

Darwin, evolusjon og Galápagosøyene

I september 1835 ankret *HMS Beagle*, under ledelse av kaptein Robert Fitz-Roy, opp ved San Cristobal, en av Galápagosøyene. Om bord var Charles Darwin. Allerede som ung hadde Darwin blitt interessert i biologi, jakt og naturhistorie. Legestudium og teologi synes han var av liten interesse. Av professor John Stevens Henslow (1796-1861)¹ ved Cambridge lærte han botanikk. Henslow var Darwins venn og mentor. I geologi ble Charles Lyell læremester. Det var Henslow som foreslo for Admiraltetet at Darwin kunne bli med om bord som ulønnet naturforsker. I desember 1831 seilte de ut fra Plymouth, England, starten på en femårs reise.

I løpet av fem uker de var på Galápagos besøkte Darwin øyene San Cristobal, Floreana, Santiago og Isabela. Det som slo Darwin i disse ukene var den store forskjellen mellom artene på de forskjellige øyene. Hadde han besøkt flere øyer ville mønsteret blitt enda tydeligere. Variasjoner blant haviguaner, kjempeskilpadder (elefantskilpadder), finker, samt planteslekten *Scalesia* med 19 arter og *Opuntia*-kaktus med 14 arter var starten på en idé som Darwin arbeidet trutt og trofast med i 25 år, en idé som revolusjonerte måten vi tenker om opprinnelsen til nye arter på Jorden. Uavhengig av Darwin fikk Alfred Russel Wallace (1823-1913) samme idé på sine jungelreiser i Brasil og på Borneo, som til slutt førte fram til **Darwin-Wallace evolusjonsteori**: Stort antall avkom og individer, variasjon, adaptasjon til oppvekstmiljøet og naturlig utvalg og seksuell seleksjon av de best tilpassete. Ikke noe sted var evolusjonen raskere, og variasjon og tilpasning tydeligere enn på Galápagosøyene under ekvators sol med stor energiinnstråling, med biogeografisk tilhørighet til Sør-Amerika. Artene har sin opprinnelse fra fastlandet . Av ca. 1200 plantearter er 200 endemiske. Iguaner og skilpadder kan klare seg lenge uten mat og vann. De må i tidligere tider ha drevet med vegetasjonsmatter og flåter av trær som via elver ble ført ut på havet hvor de fulgte havstrømmer og etter måneders drift nådde fram til vulkanøyene. Det finnes ingen amfibier på øyene, for dem ble reisen for lang. Iguaner er plantespisere, men på Galápagos var det lite planter, og de begynte i stedet å spise grønnalger, ikke tungt fordøyelige brunalger. Det skjedde en rask evolusjon av iguanene og tilpasning til det nye leveområdet. Munn og tenner ble spesialisert for algebeiting, klør til feste på fjell, de kan dykke ned til 5 meter og være lenge under vann. Iguaner er vekselvarme reptiler og vannet er relativt kaldt, 15-16°C. De utviklet seg til svartfargete haviguaner som etter et dykk på ca. 10 minutter varmet seg i solskinnet ved å brette seg ut på lavastein, og da er svart en velegnet farge. Hannen er større og mer farget enn hunnen som er gråsvart. Saltet kvitter de seg med via nysing. Det ble dannet forskjellige raser og underarter på de forskjellige øyene. Landiguanene som er mer sjeldne fikk andre lysere farger, grønne på Santiago og røde på Espanola. På Espanola hvor det er lite spiselig bortsett fra *Opuntia*-kaktus fikk skilpaddene lang hals og stort ryggskjold og de kunne strekke seg langt. Det utviklet seg femten arter med elefantskilpadder fra en felles forfeder. På Pinta er det ikke skilpadder, den siste var "Ensomme George".

Siden det var ingen predatorer, bortsett fra Galápagoshauk, utviklet det seg skarv som ikke kan fly. En av ekvatorialstrømmene, Perustrømmen (Humboldtstrømmen) på vestsiden av S-Amerika sammen med den ekvatoriale understrømmen, Cromwellstrømmen, gir kaldt vann til at galápagospingviner (*Spheniscus mendiculus*) kan overleve, selv om de måtte beskytte føttene mot solforbrenning i den ekvatoriale solsteiken. Den tilbringer mye tid i det kalde vannet.

Galápagospingvinen er den pingvinarten som lever lengst mot nord, og som andre pingviner er den svart på oversiden og hvit på undersiden som gir beskyttelse mot å bli oppdaget av predatorer. Vingene er luffelignende og kroppsform er strømlinjeformet (konvergent evolusjon). Fjærene er utformet slik at de gir mest mulig laminær strøm og lite turbulens i vannmassene når den svømmer.

Lavafirfiser (*Microlophus*) har gjennom to til fire millioner år utviklet seg som egne arter på hver øy med forskjellig atferd og kroppsbevegelse for revirhevdelse.

Firfislekroppen har fargemønster som kan endre farge avhengig av temperatur og omgivelser. Noen av øyene er via tåke og nedbør store nok til å lage sitt eget vær.

Svart lava langs en gold kyst, sand fra forvitring, lavahuler og skog gir en rekke forskjellige mikroklima hvor mange typer snegl utviklet seg raskt. Rød klippekrabbe har som unge svart skjell som gjør dem mindre lette å bli oppdaget av den gråfargete lavahegre. På Espanola er det sandstrender som gjør det mulig for

Galápagosalbatrossen å lette. *Scalesia* vokser på eldre øyer og har høye nok stammer til å samle tåke som renner ned langs stammer og greiner. I motsetning til plantene som ble samlet atskilt fra øyene, så ble finkene samlet i ett, og seinere analysert av ornitologen John Gould (1804-1881). Tretten arter Darwinfinker (*Geospiza*) i slekt med dem i Sør-Amerika har forskjellig utvikling av størrelse og form på nebbet avhengig av hva de hadde som hovedføde. Vampyrfink suger blod, spettspurv bruker verktøy, frøspisere og insektspisere fikk ved naturlig utvalg forskjellig nebbutvikling. Små frø gir lite nebb, store frø stort og kraftig nebb.

Rundt øyene er det også varme havstrømmer som gir mulighet for næringsrikt vann og varmtvannskoraller. Det gir mat til hvalhai, hammerhai og et stort antall fiskearter, havhester, og børsteormer. Sandstrender gir mulighet for havskilpadder å legge egg og gir plass til sjøløver.

Dyrene som levde og utviklet seg på Galápagos var ikke vant til predatorer, de var derfor lite sky. Når mennesket som sjørøvere og fangstfolk (hvalfangere og pelshandlere) kom med rotter, hunder og katter til øyene i 1535 ble det lett å fange og predatere egg, fugl og skilpadder. Skilpadder ble tatt om bord og fungerte som ferskmat siden de lever lenge og klarer seg uten vann.

Botanikk og Galápagos

Henslow ble mer og mer opptatt av prestegjerning, og Joseph Dalton Hooker (1817-1911), sønnen til direktøren i Kew Garden, ble Darwins nye samarbeidspartner innen botanikk og som han brevvekslet med. Også andre enn Darwin hadde samlet planter

fra Galápagosøyene, og Hooker så slektskap mellom plantene på Galápagosøyene og plantene på vestsiden av Sør-Amerika. Spesielt gjelder det planter i korgplantefamilien (*Asteraceae*) i stort antall, mange endemiske, med slektene *Darwiniothamnus*, *Lecocarpus*, *Macraea* og spesielt *Scalsia*. Innen vortemelkfamilien (*Euphorbiaceae*) med *Chamasyce*; kaktusfamilien (*Cactaceae*) med *Brachycereus*, *Jasminocereus* og spesielt *Opuntia*-kaktus med 6 endemiske arter (*O. echios*, *O. galapageia*, *O. helleri*, *O. insularis*, *O. megaspermae*, *O. saxicola*) og ved adaptiv radiasjon 14 varieteter på de forskjellige øyene. *Alternanthera* med 8 endemiske i amarantfamilien (*Amaranthaceae*). *Sicyocaulis* i agurkfamilien (*Cucurbitaceae*). *Mollug* i *Molluginaceae*. *Borreria* i maurefamilien (*Rubiaceae*). *Zanthoxylum* i rutefamilien (*Rutaceae*). *Miconia* i Melastomataceae. Langs kysten er det få endemiske planter.

Opuntia-kaktus har flate runde grønne stengler, kladoder (platyklader, gr. *platys* – flat; *klados* – skudd, knopp) med to typer torner: lange og glatte, samt små hårlignende glochider (gr. *glōchis* – pilspiss) samlet i areoler (l. *areola* – lite rom) ved basis av de lange tornene. På øyer med elefantkilpadder ble høye stammevarieteter selektert, på øyer uten ble de lavere og mer utstrakt. Darwin observerte at kaktusblomsten har thigmotaktiske (gr. *thigēme* – berøring; l. *tactus* – berøre) pollenblad som ved berøring bøyer og krøller seg over insektet eller dyret som besøker blomsten.

Galápagosøyene

Galápagosøyene (Islas Gaápagos) er en vulkansk øygruppe i Stillehavet ca. 1000 (972) kilometer vest for Ecuador, som øyene tilhører. Øyene befinner seg i området rundt ekvator (1°40' N til 1°36' S, og 89°16' til 92°01' W) på Nazca-platen som beveger seg øst-sørøst under (subduksjon) den Sør-Amerikanske platen. Øyene, de fleste før for Ekvator, består av 18 store, 3 små og 107 steinøyer med basalt, høyde opptil 1700 meter over havet. Isabela, Santa Cruz og San Cristóbal er de største. Klimaet er kaldt i juni til desember, med kald vind fra S og SØ, tåke, sjøtemperatur 22°C. . Varmt og fuktig i januar til mai, lite vind, vekslende sol og kraftig regn. El Niño gir hvert 3-7 år varmt overflatevann, økt havnivå, bølger og mindre næring i vannet. Temperaturen minsker med høyden på øya.

Øyene blir skapt fra vulkansk aktivitet på havbunnen. De flytter seg, grupper av nye øyer oppstår, yngste øyer med svartfarget lava i vest som Fernandina, de eldste finnes i øst. Øyene har forskjellig alder, vann skiller dem og gir stor nok avstand til å lage isolerte bestander av dyr og planter, men de er samtidig nær nok til fastland og hverandre til at arter kan forflytte seg til dem. På havbunnen kan man finne rester av tidligere øyer. Regn, bølger og erosjon gjør at øyene synker og blir slitt ned og bare et klippekrater blir igjen som for Tortuga. Øyene med forskjellig alder representerer mange varierte habitater, noen er ugjestmilde.

Johnson og Raven (1973) undersøkte fordeling av planter og artsrikdom på Galapagosøyene.

Datasettet inneholder navn på øyene, antall arter og endemismer; areal, høyde og avstand til nærliggende øyer med tilhørende areal.

Michael P. Johnson & Peter H. Raven: Species Number and Endemism: The Galápagos Archipelago Revisited. Science, Vol. 179, No. 4076 (Mar. 2, 1973), pp. 893-895

Øy	Antall arter	Antall endemiske	Areal km ²	Høyde (moh)
Baltra	58	23	25.09	100
Bartolome	31	21	1.24	109
Caldwell	3	3	0.21	114
Champion	25	9	0.1	46
Coamano	2	1	0.05	5
Daphne Major	18	11	0.34	120
Darwin	10	7	1.33	168
Eden Rock	6	4	0.03	90
Enderby	2	2	0.18	112
Espanola	97	26	58.27	198
Fernandina	93	34	634.49	1494
Gardner a	58	17	0.57	49
Gardner b	5	4	0.78	227
Genovesa	40	19	17.35	76
Isabela	347	89	4669.32	1707
Marchena	51	23	129.49	343
Onslow	2	2	0.01	25
Pinta	104	37	59.56	777
Pinzon	108	33	17.95	458
Las Plazas	12	9	0.23	25
Rabida	70	30	4.89	367
San Cristobal	280	65	551.62	716
San Salvador	237	81	572.33	906
Santa Cruz	444	95	903.82	864
Santa Fe	62	28	24.08	259
Santa Maria	285	73	170.92	640
Seymour	44	16	1.84	30
Tortuga	16	8	1.24	186
Wolf	21	12	2.85	253

Baltra (South Seymour) er liten, flat og tørr øy med *Opuntia*-kaktus, palo santo trær (*Bursera graveolens*), salttilpasset krypende *Cryptocarpus pyriformis*.

Bartolomé (Bartholomew) er en ung øy med Galápagos grønne havskilpadder (*Chelonia agassizii*; *C. mydas*) og Galápagospingviner (*Spheniscus mendiculus*).

Darwin (Culpepper) med haviguaner, pelssel, sjøløver, rødfotsule (*Sula sula*), Nazcasule (*Sula granti*). Rødfotsule med brune morfotyper er den vanligste av de tre suleartene. Den nærmeste sulearten på fastlandet er Perusule (*Sula variegata*). Sulene legger fra ett til tre egg med asynkron klekking, hvor den som klekkes først kan ved dårlig mattilgang spise sine søsken (siblisid), enten fakultativt eller obligat siblisid. Den delvis endemiske svalehalemåke (*Creagrus furcatus*).

Española (Hood) er en gammel øy, ca. 3.5 millioner gammel og har mange endemiske arter. Lavafirfiser, elefantskilpadder, radfargete landiguaner (kamiguaner *Conolophus subcristatus*). På strendene Galápagos sjøløve (*Zalophus wollebaeki*) og Galápagospelssel (*Arctocephalus galapagoensis*). Rødfotsule, Nazcasule og blåfotsule (*Sula nebouxii*), den tredje av suleartene og hvor ca. halvparten av alle kjente par har reir på Galápagos. Blåfotsule har et parringsritual med vekselvis løfting av de blåfargete føttene og opportunistisk parring avhengig av næringstilgang. Andre fuglearter er svalehalemåke, rødnebbet tropikkfugl (*Phaethon aethereus mesonauta*) og Galápagosalbatross (*Phoebastria irrorata*), Galápagoshauk (*Buteo galapagoensis*). Tre arter Galápagosfinker.

Fernandina (Narborough) er en ung vestvendt øy som er vulkansk aktiv. Svarte haviguaner på svart lavastein. Galápagospingviner, Galápagospelikaner, Galápagosskarv (*Phalacrocorax harris*) som har mistet evnen til å fly. Galápagosspottefugl (*Mimus parvulus*) er omnivor og det finnes fire arter og seks underarter. Galápagos sjøløver, Galápagospelssel.

Floreana (Charles, Santa Maria) ble tidlig bebodd. Galápagos grønne havskilpadder, Galápagospetrel (*Pterodroma phaeopygia*) hekker over 200 moh, og er en rødlisteart som bl.a. er truet av svartrotte (*Rattus rattus*). Devil's crown er rester av en undervannsvulkan hvor det vokser koraller.

Genovesa (Tower) er en gjenværende kant av en kaldera. Suler, Galápagos svalehalemåke, rødnebbet tropikkfugl, Darwinfinker. Pelagiske fregattfugler (*Fregata magnificens*) som også er kleptoparasitter. Navn etter La Frégate, fregatt, et raskt marinefartøy. Galápagosdue (*Zenaida galapagoensis*). Palo Santo skog.

Isabela (Albemarle) er den største av øyene, dannet fra seks vulkaner hvor den største Volán Wolf er 1707 moh. Galápagos- -pingviner, -skarv, -hauk, -skilpadder, Darwinfinker. Rød klippekrabbe (*Grapsus grapsus*). Salttilpasset krypende *Cryptocarpus pyriformis*

Marchena (Bindloe)

Pinzón (Duncan)

Pinta (Abingdon) hvor den siste Pintakjempeskilpadde ("Lonesome George") døde.

Rábida (Jervis) rødfarget øy med mye jern. Darwinfinker, suler, samt i Galápagoshvitkinnand (*Ana bahamensis galapgensis*) i saltvannslagune.

San Cristóbal (Chatham) med stor ferskvannssjø Laguna El Junco.

Santa Cruz (Indefatigable) med høyland og lavatuneller. Charles Darwin Research center og Galápagos National Park Service med oppdrett av kjempeskilpadder.

Sante Fé (Barrington) med forvitrede klipper og stor skog med Opuntia-kaktus.

Santiago (San Salvador, James)

Wolf (Wenman)

Litteratur:
Wikipedia