



Fördjupning, presentation. Istid och landhöjning


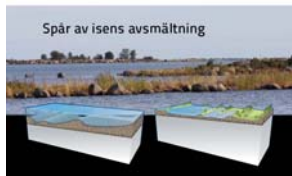
Fotografier: Dragos Alexandrescu, Patricia Rodas, där inte annat anges.

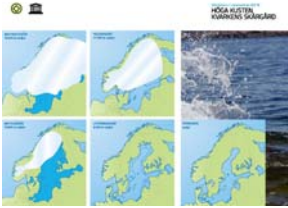
| Nr | Bild | Text i bild | Speakermanus, innehåll |
|----|------|------------------|--|
| 1 | | | |
| 2 | | En isig historia | <p>Höga Kustens och Kvarkens skärgård präglas av landhöjningen på ett unikt sätt och det är, tillsammans med de geologiska förhållandena, anledningen till världsarvsutnämningen. Landhöjningen beror på den senaste istiden – en lång period då området täcktes av en nära tre kilometer tjock inlandsis.</p> <p>Foto: Christina Knookala.</p> |
| 3 | | | <p>Landhöjningen och havets vågar har format landskapet i världsarvet efter senaste istiden och leder till att landskapet är under ständig förändring.</p> |
| 4 | | | <p>Under jordens långa historia har klimatet växlat många gånger mellan varmare och kallare perioder. Under de kallare perioderna breddade stora inlandsisar ut sig. Hur många istider det har varit vet man inte, men kanske upp emot 40 stycken!</p> <p>Under slutet av tertiärperioden (cirka tre miljoner år sedan) sjönk temperaturen på jorden och många små glaciärer bildades. För ungefär 2,5 miljoner år sedan började glaciärbildningen (glaciär är en mindre isbildning) på allvar och det markerar övergången till kvartärtiden, en period med flera svängningar mellan långa nedisningsperioder/glacialer och kortare, varmare mellanistider/interglacialer. Istid är det vanligaste</p> |



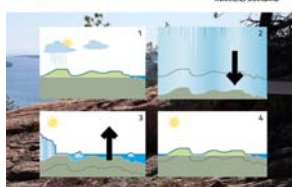

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | | <p>tillståndet för jorden under de senaste 640 000 åren.</p> <p>Forskarna känner inte till så mycket om nedisningarna i Skandinavien före den senaste istiden, Weichsel, som effektivt har raderat ut spåren av sina föregångare, som istiderna Elster och Saale.</p> <p>I Österbotten har spår efter tidigare istider påträffats, till exempel åsryggar och moränbäddar från Saale-istiden, den istid som föregick Weichsel och inleddes för drygt 200 000 år sedan.</p> <p>I världsarvsområdet lera från Saaletiden under moränen från Weichselistiden.</p> |
| 5 |  | <p>Istider – ett förhållande till solen</p> | <p>Svala somrar och milda nederbördsrika vintrar gör att glaciärerna växer till och det bildas inlandsisar. Snön smälter inte bort under sommaren. Snötäcket växer och omvandlas genom trycket av sin egen tyngd till is.</p> <p>Snön bildas av vatten ur atmosfären, som får sitt vatten ur havet. Eftersom vattnet inte återförs så kommer vattennivån att sjunka. Under senaste istiden sjönk vattennivån i havet ungefär hundra meter.</p> <p>Inlandsisar växer till långsamt. Under de senaste nedisningarna i Skandinavien växte glaciärer till i fjällkedjan och bredde så småningom ut sig och växte samman till större istäcken, inlandsisar. Så uppstod också den senaste Weichselistidens inlandsis.</p> <p>Klimatvariationerna i tidsperspektivet 10 000 till 100 000 år beror framför allt på variationer i jordens läge i förhållande till solen.</p> <p>Teorin lanserades i början av seklet av den jugoslaviska astronomen Milutin Milankovitch (1879–1958).</p> <p>Andra orsaker till klimatförändringar kan vara vulkanutbrott, meteoritnedslag eller luftföroreningar som stänger ute solens strålar. Det finns också kopplingar mellan temperaturen och mängden växthusgaser i atmosfären. Ytterligare en teori är att det kan bli kallare om havets strömmar ändrar riktning.</p> <p>Den senaste istiden, Weichselistiden, pågick</p> |



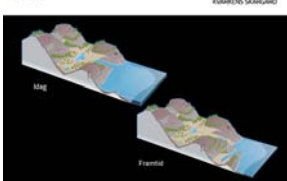
| | | | |
|---|---|--|---|
| | | | <p>under en tidsperiod om drygt 100 000 år. Dess kallaste skede, då ismassan var som störst, inträffade för cirka 22 000 år sedan. Norra Europa var täckt av en upp till 3 kilometer tjock inlandsis. Med sitt centrum i Skandinavien bredde den ut sig över norra Tyskland och västra Ryssland.</p> <p>Under samma tidsperiod täcktes också stora delar av nuvarande Nordamerika av is och på södra halvklotet växte glaciärerna. Inlandsisen på Antarktis fanns redan men växte under den här perioden.</p> <p>Höga Kusten och Kvarkens skärgård var, liksom stora delar av Skandinavien, inte täckt av is under hela Weichsel. Klimatet växlade mellan varmare och kallare perioder. Under de varmare perioderna smälte isen delvis bort. Växter och djur kunde då vandra in över de isfria områdena. När det blev kallare ryckte isen fram över de isfria områdena. Den senaste stora nedisningen inleddes för 30 000 år sedan.</p> <p>Genom att ta borrhärdar ur glaciärer kan man studera islagren och se hur mycket isen har växt till för varje år och om det har förekommit föroreningar. Iskärnor från Antarktis berättar om jordens klimat under 740 000 år!</p> <p>Foto: Ove Källström.</p> |
| 6 |  | <p>Människor under istiden?</p> | <p>Varggrottan, som finns 100 km söder om Vasa, är en av få kända boplatser i Norden som härstammar från den senaste istiden. Fynd av föremål och en eldstad visar att här fanns människor, troligen Neanderthal-människor (<i>Homo neanderthalensis</i>), under istidens varmare perioder (interstadialer). De hade förmodligen kommit från Mellan- eller Östeuropa för 130 000 – 74 000 år sedan. I utställningen Terranova på Österbottens museum i Vasa finns en rekonstruktion av Varggrottan.</p> <p>Neanderthalmänniskan dog ut för ca 30 000 år sedan. Arten levde i Europa parallellt med den moderna människan (<i>Homo sapiens</i>) i cirka 10 000 år. Neanderthalmänniskan hade större huvud och var muskulösare än den moderna människan.</p> <p>Foto: GTK</p> |

| | | | |
|----------|---|---|--|
| <p>7</p> |  <p>Is i rörelse</p> | <p>Is i rörelse</p> | <p>Inlandsisar och glaciärer har bildats genom att snö under många år ackumulerats och med tiden omvandlats till is. När isen blir tillräckligt mäktig börjar den sakta röra sig, den blir plastisk. Isens nedre kant nöter/eroderar berggrunden och tar med sig löst material. Det eroderade materialet transporteras med isen ut mot dess kanter där det avsätts som morän. Ismassorna försvinner antingen genom smältning eller genom att isberg bryts loss.</p> <p>Ifall isens ytskikt har områden som rör sig med olika hastigheter bildas stora glaciärsprickor. Ibland beror det på att isen glider utför en klippröskel, vilket gör att ytskiktet rör sig snabbare än den övriga isen. Hela ytan hänger inte med utan isen spricker. Även om isen är plastisk så är den inte hur töjbar som helst.</p> <p>Inlandsisarnas temperatur varierar. Längst ned kan den vara nära smältpunkten. Värme, som kommer inifrån jorden, samt det höga trycket från isens tyngd gör att isen smälter på undersidan. Ismassan trycks ut mot kanten och hela isen rör sig samtidigt över underlaget. Det blir både en intern rörelse och en isglidning.</p> <p>När istjockleken inte är tillräckligt stor för att en glaciär- eller inlandsismassan ska röra sig kallas isen för en dödis. En dödishåla bildas när ett dödisblock som begravts i till exempel morän smälter.</p> |
| <p>8</p> |  <p>Spår av isens framfart</p> | <p>Spår av isens framfart</p> <p>Valsörarna, Kvarkens skärgård, 2009</p> | <p>Inlandsisens framfart har lämnat spår efter sig i landskapet – som räfflor och fåror på ytan av hällars och klippor, som spolfformiga drumlinor och övriga moränformationer samt stora flyttblock.</p> <p>Vad isen brutit loss och dragit med sig, allt från små lerpartiklar till stora stenblock, har kommit fram när isen smält. Avlagringarnas sammansättning beror dels på vilka bergarter isen passerat och hur långt och på vilket sätt de transporterats samt även i vilket skede av glaciärernas avsmältning som avlagringarna bildats.</p> <p>Förr i tiden kallades stora stenar i terrängen för jättekast. Man fann ingen naturlig förklaring till hur stenarna kommit dit, så man antog att det var</p> |



| | | | |
|----|---|---|--|
| | | | <p>jättar som kastat dem.</p> <p>Riktningen på isräfflor och fåror gör det möjligt att se vilken riktning isen har rört sig. I Kvarkens skärgård antyder spåren att isens äldre rörelseriktning i regel gått från nordväst till sydost och den yngre från nordost till sydväst. Spåren är särskilt tydliga på hållarnas avslipade, rundade stötsidor. Rundhällarnas läsidor är kantigare och där kan man ofta hitta delar av lossbrutna block</p> <p>De jordarter som bildats av inlandsisen och under dess avsmältning kallas glaciala jordarter.</p> |
| 9 |  | <p>Isen smälte snabbt</p> | <p>Efter inlandsisens maximala utbredning blev klimatet varmare och inlandsisen började smälta allt mer för cirka 18 000 år sedan. Istäcket blev tunnare samtidigt som iskanten drog sig mot norr och nordväst. Istidens slut dateras oftast till cirka 10 000 år före nutid, trots att stora delar av Norrland i Sverige fortfarande var istäckt. För 10 500 år sedan var Höga Kusten och Kvarkens skärgård isfria. De sista isresterna öster om fjällkedjan försvann för knappt 9 000 år sedan.</p> <p>Under den efterföljande varmetiden var klimatet mildare än idag och de norska högfjällen var troligtvis isfria under en längre period.</p> <p>Den senaste istidens istillväxt skedde långsamt men avslutades desto häftigare. Isen smälte och retirerade mot skandinaviska bergskedjan. På land uttunnades istäcket och smälte bort.</p> <p>Inlandsis som når fram till öppet vatten kan börja brytas upp under smältningsprocessen. Delar av isen flyter upp och bryts loss – isen kalvar. Det bildas isberg som driver bort med strömmar. De kan bli mycket stora och utgör en fara för sjöfarten. Titanic förläste 1912 på grund av kollision med ett isberg. Endast toppen av ett isberg är synligt, omkring 9/10 befinner sig under ytan.</p> <p>Foto: Thomas Birkö.</p> |
| 10 |  | <p>Spår av isens avsmältning</p> | <p>Inlandsisens avsmältning har även den lämnat spår efter sig, som rullstensåsar vid Höga Kusten och De Geer-moräner, karakteristiska för Kvarkens skärgård. Dessa "tvättbrädesmoräner" är de yngsta av moränformationerna och de har</p> |

| | | | |
|----|--|--|--|
| | | | <p>uppstått vid iskanten under istidens slutskede.</p> <p>När isen smälter bort blir en blandning av sten, grus, sand och finare material liggande kvar som morän, eller transporteras och sorteras av smältvattnet till sediment. Berggrunden i både Sverige och Finland är till största del täckt av morän. Morän är en osorterad jordart som består av allt från små lerpartiklar till stora block.</p> <p>Morän som legat under havsytan har allteftersom landet höjts svallats och omlagrats av havsvågorna. Gränsen mellan svallad och icke svallad morän är särskilt tydlig på Höga Kusten.</p> <p>Under istidens slut skedde förkastningsrörelser och jordbävningar. I havet sattes stora vattenmassor i rörelse och jättelika vågor sköljde in över land – även de starkt påverkande på landskapet.</p> |
| 11 |  | | <p>Kvarken och Bottenhavet är en del av Östersjön. Östersjön har påverkats av isavsmältningen och genomgått flera stadier under och efter den senaste istiden Weichsel:</p> <p>Den tidigare fasen, Baltiska issjön, nådde aldrig upp till världsarvsområdet som då var täckt av is. Med början från öster frilades Kvarken- och Höga Kusten området från inlandsisen. Detta skede i Östersjöns utveckling kallas Yoldiahavet, som hade saltare vatten än dagens Östersjön. Smältvattnet från isen förde med sig stora mängder slam som avsattes till lersediment. Genom att mäta lerlagren på Kvarkens botten har man kommit fram till att iskanten drog sig tillbaka med hela 200–500 meter per år i Kvarkenområdet!</p> <p>Nästa stadium i Östersjöns utveckling var <u>Ancylussjön</u> – en sötvattensjö som täckte stora delar av Finland och Sverige. I början av det här stadiet låg fortfarande rester av inlandsisen kvar i världsarvsområdet. Högsta kustlinjen i södra Österbotten, 210–190 meter över havet utformades under början av detta stadium.</p> <p>När inlandsisarna smälte bort steg världshavet och de danska sunden öppnades. Salt vatten kom in och havet blev bräckt – igen. <u>Littorinahavet</u> märks tydligt i de grönskiftande lerornas karaktär</p> |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | | <p>och idag utgör dessa sediment de bördigaste jordbruksmarkerna i Bottniska vikens kusttrakter. Alla fornstrandlinjer och svallsediment på den finska sidan av Kvarken har sitt ursprung i Littorinastadiet för mindre än 8000 år sedan.</p> <p>Sedan 2 500 år tillbaka är <u>Östersjön</u> ett innanhav (det vill säga del av de större haven Atlanten och Nordsjön som Östersjön har en trång förbindelse med) med kallare och bräckt vatten.</p> <p>Vattnet har liksom isen bidragit till de naturformationer vi ser i världsarvet, som kalspolade klapperfält och kalottbergssluttningar, påverkade av Yoldiahavet, Ancylussjön, Littorinahavet och även dagens Östersjön.</p> |
| 12 |  | | <p>Isen tryckte ned jordskorpan cirka 800 meter. Det skedde där den skandinaviska inlandsisen hade sitt centrum under lång tid – ett område som omfattas av både Höga Kusten och Kvarkens skärgård.</p> |
| 13 |  | <p>Landhöjning pågår!</p> | <p>Den upp till tre km tjocka och oerhört tunga ismassan tryckte ned jordskorpan. Vid minskat tryck återfår jorden sin ursprungliga form.</p> <p>Sedan isen lämnat världsarvsområdet strävar nu jordskorpan tillbaka till det läge den tidigare hade.</p> |
| 14 |  | | <p>När avsmältningen började minskade trycket successivt mot jordskorpan. Redan när iskanten låg vid Höga Kusten hade landet rest sig 500 meter. Landhöjningen gick rekordsnabbt – 10–15 meter per 100 år! Från den tidpunkt då iskanten lämnade Höga Kusten för 10 500 år sedan har landet rest sig ytterligare 286 meter fram till idag, enligt svenska forskare.</p> |
| 15 |  | <p>Världsrekord i landhöjning!</p> <p>Skuleberget, Höga Kusten, 2009.</p> | <p>Högsta kustlinjen (HK) är alltså den nivå i terrängen som Ancylussjön nådde som högst i samband med isavsmältningen.</p> <p>Världens högsta kustlinje ligger på Skuleberget, i hjärtat av Höga Kusten. Det är världsrekord i</p> |

| | | | |
|----|---|-------------------|--|
| | | | <p>landhöjning ovan vattenytan – 286 meter på 10 000 år, vilket också markerats på Skuleberget. Höga Kusten är det enda kuperade landhöjningsområdet runt Östersjön med höjdskillnader på över 300 meter över havet.</p> <p>I Finland ligger HK på 210 meter över havet i södra Österbotten och Mellersta Finland – ungefär 100 kilometer öst och sydöst om Kvarkens skärgård.</p> |
| 16 |  | | <p>Från början gick landhöjningen snabbt, med mer än 100 millimeter per år, nu höjer sig landet i världsarvsområdet med 8 millimeter per år.</p> <p>Strandlinjens förskjutningar påverkas också av att havsytans höjning. I världsarvsområdet har landhöjningen sedan inlandsisens ismältning dock alltid varit större än havsytans stigning och så är det fortfarande. Under den senaste nedisningen var mycket vatten bundet i världens inlandsisar och havsnivån var då cirka 120 meter lägre än vad den är i dag.</p> <p>Förutom globala klimatförändringar, som påverkar hur mycket av jordens vatten som är bundet i glaciärer, anser man också att havsytan påverkas av förändringar i tyngdkraften. Det är långsamma massförskjutningar i jordens inre som förändrar tyngdkraftsfältet.</p> <p>Förändringar av älvornas flöden samt variationer i vattentemperaturen påverkar också havsvattenvolymen.</p> |
| 17 |  | Nytt land, ny sjö | <p>Om ungefär 2 000 år kommer landhöjningen att leda till en landförbindelse över Kvarken – och till att Bottenviken blir Europas största sötvattenssjö.</p> <p>Landet kommer att stiga ytterligare under tusentals år framöver, en landhöjning som långsamt avtar med tiden.</p> |
| 18 |  | Idag Framtid | <p>Höga Kusten kommer inte att förändras i så hög grad på grund av det stora havsdjupet utanför kusten. En del öar kommer dock att växa ihop med fastlandet. Fjärdar snörs av och bildar insjöar. Många sjöar blir mindre genom sedimentavsättning och igenväxning.</p> |

| | | | |
|----|---|------------------------------------|--|
| 19 |  | Lappören, Kvarkens skärgård, 2009. | <p>Förändringar av strandlinjen, kopplade till landhöjningen, är däremot väldigt tydliga i den grunda Kvarkens skärgård. Nya grynnor stiger ur havet, öar sammanfogas, halvöar växer, vikar övergår i flador och vidare till sjöar och våtmarker.</p> <p>Kvarkens skärgård är det mest representativa området i världen för att studera landhöjningsfenomenet i flacka moränkskärgårdar! Särskilt spektakulära är de stora områden med De Geer-moräner och flyttblock.</p> <p>Foto: Helifoto.</p> |
| 20 |  | 150 nya fotbollsplaner - varje år | <p>Stora landytor kommer fortsättningsvis att höja sig ur havet. Idag ökar landarealen med en kvadratkilometer eller 100 hektar per år, vilket motsvarar cirka 150 fotbollsplaner per år.</p> <p>På ett sekel ger tillandningen, som det kallas, Finland en ny markareal på ungefär 1 000 kvadratkilometer. Två tredjedelar av arealökningen kommer av själva landhöjningen och resten förklaras av sedimenteringen. En tredjedel av den totala tillandningen sker i svenska Österbotten.</p> <p>Foto: GTK.</p> |
| 21 |  | Mellan två istider | <p>Vi lever i en geologisk tid kallad Holocen, en mellanistid vars tidslängd vi inte har exakta uppgifter om. Tidigare interglacialer har varit 10 000–20 000 år. Nästa istid dröjer länge än tror forskarna, kanske 50 000–60 000 år, vilket grundas på en studie som beräknar variationen i solinstrålning framöver. Den tyder på att de naturliga klimatsvängningarna gör att en istid är osannolik under de närmaste årtusendena, något som också förstärks i någon mån av jordens uppvärmning på grund av koldioxidutsläppen.</p> <p>Efter att de sista resterna av inlandsisen smälte bort för cirka 9 000 år sedan har klimatet varit föränderligt. Under <i>värmetiden</i> för 8 000–4 000 år sedan var genomsnittstemperaturen 1,5–2 grader högre än idag. Sedan sjönk temperaturen och glaciärer bildades i fjällen. <i>Lilla istiden</i> inföll från mitten av 1400-talet till 1800-talets mitt. Klimatet blev kallare och glaciärernas storlek ökade. Efter</p> |

| | | | |
|----|--|--|---|
| | | | <p>det blev det återigen mildare och glaciärernas storlek minskade eller har helt försvunnit. De få kvarvarande glaciärisarna finns bland annat i Sylarna och Norra Storfjället i svenska fjällkedjan.</p> <p>”Under de kommande 50 000 åren kommer vi att ha en jämnare solinstrålning till våra breddgrader än under den senaste årmiljonen”.</p> <p>André Berger, klimatforskare.</p> <p>Foto: Anja Sundberg, Ulvön, 2009.</p> |
| 22 |  | | |
| 23 |  | | |