De starka spänningar som rådde i berggrunden vid den senaste istidens slut försvann till stor del som en följd av förkastningsrörelserna för 10 000 år sedan, och inga nya spänningar har byggts upp.

Lansjärvförkastningen löper diagonalt över bilden som ett delvis vitt band, delvis mörkgrått, tvärs över långsträckta moränformer i nordväst-sydöstlig riktning (drumlinsering). (Terrängmodell från Lantmäteriet. Sjöar med blå färg. Vägen mellan Lansjärv och Risträskkølen ses i mörkgrått.)



Bjurälvens karstlandskap – bland slukhål, grottor och sifoner



Foto: Rolf Ång

I nordligaste Jämtland leker Bjurälven kurrägömma och rinner omväxlande ovan och under jord, störtar ner genom slukhål och bubblar upp i sifoner.



Bjurälvsdalen visar upp ett föränderligt och spännande landskap med grottor, vackra dalgångar och trolska sjöar.

Kalk, vatten och sand i samverkan
Bjurälven rinner i drygt tre kilometer genom ett smalt kalkstensstråk. Det är vattnets påverkan på kalkstenen som, tillsammans med mäktiga avlagringar av sand, har skapat detta märkliga landskap. Sanden avsattes av den senaste inlandsisens smältvattenströmmar när de rann genom Bjurälvens dalgång.

Kolsyra vittrar kalkstenen

Kalksten skiljer sig från de flesta bergarter genom att den lätt påverkas av kemisk vittring. När koldioxid i luften löser sig i vatten bildas kolsyra. Kolsyran löser upp kalkstenen så att sprickor och hålrum bildas – kartsvittring.

Kolsyran är svag, men om vittringen pågår under lång tid skapas fascinerande former. Hålrummen kan bli till stora

grottor, och där vattnet flyter fram bildas tunnlar. Till slut kan ovanjordiska vattendrag slukas helt av underjorden.

Ibland är kalklagret mycket tunt eller obefintligt. Det berg som finns under kalkstenen vittrar inte på samma sätt som kalkstenen, och på de ställena tvingas vattendraget upp till ytan igen.

Hela landskapet förändras

När kalkstenen löses upp nära markytan kan det tunna kalktaket kollapsa och störta ned i underliggande hålrum. De jordlager som täcker bergytan följer med ned. En del av det instörtade materialet transporteras vidare genom Bjurälvens underjordiska lopp.

Jordtrattar (doliner)

Hålrummen som bildas kallas för jordtrattar eller doliner. Deras utseende beror på sammansättningen och måktigheten av de jordlager som överlagrar kalkberggrunden.



Berg som upplevt kontinentkrock

Bjurälvens karstlandskap ligger i en stor veckbildning av kalksten (lila). Bergarten bildades i havet för cirka 400 miljoner år sedan. Den har sedan dess pressats ihop och veckats när två kontinenter krockade och sköt upp hela berggrundssjok av dåtidens havsbotten på vår sida. Inom detta kalkveck återfinns både Bjurälvens karstlandskap och Korallgrottan.

På flera platser i Bjurälvsdalen består jordlagren av isälvssand och här finner man jättelika doliner. Med tiden kommer hela karstlandskapet att rasa samman och sanden föras med Bjurälven ner till sjön Leipikvattnet.

Kalkstenen här består av nästan ren kalk: kalciumkarbonat. Färgen varierar mellan vit och blågrå. Ibland är stenen randad och vackert fasettmönstrad. ▲▲

Mjukt skulpterade skålförmer och grytor har bildats av det strömmande vattnet i kombination med karstvittring. ▲

De geologiska förutsättningarna skapar här ett landskap under ständig förändring, en särpräglad naturmiljö med en frodig och artrik växtlighet. ▼

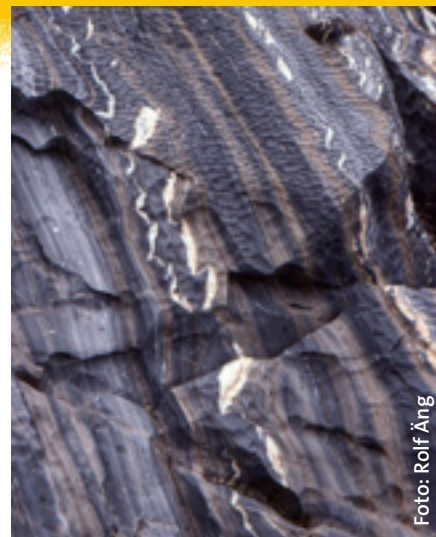


Foto: Rolf Äng



Foto: Rolf Äng

Växlande vattenflöde!

Bjurälvens vattenföring växlar starkt under året. Vid högvatten är älvens överjordiska lopp nästan 3 kilometer, men vid lågvatten bara 600 meter. Då passar det särskilt bra att vandra i den torra älvfåran och titta på den blottade kalkstenen. Det är också lättast att ta sig fram i vattenfåran då.



Foto: Rolf Äng

Härnökusten

– fantasieggande former
frammejslade av havet



Foto: Lennart Vessberg

Vid den höga kusten i Ångermanland har havets vågor mejslat ut spektakulära former i berget.



Längs den branta kusten i Ångermanland är kustlandet högre, mer kuperat och omväxlande än de flesta andra kuster i Sverige. Höga berg med ibland respekt- ingivande branta stup möter skog, åkrar, sjöar och, inte minst, havet med dess starka bränningar.

Den här delen av Skandinavien var den allra mest nedtryckta av inlandsisens tyngd. Därför är också landhöjningen snabbast och störst här.

Efter den senaste istiden låg stora delar av området under havsytan. Därför kan man inom en ganska smal zon mellan nuvarande strandnivå till högt upp på sluttningarna se strandvallar, klapperstensfält, och olika grottbildningar.

Havsvågornas bergsskulpturer

På Härnös utsida finns flera storslagna och mycket vackert utformade strandgrottor, tätt samlade och förhållandevis lättillgängliga. Här finns också en mängd andra spektakulära bildningar som hör till

landhöjningen och havsvågornas verkan: något så ovanligt som raukar i urberg, sex meter djupa jättegrytor och en mängd mindre slipningsformer som till exempel strandgrytor.

Med andra ord: Härnön bjuder in till äventyr och upplevelser och till att studera de geologiska processerna.

Tunnelformade strandgrottor

Bland det mest spektakulära längs med Härnökusten är de tunnelformade strandgrottorna, så kallade tunnelgrottor.

En sådan grotta har en lökformad tvärprofil och är från början utmejslad från en spricka i berget. Tunnelgrottan är en speciell typ av strandgrotta som endast finns beskriven i Skandinavien.

Hittills är drygt 60 tunnelgrottor kända i Sverige. Nästan hälften av dem finns utmed den nuvarande branta kuststräckan mellan Härnösand och Umeå samt utmed den forna kustremsan längre inåt landet.



Foto: Lennart Vessberg



Foto: Kajsa Bovin



Foto: Kajsa Bovin

På Härnön finns en mängd fantasieggande geologiska formationer. Jättegrytor, raukar i urberg och andra bevis på hur landhöjning och hav har påverkat berget.

Lökgrottan på Härnön

På Härnön finns ett antal stora och vackra tunnelgrottor. Den vackraste och mest regelbundet formade är den 15 meter långa Lökgrottan. Grottans lökform och jämnt slipade väggar är typisk för tunnelgrottor.

Längst in i grottan kan man se den några centimeter breda spricka ur vilken grottan en gång är bildad.

Lökgrottan är fortfarande under utveckling. Stormiga dagar kastar sig vågorna in i hålan och virvlar runt grus och småsten som både holkar ur och slipar berget – den geologiska processen fortgår.

Tips! I Smitingen Härnöklubb, naturreservat finns Grottstigen och Geologistigen som leder fram till de största geologiska sevärdheterna i området.

Hur bildas en tunnelgrotta?

Strandgrottorna börjar utvecklas redan en bit under vattenytan, så långt ned som vågornas energi verkar.

Den snabba landhöjningen har därför stor betydelse för under hur lång tid en grotta utvecklas. Andra viktiga faktorer som spelar in är vågornas storlek och hur de slår in mot kustlinjen samt berggrundens egenskaper. Sprickor och svaghetszoner i berget längs med en brant kust är särskilt utsatt för kraften hos havets vågor och bränningar.

”Vid bergens fot är i vattenbrynet slingrande rännor eller sprickor, underbart danade av naturen, i vilka genom virvlarnas in- och utströmmande alstras ett fruktansvärt ljud såsom av en underjordisk åska.”

Olaus Magnus år 1555

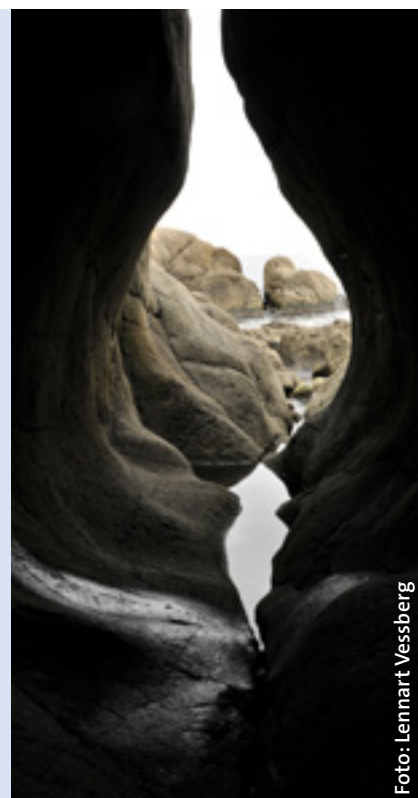


Foto: Lennart Vessberg

Morafältet

– föränderliga älvfåror och fossila dyner



Foto: Helena Alexandersson

Ett av landets största isranddeltan har bildats där Österdalälven idag mynnar ut i Siljansringen, väster om Mora.



Vind och vatten har skapat och omformat det som idag är känt som Morafältet. I området finns en mängd former som visar landskapets utveckling från istiden och fram till våra dagar.

Fältet är sammansatt av flera olika sandavlagringar. Två generationer älvar har från istid till nutid satt sina spår i landskapet.

Inlandsisen smälter

När inlandsisen smälte för 10 000 år sedan mynnade isälvar ut i norra delen av Siljansområdet, som då var en havsvik. Enorma mängder sten, grus och sand fördes med smältvattnet. Materialet avsattes som stora deltan där älvarna mynnade ut i havsviken och det forsande vattnet tappade fart.

Siljansformens ringformade meteoritkrater har styrt formen på havsviken och var älvarna har mynnat ut, och därmed också deltanas placering.

Isälven

Det största deltat bildades strax väster om Mora, av den isälv som rann i Österdalälvens nuvarande dalgång. Strax utanför älvdalens trånga fåra avsattes det grövre materialet. De dödisgropar som finns här idag är spår efter numera bortsmälta isberg. Isbergen följde med smältvattenflödet, strandade och begrävdes i isälvens sediment. Kvar är bara gropen.

Längre ut sedimenterade enorma mängder av sand som till slut nådde vattenytan i form av ett solfjäderformat delta. Området är ett av de största isranddeltana i Sverige. När de väldiga mängderna smältvatten från inlandsisen avtog, minskade isälvens flöde. Idag rinner Österdalälven genom området.

Vindar formar landskapet

Efter istiden börjar landet höja sig; en höjning som pågår än idag. Nu torrläggas deltat och sanden på deltat utsätts för kraftiga vindar. Under en period av torrt

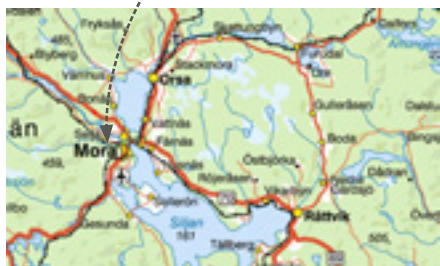




Foto: Agneta V



▲ I en stor tåkt vid Bonäsheden kan du se hur en flygsanddyn som vandrat fram över Morafältet ser ut i genomskärning.

◀ **Ett nutida delta:** Det finns även ett nutida mindre delta vid Alderängarna och Åmänget, som till skillnad från isälvens sanddelta utgörs av sten och grus. Ett nätverk av vattenfåror och våtmarker präglar området och har skapat förutsättningar för den värdefulla floran och faunan här.

Inte långt ifrån deltat vid Alderängarna reser sig ett par markanta, höga och smala erosionsrester av isälvsdeltat. Från dessa kan man se ut över Österdalälvens storslagna fåra.

◀◀ Flygsanddyn (vänster sida).

och kallt klimat drivs sanden ihop av vindarna till ett böljande landskap av långsträckta dyner som finns kvar än idag. Vissa av dem är tjugofem meter höga.

I den karga och magra naturmiljön växer idag en gles och lavrik hedtallskog. Vegetationen binder sanden så att vinden inte längre kan flytta den.

Österdalälven

De geologiska processerna pågår fortfarande. Idag rinner Österdalälven genom området. Landhöjning bidrar till att Österdalälven successivt skär sig ned, eroderar, genom de sandmassor som isälven avsatt.

På så sätt delas isälvsdeltat och dynfältet itu av ett lägre liggande älvplan. Österdalälven har här tillsammans med landhöjningen skapat terrasser, torrlagda älvfåror och mjukt bågformade erosionsbranter som gränsar mot det högre isälvsdeltat. Älven är dock numera reglerad och processerna har minskat i betydelse.



Billudden

– rullstensåsen som reser sig ur havet



Foto: Mikael Svensson

Där Uppsalaåsen möter Bottenhavet illustreras hur havet ständigt omformar kustlandskapet.

I det flacka uppländska landskapet var Uppsalaåsen en av de första landformerna som dök upp ur havet efter istidens slut.

Idag möter Uppsalaåsen havet strax öster om Dalälvens mynning. Runt den långa åsudden, Billudden, slår Östersjöns vågor in mot stranden. Där omformas själva rullstensåsen av vågorna och strömmarna. På samma sätt har havets krafter för tusentals år sedan påverkat åsen på platser, som idag ligger långt ovanför dagens strandnivå.

En lång och slingrande rygg i flackt landskap

Uppsalaåsen är en av Sveriges största rullstensåsar och höjer sig markant över omgivande landskap. Den börjar söder om Stockholm och kan följas 60 kilometer norr om Billudden ut på Östersjöns botten.

Åsen har byggts upp av sand, grus och sten. Materialet har transporterats av en stor isälv, som rann i en tunnel under den senaste inlandsisen.

När inlandsisen försvann var fortfarande hela Uppland täckt av vatten och isälvssedimenten låg kvar som en lång och slingrande rygg på Östersjöns botten.

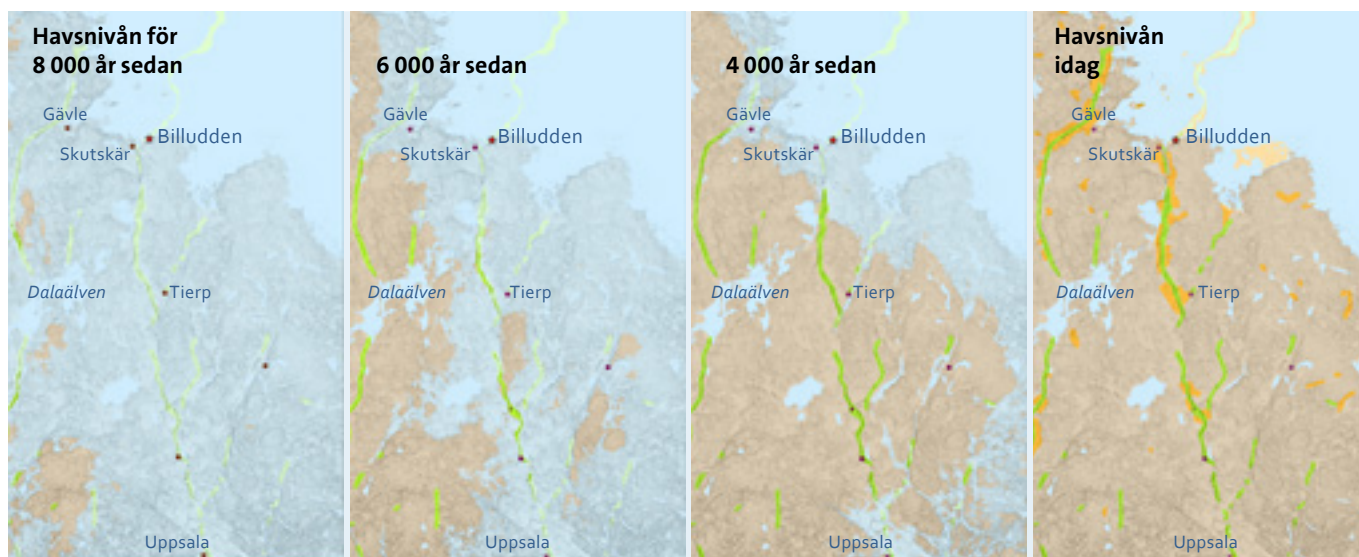
Landskapet förändras ...

För 8 000 år sedan steg åsens högsta toppar upp ur havet som små, ensamt belägna kobbar. Vågorna bearbetade åsen så våldsamt att krönen eroderades ner och försköts, och klapperstensfält bildades. Ett exempel är Viksta stentorg vid Uppsalaåsens högsta punkt (70 m.ö.h.).

Allteftersom åsen höjdes ur havet bildades trappstegsliknande serier av strandvallar i sluttningarna, där varje vall markerar en havsnivå. Genom svallningen frigjordes sand från åsen som avsattes som stora sandfält nedanför åsen, och som finns kvar än idag.

Invid Billudden finns en i jämförelse alldeles färsk bildning, Rullsand, som är en av Upplands längsta sandstränder och en populär badplats.





Berggrundsytan i norra Uppland är en flack rest av det subkambriska peneplanet. Den stora rullstensåsen (grönt) framträder mycket tydligt. Det flacka landskapet innebär att stora ytor land har torrlagts från havet på mycket kort tid. Viksta stentorg på åsens högsta punkt blev först att torrläggas för nästan 8 000 år sedan. Idag höjs landet med 70 cm på hundra år. Åsen haft stor betydelse för oss människor, och användningen har skiftat i kapp med landhöjningen och samhällsutvecklingen.

...och fortsätter att förändras

Vågorna kommer under lång tid framöver att fortsätta bearbeta nya delar av åsen allt eftersom landhöjningen fortskrider. De nya delarna kommer, precis som idag, koloniseras av pionjärväxter som havtorn.

Mitt emellan forntid och framtid

Tänk dig att du står längst ut på Billudden. Du känner vinden från havet och ser hur vågorna slår mot stranden. Inåt land finns Viksta stentorg som vittnar om var kusten låg för 8 000 år sedan. Här på Billudden pågår processerna fortfarande och om du blundar kan du fantisera hur det framtida landskapet kommer att se ut när åsen fortsätter att höja sig ur havet. Du står mitt emellan forntid och framtid.



Foto:Gunnel Ransed

Klapperstenen på Billudden utsätts för väder, vind och havets starka krafter.

Utö

– en vulkanbåges uppgång och fall



I Stockholms skärgård ses ännu spåren efter de geologiska processer som bildat berggrunden i stora delar av Bergslagen, och som gett upphov till dess malmer.



Utös berggrund är ovanligt rik på geologisk information och spännande mineral, och är därför en klassisk besöksplats för geologer.

Berggrunden här har genomgått många olika geologiska händelser och processer. I den tidigaste geologiska historien bildades en kedja vulkaner – en vulkanbåge – i havet, mognade och slocknade.

Välbevarade ursprungliga bergarter

Utö är speciellt, inte minst för att bergarternas ursprungliga bildningsstrukturer är ovanligt välbevarade trots senare perioder av geologisk omvandling och omformning.

Utö ingår i den geologiska regionen Bergslagen med en gemensam bildningshistoria. Andra delar av Bergslagen har dock påverkats mycket kraftigare av senare geologiska processer. Gränsen mellan kraftig påverkan och mer välbevarade bergarter ses vid Utö hamn.

Berghällarna skvallrar om vulkaner

På Utö är många spår bevarande av de processer som bildade de ursprungliga sedimenten och vulkaniska avlagringarna för runt 1 900 miljoner år sedan.

Berghällarna här berättar om uppkomsten av en vulkanisk öbåge, med samtida malmbildande system och senare metamorfos (omvandling), deformation och påföljande uppträngande av yngre granitiska smältor. Hela historien spänner över nära 100 miljoner år, och det är få platser där den är så tydlig, väl-exponerad och lättillgänglig som här.

Från djuphav till explosiv vulkanism

Bildningen av Utös bergarter börjar med sedimentation av lera och sand på havsbotten, på ganska stora djup. En första vulkanisk aktivitet och upphöjning av en del av havsbotten kan anas genom att mängden grusiga och steniga lager och små konglomerathorisonter i berggrunden ökar. Det är nu vulkanbågen bildas.



▲ Boudinage: den ursprungliga leran (mörkgrå), de sandiga lagren (ljusa ränder) och pegmatitgången (i mitten) har genom geologiska processer veckats, pressats ihop och dragits ut. Pegmatiten har då betett sig annorlunda än leran, och fått ett korvliknande utseende.

◀ Alternande sandiga (ljusare) och ursprungligen mera lerrika (mörkare) lager, med s.k. graderad skiktning, från de äldsta, ursprungligen sedimentära bergarterna blottade på sydöstra Utö.

Uppgrundningen fortsätter och vulkaniska börjar avsättas i vattnet. Nu bildas också heta askflöden, sannolikt genom att enorma, heta askplymer kollapsar i luften och faller ned. När vulkanbågen har mognat bildas kalkstenar på ganska grunt vatten. Kalkstenarna tillsammans med inlagrade askhorisonter är ett bevis på att vulkanisk aktivitet har pågått.

Metaller fälls ut och malm bildas

Det uppvärmda havsvattnet rör sig genom den nyligen avsatta ask- och sedimentpacken och lakar ur de metaller som finns i materialet. När vattnet kyls, fälls metallerna ut i form av mineral och bildar små ansamlingar av silverrika bly-zinkmalmer.

På 1100-talet började gruvbrytningen, främst av järnmalm, på Utö och pågick sedan under cirka 700 år.

En vandring genom historien

Om man korsar ön, från dess sydöstra sida kring Rävstavik och Nasknäsudd och

upp över öns centrala delar, via de gamla gruvorna, och avslutar på Persholmen, alldeles nära Gruvbryggan gör man en geologisk vandring som spänner över många miljoner år.

Pegmatiterna och den särpräglade mineralogin

Den sista storskaliga geologiska aktivitet man ser spår av på Utö är de ganska omfattande granitiska smältor. De trängde upp i berggrunden för omkring 1 800 miljoner år sedan och bildade pegmatiter – en bergart med mycket stora mineralkorn.

I dessa pegmatiter finns den stora mångfalden av mineral som Utö är känt för. Här har ett antal mineral har upptäckts, bland annat mineralet petalit i vilket man upptäckte grundämnet litium.

Än idag undersöks Utös gamla varphögar efter spännande och sällsynta mineral, och det sista nya mineralet från Utö är säkerligen inte hittat än!



Turmalin i pegmatit, Utö

Hunnebo klovor

– mjuka former som mejslats ut genom vittring



Foto: Mikael Calner

På stigar genom trånga pass berättas historien om hur det karaktäristiska bohuslänska landskapet fått sitt rutnät av sprickor och rundade former.

Vid Hunnebo klovor har vittringen nått djupt ner i bohusgraniten och skapat spektakulära former.

Här kan du vandra genom de trånga klyftorna med dess knotttriga och rundade block, som balanserar på stenpelare eller hänger över ditt huvud.

Platsen ger ett trolskt intryck där vattnet rinner längs med väggarna i klyftorna och ormbunkar växer på marken. Att följa stigen från vandrarhemmet i Hunnebostrand upp mot Hunnebo klovor är en resa genom områdets långa geologiska historia.

Bohusgraniten är faktiskt en av Sveriges yngsta graniter!

Ett rutnät av sprickor bildas

Under de följande årmiljonerna vittrar och eroderar bergskedjan ned till roten till en flack landyta, ett så kallat peneplan (se Nordkroken sidorna 20–21).

Trycket på bohusgraniten lättar. Graniten spricker då upp i både vertikala och horisontella sprickor: klov- och bankningsplan. Tillsammans bildar sprickorna ett regelbundet rutnät som kännetecknar Bohusläns landskap.

Yngsta graniten i Sverige

Historien vid Hunnebo klovor börjar med att berget, bohusgraniten, bildas för cirka 920 miljoner år sedan. Då låg vår kontinent på södra halvklotet.

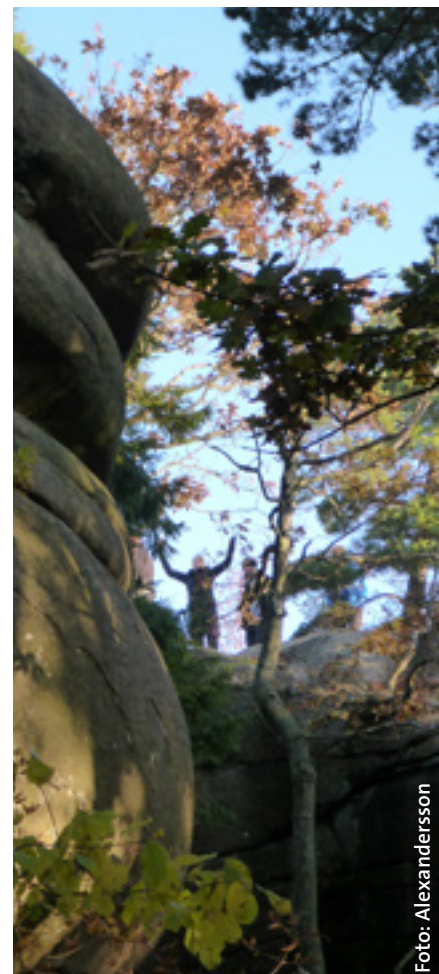
Det är plattetektoniken, dvs. de storskaliga rörelserna i jordskorpan, som har gett upphov till bohusgraniten. Detta har skett ungefär 10 kilometer under markytan i en bergskjedja av Himalayas storlek.

Berg blir jord

Kontinenten fortsätter sin vandring norrut och den flacka landytan täcks nu av hav och sediment.

Havet försvinner och sedimenten eroderar så småningom bort, och kontinenten fortsätter röra sig över jordklotet. Under den geologiska tidsåldern Jura, för omkring 200 miljoner år sedan, befinner sig dagens Hunnebostrand sig återigen på





tropiska breddgrader. Och nu har bohusgraniten kommit upp i dagen!

Det här är dinosauriernas tid. Klimatet är varmt och fuktigt, och vatten sipprar ner i sprickorna. Detta leder till att berget förändras. Kemisk vittring löser upp och ombildar bergartens mineral så att den hårda graniten omvandlades till löst grus och lera: vittringsjord. Omvandlingen är störst närmast markytan och i sprickorna, som vidgas mer och mer. Sprickorna fylls samtidigt med det vittrade materialet.

Klovorna blottas

Vittringsjorden blir liggande kvar i sprickorna under mer än 100 miljoner år för att sedan försvinna.

Under de senaste dryga två årmiljonerna har tryck och smältvatten från flera inlandsisar påverkat området. De har eroderat berget och smältvattnet har spolat ut vittringsmaterialet i Skagerack. Efter den senaste istiden för cirka 10 000 år sedan höjer sig landet ur havet. Nu svallar vågorna bort resten av materialet.

Kvar blir de trånga klyftorna, klovorna, de rundande, nästan kanelbulleformade kullarna skilda av vatten- eller lerfyllda dalar och branta klyftor.

Människorna och stenen

I Hunnebostrand har människor under lång tid levt och arbetat med stenen. I Stenhuggarmuseet visas hur man har använt den byggnadssten som de geologiska processerna har gett upphov till.

När du börjar din vandring vid vandrарhemmet i Hunnebostrand, kan du se hur vittringen under tidsperioden Jura satt sin prägel på de former vi än idag kan se i klovorna. Fortsätter du sedan uppåt genom de djupa klyftorna ser du hur bergets struktur ändras, knotrigheten försvinner, bergssidorna blir mjuka och slipade av inlandsisarna.

Skalbankarna i Uddevalla

– musslorna som fick Linné att undra

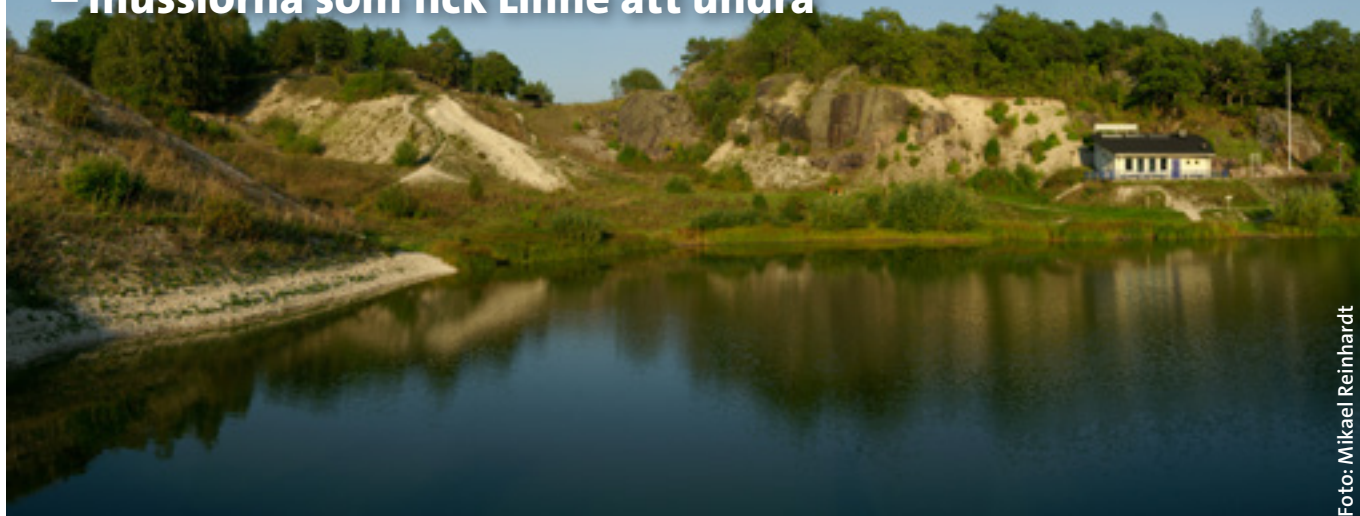


Foto: Mikael Reinhardt

I meter på meter ligger skal av sedan länge döda musslor och snäckor. De är bevis för landhöjningen och visar hur strandlinjen förskjutits genom årtusendena.



Under 1700-talet började man utforska hur havets strandnivå förändrats. Mycket av denna tidiga forskning är knuten till Sverige. Många stora vetenskapsmän var engagerade i frågeställningen.

En av nyckellokalerna var skalbanken vid Kuröd i Uddevalla som besöktes av alla vetenskapliga storheter, däribland Carl von Linné. Han tyckte att "skalbergen" skulle räknas som ett av Bohusläns största under eftersom de ligger så långt upp på land. Åsynen av så många snäck- och musselskal var så imponerande att det fick Linné att "undra om det så många liv levat i världen".

Bevis för att strandnivån förändras

Under 1800-talet undersöktes Kuröd av den skotske geologen Charles Lyell, betraktad som den moderna geologins fader. Skalbankarna vid Uddevalla är ett mycket iögonfallande bevis för att strandnivån ständigt är under förändring.

Smältvatten från inlandsisen

För 11 000 år sedan låg området delvis under havsnivån efter att inlandsisens tyngd tryckt ned jordskorpan. Smältvattnen från inlandsisen fyllde på dåtidens Östersjöbassäng och smältvattnet rann ut i havet via Vänerbassängen. Detta skedde genom två utlopp, det ena genom en fjord som idag är Göta älv och det andra genom ett sund som gick över Uddevalla.

Söta och salta strömmar

Just i detta sund strömmade utsötat vattnet ut i havet samtidigt som det bildades en motriktad havsström av näringsrikt bottenvattnet. Detta skapade exceptionella förhållanden för marina musslor och snäckor.

15 meter tjocka lager av musselskal!

Under några hundratals år levde enorma mängder musslor och snäckor på klippstupen. När djuren dog föll skalerna ner och la sig nedanför stupet. Allt eftersom

För 11 000 år sedan hade inlandsisen smält bort från södra Sverige, men landskapet var så nedtryckt av isens tyngd att havet svämmade över stora delar. Under en tid fanns två utlopp från dåtidens Östersjöbassäng ut till havet i väster. Ett av sunden fanns vid Uddevalla, där exceptionellt goda förhållanden uppstod för marina musslor och snäckor.



landet höjde sig spolade bränningar och strömmar samman de döda djurens skal nedanför bergsbranterna. På så sätt bildades här en utbredd skalbank med ett cirka 15 meter tjockt lager av skal. Idag ligger bankarna högt över havet eftersom landet rest sig igen.

Spår av isbjörn, val och ren

I skaljorden har man påträffat över 100 arter av musslor, snäckor och havstulpaner. Vanligast är stenmussla, blåmussla, jättehavstulpan och vindeltornsnäcka. Även skelettdelar av val, säl, isbjörn och vildren har påträffats i skalbankarna.

Exploateringen av bankarna

Skalmassorna användes förr till hönsfoder, jordförbättringsmedel och som fyllnadsmaterial vid vägbyggen. Exploateringen var så kraftig att stora delar av skalbankarna grävdes bort under 1800- och början av 1900-talet.

Nyttomaterial som idag är skyddat

Med tiden förstod man bankarnas unika vetenskapliga värden och idag är resterna skyddade som naturreservat. På de extremt kalkrika markerna växer mängder av blommor, och här finns också en av Sveriges viktigaste lokaler för fjärilar.

Skalbankarna i Uddevalla ugörs av lager på lager av musslor och andra döda djur.



Foto: Mikael Reinhardt

Nordkroken

– det subkambriska peneplanet



Vid Nordkroken finns Sveriges äldsta landskap. Det är en halv miljard år gammal helt plan markyta: det subkambriska peneplanet.

Vid Nordkroken finns en långgrund badplats med vacker utsikt över Vänern och det västgötska platåberget Halleberg. Denna märkvärdigt plana berggrundsytta berättar en mycket spännande historia!

Den välbevarade ytan kallas för det subkambriska peneplanet. Subkambrisk innebär att berget bildades före kambrisk tid, alltså för mer än 500 miljoner år sedan, och ordet peneplan betyder nästan plan.

Berget fanns här långt före platåbergen

Det exklusiva med Nordkroken är inte bara att bergytan är särskilt platt, utan att här finns bevis för att peneplanet bildats före kambrisk tid. Detta genom att de sedimentära bergarterna som bygger upp Halleberg, liksom de andra västgötska platåbergen, bildats under och efter kambrium och att dessa bergarter täcker peneplanet.

Hur kan berg bli så platt?

Peneplanet utgjorde en gång i tiden ett mycket vidsträckt slättområde. Att det blev till beror bland annat på att de plattekoniska processer, som skapar rörelser i jordskorpan, var mycket obetydliga i detta område under lång tid, kanske i 100 miljoner år. Under denna period dominerade vittringsprocesserna.

När berg nöts ner sker en kompenserande höjning av jordskorpan. Om vittringen sker så långsamt, som den har gjort här, kan den kompenserande höjningen upphöra och berget bilda en nästan totalt plan yta nära havsytans nivå.

En minst lika viktig komponent som vittringen är frånvaron av ett skyddande vegetationslager. Under den här tiden, för mer än 500 miljoner år sedan, fanns i princip inget liv alls på land.

Skyddad i årmiljoner

Strax efter att peneplanet hade bildats, täcktes det av havssediment. Dessa se-



En datorritad bild över Nordkroken: när man vet hur gammal den flacka berggytan är blir det nästan astronomiskt. Här kan man se resterna av en berggrundsytta som är mer än 500 miljoner år och som dessutom breddade ut sig hela Skandinavien som ett enda väldigt salsgolv.

diment har gett upphov till de bergarter som under årsmiljonerna legat som ett skydd över peneplanytan.

På vissa platser har de sedimentära bergarterna nöts bort och där har peneplanytan brutits ned genom erosion. Vid Halleberg har dock det skyddande täcket existerat till helt "nyligen" och därför är den mer än 500 miljoner år gamla markytan bevarad.

Inga nya peneplan bildas idag

Idag utvecklas inga peneplan. Att det funnits processer som omdanade världen och vars spår, trots att det var för 500 miljoner år sedan, fortfarande är så tydliga gör att det blir så spännande. Det är minnen från en annan tid då Jorden såg ut som en helt annan planet än den vi känner idag.

Vår äldsta landskapstyp

När det begav sig var peneplanytan mycket vidsträckt. Förmodligen sträckte

den sig över nästan hela Skandinavien och Finland. Senare har det gamla slättlandskapet på en del ställen brutits sönder av förkastningar, eller så har förnyad erosion frilagt peneplanytan och fortsatt skära ut nya dalar och slätter. I sådana områden är det kanske bara topparna som återstår som erosionsrester av det gamla peneplanet.

Nu finns bara mindre områden där täckande och därmed skyddande sedimentbergarter legat kvar till helt nyligen. Idag utgör peneplanet underlaget för slättlandskapen inom stora delar av mellersta och östra Sverige. Men bara på ett fåtal platser är det så extremt platt, välblottat och sevärt som vid Nordkroken.

Undantaget!

Om berggrunden någonstans varit ovanligt motståndskraftig kan små urbergsrester sticka upp, ett så kallat restberg. Ett sådant exempel är Blå Jungfrun, som du kan läsa mer om på sidorna 22–23.

Blå jungfrun

– det mytomspunna röda restberget



Foto: Linda Wickström

Blå Jungfruns granitkupol har stått emot vittring och erosion längre än de flesta andra berg.

Den märkligt uppstickande klippön Blå Jungfrun i Kalmarsund skiljer sig som landform från både Ölands och det intilliggande fastlandets flacka landskap. Ön har i alla tider varit ett riktmärke för sjöfarare och föremål för myter.

I klart väder ses den på långt håll som en blåskimrande siluett, ibland som en hägring över havsytan. Men på närmare håll ser du att de mjukt formade klippställarna är rödaktiga. Den röda färgen kommer av mineralet kalifältspat, som blir extra tydlig i den grovkorniga ”jungfrugraniten”.

Berget som aldrig lät sig brytas ned

Blå Jungfrun har en fascinerande geologisk historia som spänner enorma tidsrymder. Som landform tillhör den från början ett av ytterst få kvarlämnade restberg i en nästan fullständigt nederoderad och vidsträckt urbergsslätt, det subkambriska peneplanet som till exempel kan ses vid Nordkroken (sidan 20-21).

En urgammal kupol

Blå Jungfruns granitkupol stack upp redan i det kambriska havet för mer än 500 miljoner år sedan. Det vet vi eftersom det finns sprickor i berggrundsytan som är fyllda med sandsten. Sanden avsattes i det hav som då svämmade över urbergsslätten. Blå Jungfrun syntes ovanför havsytan ända tills havet blev allt djupare och hela restberget blev begravn i allt tjockare sedimentlager av sand, lera och kalk.

Sveriges svar på Uluru

Hela detta slättlandskap med pålagrade havssediment har senare höjts upp över havsnivån. Ännu en gång har området eroderats och Blå Jungfruns granitkupol frilagts. På botten runt ön finns fortfarande sandstenslager kvar på urbergsytan.

Blå Jungfrun jämförs ibland med Australiens heliga berg Uluru, mer känt som Ayers rock. Liknelsen haltar något, men båda bergen kan sägas utgöra ensliga restberg omgivna av slättlandskap. Bergen





Foto: Karin Grånäs



Foto: Hanna Wählen



Foto: Hanna Wählen

Från håll avtecknar sig ön som en gråblå siluett långt ute i havet, men i själva verket består Blå Jungfrun av röda, kala och ispolerade klippor av granit.

Strömvirvlar och vågor har rundat av formerna och skulpterat ut håligheter och jättegrytor. Den mest speciella formen, en tunnelformad grottbildning, förstördes i samband med den stenbrytning som skedde på ön i början av 1900-talet.

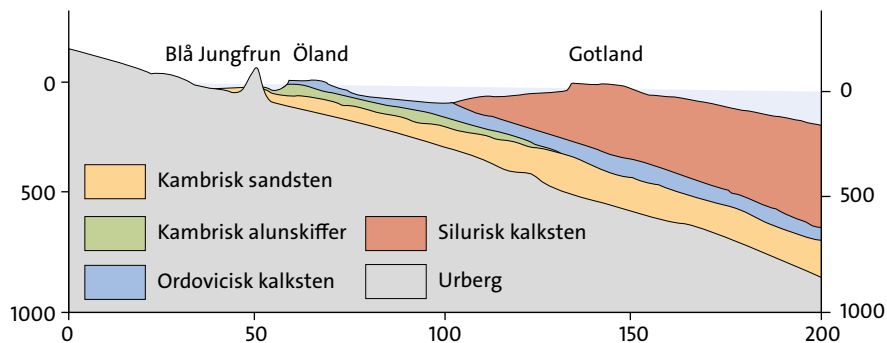
Längs stränderna finns vackert rundslipade klapperstenar. Du kan hitta kambriska sandstenar med lodräta grävspår efter numera utdöda maskdjur. Klapperstenar från tidigare strandnivåer finns högre upp på ön.

har dock väldigt olika åldrar. Restberget Blå Jungfrun fanns redan när sandkornen som byggde upp Uluru avsattes på en havsbotten.

Slipning, putsning och polering

Blå Jungfruns former har påverkats av flera inlandsisar. Spåren av dessa väldiga isars rörelser över berget består av rundhällar och isräfflor. Havets krafter har också haft en tydligt polerande och eroderande verkan.

Ön domineras helt av granithällar. Här finns nästan inga lösa jordlager. Dessa har förmodligen svallats bort allt eftersom ön höjdes ur havet efter den senaste istiden. Kvar blev en del spridda, stora kantiga moränblock som på några platser bidrar till att grottliknande håligheter uppstår.



En principskiss som visar lagerföljderna av de olika bergarterna i genomskärning. Här ser man tydligt hur Blå Jungfrun sticker upp som ett restberg. De äldsta bergarterna ligger underst.

Plats för mystiska väsen

Genom tiderna har många myter frodats kring Blå Jungfrun, som därför också bär flera namn. Några är till exempel Jungfrun, Blåkulla och Känningen. Farvattnen kring ön är ökänt svåra och man trodde att mystiska väsen rådde över väder och vind. Det finns flera myter om dessa väsen. En del säger att de bodde i öns största grotta, Jungfrukammaren. Sedan 1500-talet lär istället häxor ha farit hit på skärtorsdagen. Idag sägs det medföra otur att ta med sig en sten härifrån.

Geologiskt Arv!

Grottor, uråldriga landskap, landhöjning, spår av väldiga vulkaner och mytomspunna restberg.

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 och de berättar, på olika sätt, om den geologiska utveckling som lett till att Sverige ser ut som det gör idag.

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, Finland och Australien. Via appen får du tips om 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



◀ Bjurälvens karstlandskap fick utmärkelsen Geologiskt Arv 2014. Ur juryns motivering: "Med sin kombination av kalksten, vatten, sand och dalgångens mikroklimat väcker Bjurälvens karstlandskap vår nyfikenhet. 2014 års geologiska arv är därför ett självklart besöksmål bland pärlorna i den svenska naturturismen."

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.