








Fördjupning, presentation.



Landskapets geologiska utveckling

Fotografier: Dragos Alexandrescu, Patricia Rodas, där inte annat anges.

Nr	Bild	Text i bild	Speakermanus, innehåll
1		Världsarv i samverkan 63°N Höga Kusten Kvarkens skärgård Landskapets geologiska utveckling	
2		Högt möter lågt	Höga Kusten och Kvarkens skärgård, som ligger några timmars båtresa från varandra, utgör topografiskt varandras motsatser. Svenska sidan har höga berg och djupa vatten, finska sidan är flack och grund. Foto: Jukka Ojalainen, GTK (till höger).
3			Tillsammans bildar områdena en enastående geologisk helhet, där inlandsisens spår och de senaste årtusendenas landhöjning präglar både landskap och natur. Det är dessa faktorer som ligger till grund för världsarvsutnämningen år 2000 och 2006.
4			Båda områdena har täckts av samma inlandsis och har haft samma avsmältning och har nu samma landhöjning. Ändå är Höga Kusten och Kvarkens skärgård så olika. Förklaringen handlar snarare om olikheter i berggrundens utveckling och i jordartsformationer än om nedisningsperioder.



<p>5</p>		<p>Urgammalt Gråvacka</p>	<p>Sverige och Finland är en del av den Fennoskandiska, eller Baltiska, urbergsskölden.</p> <p>Berggrunden i världsarvsområdet bildades för mellan 1800 och 1900 miljoner år sedan i samband med den Svekofenniska bergskedjeveckningen. Berggrunden hör till de äldre på jorden. Den bildades mellan två stora vulkanområden i det hav, Bottniska bassängen, som låg i centrala Sverige med en fortsättning in i Finland på östra sidan Bottenhavet.</p> <p>Mäktiga sedimentavlagringar avsattes i havet, och omvandlades så småningom till bland annat gråvacka.</p> <p>Gråvacka är en grå, oren sandsten som består av sand med inslag av lera. (Gråvacka är en sedimentär bergart). Den har utpräglad skiktad lagerföljd med enskilda 1-5 cm tjocka lager.</p> <p>Gråvackor anses vara bildade på relativt djupt vatten längs en kontinentkant eller i en djuphavsgrav, genom att löst material rasat ned i stora skred från kontinentalhyllan. Gråvacka som pressats ner i jordskorpan har genom hög temperatur och stort tryck omvandlats till andra bergarter, till exempel gnejs och skiffer.</p>
<p>6</p>		<p>Vasagranit</p>	<p>Vasagranit hör till de grå graniterna Den började bildas för omkring 2000 miljoner år sedan då sand och gyttja avlagrades på havsbotten. I den Svekofenniska bergskedjeveckningen pressades sedimentbergarterna långt ner i jordskorpan där de under hetta och tryck omvandlades till nya bergarter; gnejs och granit.</p> <p>Urgranit, härnögranit och vasagranit har alla uppstått genom att de beskrivna sedimenten på havsbotten först hårdnat till sedimentbergarter och vid bergskedjeveckningen pressats kanske 15 km ner i jordskorpan. De har då först omvandlats till olika typer av gnejs, och sedan under allt högre tryck och temperatur börjat smälta. Ställvis har de smält helt och vid senare avkylning kristalliserat till granit (urgranit, härnögranit, vasagranit). Ställvis har de smält endast delvis och har kvar gnejsrester i varierande proportioner. En sådan blandbergart (det vill säga endast delvis smält bergart) i Österbotten kallas av forskarna för diatexit.</p>


7		<p>Vasagranit</p> <p>Östra Norrskär, Kvarkens skärgård</p>	<p>Vasagranit finns endast i Kvarkens skärgård. Bergarten har varit ett uppskattat byggnadsmaterial bland annat i många av Vasa stads byggnader.</p> <p>Foto: Pekka Sipilä, GTK.</p>
8		<p>Rapakivi Diabas</p>	<p>Senare bergartsbildningar har skett både i Höga Kusten och i Kvarkens skärgård då bland annat rapakivigranit, eller nordingrågranit som den också kallas, bildades för 1580 miljoner år sedan. Om vasagranit är "världsarvs-bergarten" i Kvarkens skärgård, så motsvaras den av nordingrågranit på Höga Kusten! Rapakvigraniten/nordingrågranitens röda färg kan ses på många ställen i Höga Kustens berggrund.</p> <p>Foto: Tomas Birkö.</p>
9		<p>Nordingrågranit</p> <p>Ulvön, Höga Kusten.</p>	<p>Rapakvigraniten/nordingrågraniten bildades genom att gamla graniter i den understa jordskorpan nära magman smälte och sedan trängde upp och stelade. Rapakivi är ett finskt ord och betyder "vittrad sten" eller "förvittrad granit" eftersom de olika mineralerna som den består av gör exponerad rapakivigranit lätt faller sönder – den vittrar till grus.</p> <p>Rapakivi är oftast grovkornig och har vanligtvis porfyrisk textur det vill säga har enskilda stora kristaller (strökorn) fördelade i en finkornig, ofta tät grundmassa.</p> <p>Foto: Anja Sundberg.</p>
10		<p>Sandsten</p>	<p>Jotnisk sandsten bildades för 1500–1200 miljoner år sedan. Under denna period eroderades den översta berggrunden i jordskorpan bort. Det finkorniga vittringsmaterialet (största delen av mineralerna i sandsten utgörs av kvarts och fältspat) avsattes sedan som floddeltan och omvandlades till grovkorniga rödaktiga och grå jotniska sandstenar med lager av mörkviolett lerskiffer. Sandstenen är rödaktig eller grå och ibland kan rippler ses på ytan. Rippler, eller böljeslagsmärken, är spår av vågornas rörelse.</p> <p>Foto: Peter Edén.</p>





<p>11</p>		<p>Sandsten Diabas Storön, Höga Kusten.</p>	<p>Sandstenen går i dagen i ett smalt stråk på Höga Kusten, som med avbrott kan följas från sydspetsen av Storön i söder till Trysunda i norr. I detta stråk växlar formationens skikt från några meter till maximalt 65 meter.</p> <p>På bilden ses skiktad (skivad) sandsten under ett lager av diabas vilket har bevarat sandstenen bra.</p> <p>För 1200 miljoner år sedan skedde en höjning av havsbotten, så att de avlagrade sedimenten utsattes för ökenklimat. Om det vittnar sandstenens röda färg, som beror på järnoxider. Rester av dessa sandstenar finns bevarade på land tack var att de skyddats från erosion av ett hårdare och mer motståndskraftigt lager av diabas.</p> <p>Sandstensformationen utgör sannolikt en flodavlagring. En del skikt kan dock ha avsatts av vinden eller i en tidvattenmiljö. Den är i stort sett opåverkad av veckning och deformation, undantaget Skrubban.</p> <p>På havsbotten i Kvarkens norra och södra delar finns det sandsten som är av yngre datum.</p> <p>Foto: Tomas Birkö.</p>
<p>12</p>		<p>Diabas</p>	<p>Diabas bildades för drygt 1200 miljoner år sedan när basaltisk magma från jordmanteln trängde upp i förkastningszoner som har uppkommit genom rörelser i jordens inre.</p> <p>Den process som troligen var på gång när jordskorpan sprack upp var att den gamla kontinenten utsattes för ett försök till delning med nybildning av havsbotten. Diabasen är tyngre än graniten och ger upphov till mera näringsrika vittringsprodukter genom högre innehåll av till exempel kalcium, magnesium och järn.</p> <p>Diabas är ett bra exempel på att en bergart kan ha skiftande utseende. Den kan vara så finkornig att det behövs mikroskop för att se de oregelbundna listerna, eller kråksparkarna som de också kallas. Det finns även diabas där mineralkornen syns med blotta ögat.</p> <p>Foto: Anita Storm.</p>

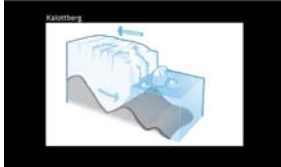


<p>13</p>		<p>Diabas</p> <p>Trysunda, Höga Kusten.</p>	<p>Berghällarna i Storviken på Trysunda består av diabas, som är en mörk bergart. Sammansättningen av plagioklas, pyroxen och olivin är gemensam med den grovkornigare djupbergarten gabbro.</p> <p>Det mesta av sandstenen på Trysunda täcktes över av mörk diabas för 1200-1400 miljoner år sedan. Vid Björnviken finns en hög diabasknalle med en grotta. Den är 10 meter hög och kallas Malmgrottan. På ön Skrubbans sydsida finns en brant som kallas Fågelberget. Den består av en 40 meter hög diabasvägg där vittring har mejslat ut pelare och avsatser.</p> <p>Slåttdalsskrevan i Skuleskogen på Höga Kusten är enligt många teorier en lämning efter en diabasgång i berget som eroderats bort och sedan spolats ren av havet. Skrevan är 40 meter djup och 200 meter lång.</p>
<p>14</p>		<p>Häggvik, Höga Kusten 2010.</p>	<p>Området där världsarvet Höga Kusten/Kvarkens skärgård ligger slipades sedan under årsmiljoners lopp ner till ett peneplan som fullbordades för 600 miljoner år sedan.</p> <p>Därefter skedde en höjning av ett mellanområde där Höga Kusten ligger (i princip Västernorrlands län det vill säga från kusten i Njurunda söder om Sundsvall till Salusand vid länsgränsen mot Västerbotten). Processen avslutades i slutet av perioden Kambrium för cirka 500–480 miljoner år sedan. Höjningen var på 500–800 meter över omgivande områden och den torde ha med den aktiva berggrunden att göra.</p> <p>En vanlig uppfattning är att Höga Kusten har blivit så hög på grund av landhöjningen och inlandsisens påverkan. Man kan tro att isen är en uppbyggande kraft, med sina avsättningar av jordarter och formationer, men det är precis tvärtom, isen är eroderande. Den skrapar av landytan och verkar nedbrytande och får naturen att gå mot ett peneplan (=nederoderad yta)...</p> <p>Foto: Milly Lundstedt.</p>

15		<p>Nednött urberg med nya jordlager</p> <p>Finngrund, Kvarkens skärgård 2009.</p>	<p>... som i Kvarkens skärgård. Grunden för det flacka och grunda landskapet i Kvarkens skärgård utgörs av det 1 800 miljoner år gamla nednötta urberget. Under de senaste miljoner åren (kvartärtiden) har upprepade istider gjort den sista finslipningen.</p> <p>Jordlagret ovanpå den gamla berggrunden i Kvarkens skärgård är förhållandevis ungt, bara cirka 10 000–15 000 år gammalt. Berggrunden täcks ställvis av ett tiotals meter tjockt lager av lösa jordarter/moräner som härrör från den senaste istiden.</p> <p>Tidsskillnaden mellan den urgamla berggrunden och den unga jorden är 1,8–1,2 miljarder år!</p>
16		<p>Söderfjärden, Österbotten</p>	<p>Under de senaste 500 miljoner åren har erosionen av den gamla berggrunden pågått ostört och den har jämnat ut den österbottniska landytan till ett peneplan, "Låga kusten".</p> <p>För cirka 520 miljoner år sedan åstadkom ett stort meteoritnedslag en bassäng på jordytan i Kvarkenområdets sydöstra hörn. Den stora kratern i Söderfjärden – 6 kilometer vid och 300 meter djup – fylldes snart med sediment, som under årmiljoner blev till sandsten och siltsten. Under de senaste istiderna har kratern täckts av ett 50 meter tjockt jordartstäck.</p> <p>Meteoritkratern påverkade isens rörelseriktning och avsmältning. Moränområdenas och moränryggarnas solfjäderformade spridning i Kvarkens skärgård beror delvis på att kratern gav upphov till en havsvik som bildades framför den smältande isen.</p> <p>Söderfjärden har torrlagts, först genom utdikning och sedan genom pumpning, och är sedan drygt åttio år en alldeles förträfflig jordbruksmark.</p> <p>Söderfjärden är en av de bäst bevarade meteoritkratrarna i världen! Den är också Finlands viktigaste rastplats för tranor under höstflyttningen. Som mest har man räknat 8 000 tranor under en dag.</p> <p>Foto: Pertti Malinen.</p>

<p>17</p>			<p>När isen smälter bort blir sten, grus, sand och finare material liggande kvar som morän, eller sorteras via smält- och havsvattnen till sediment. Berggrunden i både Sverige och Finland är till största delen täckt av moränlager. Morän är en osorterad jordart som består av olika kornstorlekar, från små lerpartiklar till stenar.</p> <p>Morän som legat under havsytan har allt eftersom landet höjts svallats och omlagrats av havsvågorna. Gränsen mellan svallad och icke svallad morän är särskilt tydlig på Höga Kusten.</p> <p>De lösa jordavlagringarna/moränerna i världsarvet Kvarken är huvudsakligen glaciala och har avsatts och formats av inlandsisen och dess smältvatten. Den kraftiga avsmältningen av inlandsisen började för 18 000 år sedan då iskanten retirerade. Geologiska termen att isen retirerade eller drog sig tillbaka är något missvisande eftersom isen hela tiden glider ut mot kanterna till följd av den massa och tyngd den har. Isen smälter långsamt eller snabbt, tunnas ut och försvinner. Isen börjar retirera när avsmältningen och avdunstningen under sommaren överstiger den mängd som tillkommer i form av snö under vintern, isen minskar i storlek och retirerar tillbaka.</p> <p>Efter att området blivit isfritt 10 500 år sedan låg Kvarkens skärgård under minst 250 meter djupt vatten.</p> <p>Isen och landhöjningen har tillsammans med de hav som bildats efter senaste avsmältningen bidragit till de geologiska formationer vi ser i världsarvet, som kalspolade klapperfält och kalottbergssluttningar, påverkade av Yoldiahavet, Ancylussjön, Littorinahavet och även dagens Östersjön.</p>
<p>18</p>		<p>De Geer-moräner</p> <p>Bodback, Kvarkens skärgård 2009.</p>	<p>Inlandsisen lagrade direkt eller indirekt morän. Isälvar inne i isen och annat smältvatten sorterar det material som först med inlandsisen och bildar åsar eller avlagringar vid isens kant/rand.</p> <p>Dessa avlagringar kan vi tydligt se i landskapet i dag. De representeras i Kvarkenområdet framför allt av De Geer-moräner, som ligger under och ovan vattenytan. De påminner om gamla tvättbräden, åtminstone ur fågelperspektiv, och kallas därför också tvättbrädesmoräner.</p>

			<p>Landhöjningen gör att avlagringarna hamnar ovanför vattenytan och där kan man urskilja dem även efter att skog, bosättning och åkrar tagit över marken. Tydligast syns jordformationerna ur fågelperspektiv.</p> <p>De jordarter som bildats under istiden och dess avsmältning kallas glaciala och de som bildats efter istidens avsmältning kallas postglaciala.</p> <p>I fickor och fördjupningar i landskapet har inte inlandsisen kunnat skrapa med sig allt löst material och därför kan man hitta avlagringar från en tidigare istiden under moränlager som senaste inlandsisen avsatt. I Svedjehamn har man hittat ett gyttjelager från tiden före senaste istid, dvs interglacialen före Weichsel.</p> <p>Foto: Helifoto, Lennart Gustavsson, Megapix.</p>
19		De Geer-morän	<p>De vågliknande ryggarna, som kan vara upp till en kilometer långa, förekommer i stora fält i den flacka terrängen och följer glaciärkanten. Vågdalen mellan de upp till fem meter höga ryggarna är som mest cirka 300 meter lång.</p> <p>Forskarna har flera olika teorier om hur moränformationerna har uppstått. Isens tyngd leder till att isens glider ut mot isens kant och där avsätts moränmaterial . De Geer-moräner bildas parallellt med iskanten och i under istidens slutskede. Morän skruvas fram till kanten och avlagras till en rygg, isen är lättare än vatten och isberg bryts loss och iskanten förskjuts bakåt till nytt läge. Storleken på isblocken/isbergen bestämmer avståndet mellan de Geer moränerna.</p> <p>Krönet av en moränrygg kan vara ganska spetsigt. Slutningen på läsidan mot ost och syd är brantare och stenigare. Med läsida menas den sida av en häll, sten eller morän som isen glidit ifrån – inte stött emot (stötsidan).</p> <p>Området kring Replot och Björkö är det mest representativa i hela världen när det gäller förekomsten av De Geer-moräner.</p>

20	 <p>Ribbed moräner</p> <p>HÖGA KUSTEN Kvarnens skärgård</p>	<p>Ribbed moräner</p> <p>Valsörarna, Kvarkens skärgård</p>	<p>Ribbed moräner påminner om en halv korvring/-kringla och de ligger vinkelrätt mot isens rörelseriktning. Moränryggarna kan också ha varit stötmoräner under isen eftersom krönen är riktade mot isens rörelseriktning som om de skulle skjuta på och ge fart åt isen. Moränryggarna består av glaciärens bottenmorän eller av något sorterad morän. Moränryggar av Ribbed typ kan man se till exempel på Valsörarna, Mickelsörarna och Köklot. I Sverige används benämningen Rogenmoräner.</p> <p>De Geer- och Ribbed moräner är karakteristiska för Kvarkens skärgård.</p> <p>Foto: Helifoto, 2008</p>
21	 <p>Blockrikt landskap</p> <p>HÖGA KUSTEN Kvarnens skärgård</p>	<p>Blockrikt landskap</p> <p>Valsörarna, Kvarkens skärgård (2009)</p>	<p>De blockrika moränområdena representerar de yngre moränavlagringarna i Kvarkens skärgård och är därför imponerande. Oftast består sten- och blockfälten av samma bergart som berggrunden de vilar på, vanligtvis av vasagranit.</p> <p>Inlandsisen förde med sig stora flyttblock och granithällar som inte eroderats och vittrats till morän förrän isen smälte. Landskapet som stiger upp ur det grunda vattnet ger på sina håll en känsla av överklighet, till exempel på Lillön, Halsön och Bergögaddarna och i skärgården utanför Korsnäs.</p>
22	 <p>Isräfflor</p> <p>HÖGA KUSTEN Kvarnens skärgård</p>	<p>Isräfflor</p> <p>Kvarkens skärgård</p>	<p>Isen har påverkat berggrunden, vilket vi också kan se som isräfflor i världsarvet. Isen och fastfrusna stenblock har fungerat som ett sandpapper och ämnat efter sig räfflor på rundhällarna. I regel har isens äldre rörelseriktning gått från nordväst till sydost och den yngre från nordost till sydväst, men på sina ställen kan man hitta upp till fyra olika rörelseriktningar på rundhällarna.</p> <p>Foto: Jukka Ojalainen, GTK.</p>
23	 <p>Kalottberg</p> <p>HÖGA KUSTEN Kvarnens skärgård</p>	<p>Kalottberg</p>	<p>Isen och landhöjningen har tillsammans med de hav och sjöar som bildats efter senaste avsmältningen bidragit till de geologiska formationer vi ser i världsarvet, som kalspolade klapperfält och kalottbergssluttningar.</p> <p>Foto: Peter Salomonsson.</p>

24		Kalottberg	<p>Kalottbergens toppar består av morän och har inte påverkats av havets vågor eftersom de stack upp som små öar ur havet efter att inlandsisen smält. Kalotternas nedre gräns ligger därför vid den så kallade högsta kustlinjen 286 meter över havets nuvarande nivå.</p> <p>När landet höjde sig blev strändernas ytlager hårt ansatta av vågornas svallning. I branta partier renspolades berget helt. De finkorniga materialen följde med ut i havet, medan det grövre och tyngre materialet endast flyttades korta sträckor eller blev kvar. Stenarna rullade mot varandra, kantigheter nöttes ner och blev det som idag är klapperfält med runda, släta stenar. De är många och finns på olika nivåer – från 260 meter över havet ned till nuvarande strand.</p> <p>De här landhöjningsprocesserna med svallning pågår fortfarande – och ännu ett tag.</p> <p>I svallzonen sköljdes de finare partiklarna bort ur de glaciala sedimenten som morän och sediment. Det något finare gruset samt sand fördes ut strax utanför stranden och avsattes där. På grunt vatten bildade sanden ofta olika typer av revlar. Sedimentslutningarna som stigit ur havet är bördiga och har under lång tid nyttjas för odling.</p>
25		<p>Klapperfält Norrfällsviken, Höga Kusten 2009.</p>	<p>I klapperfälten kan det finnas många olika bergarter, eftersom många stenar följde inlandsisen lång väg. Stenar i olika färger tillsammans med den gröna kartlaven gör klapperfälten brokigt färggranna i Höga Kusten.</p> <p>De svårframkomliga stenfälten har även kallats för djävulsåkrar i folkmun. Linné kallade dem mer poetiskt för Neptuni åkrar efter havsguden Neptunus.</p>
26		<p>Från istid till framtid</p>	<p>Den pågående landhöjningen gör att kartor och sjökort över Höga Kusten Kvarrens skärgård måste uppdateras. Dagens kunskap om havsbottens profil/vattendjupet ger en uppfattning om hur världsarvsområdet kommer att se ut framöver.</p> <p>Vad vi säkert vet är att klapperstränder kommer att vara belägna högt uppe på berg. Kalottberg i Höga</p>

