

Plantepopulationer og plantesamfund på Galápagos

Af projektleder, professor, dr.scient. Ole Hamann, Botanisk Have, Københavns Universitet

Landbaseret (Galápagos)

Deltagere

Professor Ole Hamann (projektleder) Botanisk Have, Københavns Universitet, lektor Henning Adsersen og lektor Marianne Philipp, Biologisk Institut, KU, lektor Anne Adsersen, Det Farmaceutiske Fakultet, KU, laborant Ruth Bruus Jakobsen, Biologisk Institut, KU, gartner Martin Årseth-Hansen, Botanisk Have, KU, ph.d.-studerende Hafdis Ægirdottir, Basel Universitet og specialestuderende Ida Hartvig Hansen, Christina Bramow og Signe Brandt Larsen, Biologisk Institut, KU.

Baggrund

Galápagosøerne er på mange måder helt enestående og er med god grund berømte. De udgør et levende, udviklingshistorisk laboratorium af uvurderlig videnskabelig værdi.

Charles Darwin besøgte øerne i 1835 under sin berømte jordomrejse med HMS Beagle, og hans observationer og indsamlinger på Galápagos kom til at spille en afgørende rolle for hans senere arbejde med udformning af teorien om arternes udvikling. En teori, som ændrede vort verdensbillede fundamentalt.

Der er næppe nogen anden øgruppe i verden, som på samme tid er så udbredt og omfattende, så isoleret og så lidt ændret af menneskelig aktivitet. En lang række af dyrene og planterne er endemiske, dvs. de findes ikke noget andet sted i verden, som f.eks. kæmpeskildpadder, havleguaner, Darwins finker og Solsikketræer (slægten *Scalesia*). Landskaberne er fantastiske, og øgruppen er i dag et af verdens vigtigste naturbevaringsområder.

Men øerne er under stigende pres. Der sker en lokal uddøen på populationsniveau. Specielt udgør de indførte eller indslæbte organismer, og det vil især sige invasive planter som kinabarktræet (*Cinchona pubescens*) og pattedyr som geder og svin en stor trussel mod den oprindelige flora og fauna. 11 ud af de 13 arter, som er forsvundet, er uddøde på grund af indførsel og spredning af sådanne ikke-hjemmehørende arter.

Charles Darwin Foundation og Charles Darwin Research Station

I 1959, et hundrede år efter Darwins *Arternes oprindelse*, dannedes den internationale organisation *Charles Darwin Foundation for the Galápagos Isles* (CDF), og nogle få år efter



7/10 af gruppen, dvs. Ruth, Marianne, Ida, Hafdis, Anne, Henning og Signe om bord på Queen Mabell. Foto: Christina Bramow

blev den videnskabelige station *Charles Darwin Research Station* (CDRS) bygget nær Puerto Ayora på Santa Cruz. Formålet var (og er stadigvæk) at styrke forskning og forskningsbaseret naturbevarelse på Galápagos. Samtidig blev Galápagos erklæret for nationalpark (udgør ca. 97% af øernes areal), og Ecuador oprettede en nationalparktjeneste for øerne (*Servicio Parque Nacional Galápagos*, SPNG), som tager sig af den praktiske del af naturbevarelsen.

Med disse tiltag havde Ecuador indgået et helt unikt samarbejde med det internationale videnskabelige samfund for at kunne bevare Galápagosøernes natur for fremtiden, og den dag i dag rådgiver CDF den ecuadorianske regering om alt, hvad der vedrører forskning, naturbevarelse og udvikling på Galápagos.

Dansk botanisk forskning på Galápagos siden 1971

Den danske indsats på Galápagos begyndte, da Ole Hamann blev ansat (af *Unesco*) på CDRS i 1971-72. Han blev afløst af Henning Adersen i 1974 (ligeledes ansat af *Unesco*), og senere fulgte flere danske botanikere på CDRS (ansat på forskellige måder). I starten tog forskningen naturligt nok sigte mod problemstillinger af interesse for naturbevarelsen, som f.eks. vegetationsdynamik i relation til indslæbte pattedyrs græsning og regeneration af vegetationen efter forskellige plejeindgreb. Disse temaer blev i de følgende årtier fulgt op og udvidet med nye temaer gennem adskillige botaniske ekspeditioner til Galápagos, hvorved også flere andre danske botanikere blev involveret, som f.eks. Marianne Philipp og hendes medarbejdere fra *Biologisk Institut, KU*.

Den danske botaniske indsats på Galápagos har gennem mere end 35 års arbejde udvidet kendskabet til øernes økologi og til øplanternes taksonomi, evolution, biogeografi og reproduktionsbiologi og har bidraget til at skabe det vidensgrundlag, som den praktiske naturbevarelse på øerne hviler på. Desuden er der blevet knyttet stærke forbindelser til det ecuadorianske og det internationale videnskabelige samfund, både på forsknings- og naturbevarelsessiden.



Scalesia baurii ssp. *hopkinsii*, Pinta.
Foto: Ole Hamann

Projektets gennemførelse/feltarbejdet

Oprindeligt sigtede vores landbaserede Galathea 3-projekt mod også at omfatte undersøgelser på den lille ø Isla de la Plata nær ved kontinentet, men det lykkedes ikke at få indpasset et ophold på Isla de la Plata i Galathea 3-programmet, så undersøgelserne blev koncentreret til kun at omfatte Galápagos.

I sammenhæng med de tidligere undersøgelser fokuserede vi især på evolution inden for reproduktionssystemer hos plantearter, der har spredt sig fra lokaliteter på et kontinent til fjerntliggende øer, på evolutionære processer i naturligt små populationer samt på vegetationsdynamik.

I de fem uger, vi havde til rådighed, havde vi fast base i Puerto Ayora på øen Santa Cruz. CDRS havde hyret båden *Queen Mabell* til at sejle os rundt til de forskellige øer, som vi ville



arbejde på (Española, Gardner, Floreana, Pinta, Isabela, Santa Cruz, Santa Fe og San Cristóbal). Under feltturene med **Queen Mabell** boede vi på båden og skulle således ikke bruge kostbar tid på at campere osv.

Vegetationsdynamik i relation til naturbevarelse

For at bevare den oprindelige natur på Galápagos har nationalparktjenesten og CDRS gennem mange år koncentreret sig om at kontrollere eller udrydde indslæbte, fremmede organismer, både dyr og planter, fordi de udgør den største trussel mod den oprindelige flora og fauna. I den sammenhæng er det vigtigt at undersøge, dels hvordan vegetationen normalt ændrer sig under uforstyrrede forhold, og dels hvad der sker, når f.eks. indslæbte geder fjernes fra en bestemt ø eller et område: Vil vegetationen gradvist vende tilbage til den originale tilstand, når gederne er væk? Hvordan regenererer de enkelte plantearter? Og hvordan svarer det til de naturlige ændringer i økosystemet, som f.eks. finder sted i forbindelse med *El Niño*-fænomenet? (*El Niño* er betegnelsen for de specielle forhold, som optræder med ca. syv års mellemrum, og som bringer ekstreme vejrforhold med meget høje luft- og havtemperaturer og ekstreme nedbørsmængder til øgruppen.) Hvordan reagerer planter og vegetation på dette?

Studiet af vegetationen i permanente prøveflader (PQs) og af populationer af udvalgte vedplanter har gennem årene givet nogle svar på ovennævnte spørgsmål, hvilket bl.a. betyder, at nationalparktjenesten har fået et grundlag for at prioritere det praktiske arbejde med bevarelse af vegetation og planter.

I fortsættelse af de tidligere undersøgelser indsamlede Ole Hamann og Martin Årseth-Hansen data på øerne Pinta, Santa Cruz og Santa Fe.

På Pinta blev tre PQs fundet og analyseret, og seks populationer blev analyseret og målt (*Opuntia galapageia*, *Scalesia baurii* og *Bursera graveolens*, i henholdsvis 45 og 125 meters højde over havet).

På Santa Cruz blev tre PQs analyseret. Derudover blev spredningen af nogle af de værste invasive planterarter undersøgt (*Cinchona pubescens*, *Psidium guajava* og *Cedrela odorata*).

Nobalino, vores guide fra Nationalparktjenesten, og Martin i Zanthoxylum-skoven nær Pintas top. I baggrunden tjekker Henning og Ann Guizou fra CDRS en af Hennings prøveflader. Foto: Ole Hamann

Til højre en gren af *Waltheria ovata*. Til venstre øverst en langgriflet blomst med korte støvdragere gemt nede i kronen, nederst en blomst med lange støvdragere. Fotos: Marianne Philipp



På Santa Fe blev fem PQs analyseret, og to populationer af *Opuntia echios* var. *barringtonensis* og én population af *Bursera graveolens* blev målt. Idet vi måtte afslutte arbejdet på Santa Fe tidligere end forventet (se nedenfor), mangler vi nu data fra én PQ og fra to populationer af henholdsvis *Scalesia helleri* og *Bursera graveolens* på Santa Fe.

Anne og Henning Adsersen genundersøgte en serie på 13 permanente prøveflader på Pinta. Serien blev udlagt i 1980, netop som de allersidste geder på øen blev bortskudt. Fladerne, der er på 100m² hver, ligger langs et afmærket spor fra kyst til toppen af øen med 50 meters højdeintervaller og blev anlagt så tæt som muligt på lokaliteter, hvor vi i 1974 havde gennemført en lignende analyse. Vi havde endvidere lejlighed til at registrere prøvefladerne i 1984. Resultaterne fra registreringen i år er ikke færdiganalyseret, men det er tydeligt, at mange af træarterne, der i 1974 var trængt højt op i højlandet af nedbidning, nu er i stærk opvækst. Dette er naturligvis en ønskværdig udvikling, men vi har gjort nationalparktjenesten opmærksom på, at øen kan få for tæt vegetation, så at nogle af de lyskrævende plantearter trues. Den græsnings-tilstand, som råder nu, er nemlig lige så lidt naturlig som det hårde græsningstryk i tresserne – tidligere var der en stor bestand af kæmpeskildpadder på Pinta – men af den bestand findes kun ét individ, *Lonesome George*, der frister en ensom tilværelse som levende museumsgenstand på *Charles Darwin Research Station* som den sidste af sin slags. Vort klare råd til forvaltningen er: indfør skildpadder fra en anden ø, så det naturlige græsningstryk kan genoprettes.

Evolution af reproduktionssystemer hos *Cordia lutea* og *Waltheria ovata*

Cordia lutea og *Waltheria ovata* har tilsyneladende et kompliceret reproduktionssystem, kaldet *heterostyli*. Hos heterostyle arter findes der to grupper af individer inden for hver art med forskellig blomsterbygning. I den ene gruppe findes individer med lang griffel og korte støvdragere, mens individerne i den anden gruppe har korte grifler og lange støvdragere. Individerne inden for disse grupper kan ikke befrugte hinanden, og frø dannes kun ved overførsel af pollen fra den

ene gruppe til den anden. Galápagosøerne ligger 1.000 km fra fastlandet, og alle arter er etableret på øerne efter spredning over lange afstande. Almindeligvis er et kompliceret reproduktionssystem en forhindring ved etablering på oceaniske øer, og alle de plantearter, der er undersøgt på disse øer, har da også vist sig at kunne sætte frugt efter selvbestøvning, om end mange behøver besøg af insekter, før det lykkes. Det, vi ville undersøge, var, om disse to arter, der begge har blomster bygget som hos heterostyle arter, faktisk har dette komplicerede reproduktionssystem - eller om der i forbindelse med etableringsprocessen er sket ændringer, så individerne er i stand til at sætte frø efter bestøvning med individer med samme morfologi og måske endog efter selvbestøvning.

Vi undersøgte dette ved at isolere et stort antal store knopper sådan, at insekter ikke kan besøge dem, når knopperne åbner sig. De isolerede blomster blev med hånden bestøvet med pollen fra andre individer, der havde forskellig eller samme blomsterbygning. Desuden selvbestøvede vi blomsterne. Hos hver af de to arter indgik 10 individer af hver af de to morfologiske typer i undersøgelsen, og på hvert individ bestøvedes 10 blomster med hver af de tre slags pollendonorer. Det giver 1.200 bestøvninger plus en del ekstra, hvor bestøvningen ikke i første omgang resulterede i frø. Herudover målte vi på blomsterne for at kvantificere de morfologiske forskelle samt samlede ind til dna-analyse af genetiske forskelle mellem populationer af de to arter både inden for og mellem øerne. Alt dette materiale er vi nu ved at bearbejde.

Genetisk diversitet hos *Tournefortia*-slægten

Denne slægt består af tre arter, hvoraf den ene er vidt udbredt, mens de to andre kun findes på få øer. Vi indsamlede bladmateriale til dna-analyser og målte et stort antal karakterer på blade og blomsterstande. Disse forskellige data vil kunne bruges til at analysere den genetiske diversitet mellem populationer inden for og mellem forskellige øer. Desuden vil de kunne bruges til at se, hvor godt de tre arter er adskilt fra hinanden.

Plante-bestøver-netværk

I 2004 undersøgte vi et plante-bestøver-netværk i et område nær byen Villamil. Vi observerede, hvilke insekter der



Tournefortia rufo-sericea. Foto: Marianne Philipp

besøgte hvilke plantearter på en kvantitativ måde. Ved den lejlighed iagttog vi, at der var en høj bestøver-aktivitet om natten. Dengang havde vi ikke det udstyr med, som behøves for at iagttage insekter om natten uden samtidig at forstyrre dem. Dette udstyr havde vi denne gang i form af pandelamper med rødt cellofan omkring. De fleste insekter kan nemlig ikke se rødt lys, og vi håbede derfor, at vi kunne observere, hvilke insekter der besøger hvilke plantearter om natten. Det viste sig dog, at der på det tidspunkt, hvor vi havde planlagt undersøgelsen, ikke var nogen insekter på vingerne om natten. Denne undersøgelse blev derfor opgivet.

Populationsdynamik hos *Lecocarpus pinnatifidus*, Bagsværd Gymnasium

Ved et ophold i 2001 undersøgte en gruppe fra Københavns Universitet det reproduktive system hos en af de endemiske arter på Galapagosøerne, nemlig *Lecocarpus pinnatifidus*. Ved den lejlighed afmærkede vi et stort antal individer med permanente etiketter. Et hold elever fra Bagsværd Gymnasium ville udnytte denne situation og se på, hvilken dynamik der havde været i populationen. Det gjorde de ved at registrere, hvor mange af de afmærkede individer der havde overlevet; hvor store var de blevet, og hvor mange nye var kommet til. De observerede desuden frekvensen af besøg af insekter til blomsterne på samme måde, som det blev gjort i 2001. En sammenligning af data fra 2001 og 2007 udgør i store træk deres undersøgelse.

Hajangrebet på Santa Fe

Martin Árseth-Hansen, Ole Hamann og Hafdis Ægirsdottir måtte afbryde feltarbejdet på Santa Fe under dramatiske omstændigheder: Efter en lang dags arbejde under tropesolen på den ubeboede, tørre ø ville vi tage en dukkert i bugten, hvor Queen Mabell var ankret op. En turistbåd befandt sig også i bugten, og kort før vi sprang i vandet, havde 15-20 turister badet og snorklet. Bugten er et yndet turistmål, bl.a. på grund af det rige dyreliv med søløver, havleguaner, rokker, havskildpadder osv. Men kort tid efter at vi var kommet i vandet, blev Martin angrebet af en haj, som tog et kraftigt bid i hans højre underarm. Han råbte op, og heldigvis slap hajen ham igen, måske fordi han ikke smagte som en søløve! Besætningen på vores båd var straks ude med jollen og fik Martin hevet om bord og derefter op på Queen Mabel. Her gav vi ham førstehjælp, så godt det kunne lade sig gøre - især gjorde kokken George en fantastisk indsats. Queen Mabell satte omgående kurs mod Santa Cruz for at få Martin bragt til det lille hospital i Puerto Ayora to en halv times sejlads væk. Trods de alvorlige skader på Martins arm tog han situationen med fatning og gik heldigvis heller ikke i chok. Da vi havde sejlet en times tid, blev vi mødt af ambulancebåden fra Puerto Ayora, der var blevet tilkaldt over radioen. I rum sø fik vi Martin flyttet over i ambulancebåden, og så gik det hurtigt mod Puerto Ayora.

Ved ankomsten blev Martin bragt til hospitalet, og kort efter blev han opereret første gang. Dagen efter fløj vi så med lægeledsagelse til hovedstaden Quito, hvor to specialister i håndkirurgi ventede for at tage sig af ham. Det viste sig, at senerne til alle fingre var bidt over og skulle sættes sammen, hvilket stort set lykkedes for de fremragende ecuadorianske kirurger. To dage efter fløj Martin ledsaget af Ole Hamann tilbage til Danmark, hvor Martin blev indlagt på Rigshospitalet til videre behandling. Det ser ud til, at Martin vil genvinde førligheden i højre arm og hånd, selv om det vil komme til at tage tid.

Denne dramatiske hændelse vakte stor interesse blandt de danske medier, meget større end selve vores Galathea 3-projekt. Men det er selvfølgelig heller ikke hver dag, en væksthushgartner i tjeneste bliver bidt af en haj!

VÆDDERENs besøg

Seminar med CDF & SPNG i Puerto Ayora

Under VÆDDERENs ophold på Galápagos organiserede Galathea 3-ekspeditionen og CDF sammen et offentligt seminar i Puerto Ayora. Seminaret var ganske velbesøgt, og efter introduktion ved Sixto Naranjo fra nationalparktjenesten præsenterede Ole Hamann, Henning Adsersen og Marianne Philipp forskellige aspekter af vores botaniske projekt. Derudover præsenterede de to gymnasielever fra Horsens Statskole deres projekt om evolution hos Darwins finker, og Bo Thamdrup, togleder på Galathea 3, gav en udførlig præsentation af nogle af de vigtigste aspekter ved den forskning, som blev gennemført om bord på VÆDDEREN under dens jordomsejling.

Formidling i øvrigt under VÆDDERENs besøg

Seminaret var en del af det firedages-program, som blev afviklet, mens VÆDDEREN lå for svaj i Academy Bay ud for Puerto Ayora. Ole Hamann deltog i en pressekonference for de lokale medier, og desuden omfattede programmet bl.a. organiserede besøg på VÆDDEREN for lokale skolebørn og andre grupper, møder med lokale honoratiores, besøg på CDRS for HKH Kronprins Frederik m.fl. samt en reception på VÆDDEREN, hvor også Kronprinsen deltog.

Derudover arrangerede vi to ekskursioner for de journalister, fotografer og andre, som var (eller skulle) om bord på VÆDDEREN under dens ophold på Galápagos. Ole Hamann demonstrerede forskellige lokaliteter på Santa Cruz, så deltagerne fik set den karakteristiske vegetationszonerings på Santa Cruz og også fik oplevet kæmpeskildpadde i deres naturlige omgivelser. Ekskursionen gik både til nogenlunde uberørt *Scalesia*-skov og til stærkt ændrede vegetationstyper, hvor de invasive plantearter udgør et stort problem.

Allerede inden VÆDDERENs ankomst havde vi forsynet de ombordværende journalister med en del materiale om Galápagos og om vores projekt, og de artikler, der kom ud af

det i de danske medier, var både godt researchede og relevante. Så den pressemæssige side af formidlingen var god.

Konklusion

Vores deltagelse i Galathea 3-ekspeditionen med et landbaseret projekt var afgjort en succes, trods hajangrebet på Santa Fe. Vi kunne godt have ønsket os en tur til Isla de la Plata, og at VÆDDEREN havde haft en helikopter om bord, som kunne have bragt os ud til nogle af de ellers utilgængelige dele af øgruppen. Men vi nåede stort set at gennemføre hele det program, vi havde planlagt, og fik samlet nye data og et stort antal prøver til videre analyse i laboratoriet. Desværre befinder prøverne sig stadig i Ecuador, idet det ecuadorianske miljøministerium endnu ikke har givet tilladelse til deres udførsel af landet, selv om nationalparktjenesten har godkendt det. Men nu glæder vi os til at skulle bearbejde den store mængde data og de mange indsamlede prøver.

Personale fra CDRS deltog i flere af feltturene, som f.eks. turen til Pinta. Dette betød blandt andet, at vi kunne demonstrere og diskutere metoderne for vegetationsanalyserne, således at de lokale forskere bedre vil kunne udnytte vores mangeårige indsats og vil kunne videreføre væsentlige dele af dette arbejde. Vi fik styrket samarbejdsrelationerne til både CDRS og nationalparktjenesten.

VÆDDERENS besøg var en stor succes. Der var betydelig lokal interesse for skibet og Galathea 3-ekspeditionen, måske mest fokuseret på temaer, som kunne have med klimaændringer og global opvarmning at gøre - hvilket jo er specielt interessant for folk, som bor på oceaniske øer.

VÆDDEREN og dens mandskab, forskerne, mediefolkene, gymnasieeleverne osv. var alle med til at præsentere Danmark på en god måde og til at højne den danske profil på Galápagos og i Ecuador.

Der er vist heller ikke før blevet talt så meget dansk i Puerto Ayora som under VÆDDERENS besøg.