



UDVIKLINGEN I BIODIVERSITET I KLELUND DYREHAVE 2010-2020

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 189

2020



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

UDVIKLINGEN I BIODIVERSITET I KLELUND DYREHAVE 2010-2020

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 189

2020

Rasmus Ejrnæs
Bettina Nygaard
Jesper Bladt
Camilla Fløjgaard

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer: Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 189

Titel: Udviklingen i biodiversitet i Klelund Dyrehave 2010-2020

Forfattere: Rasmus Ejrnæs, Bettina Nygaard, Jesper Bladt og Camilla Fløjgaard
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

Udgiver: Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL: <http://dce.au.dk>

Udgivelsesår: December 2020
Redaktion afsluttet: December 2020

Faglig kommentering: Flemming Skov
Kvalitetssikring, DCE: Jesper Fredshavn

Finansiel støtte: Klelund Dyrehave

Bedes citeret: Ejrnæs, R., Nygaard, B., Bladt, J. & Fløjgaard, C. 2020. Udviklingen i biodiversitet i Klelund Dyrehave 2010-2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 30 s. - Teknisk rapport nr. 189
<http://dce2.au.dk/pub/TR189.pdf>

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Denne rapport præsenterer en evaluering af udviklingen i biodiversiteten i periode 2010-2020 i Klelund Dyrehave baseret på indsamlede overvågningsdata. Udviklingen vurderes at være positiv baseret på en fremgang i arealet med beskyttet og udyrket natur, en fremgang for indikatorarter for en god naturtilstand og en fremgang i de naturlige processer knyttet til store planteædere og naturlige successionsprocesser i urørte skove.

Emneord: Biodiversitet, rewilding, dyrehave, naturforvaltning, naturgenopretning, vildsvin, krondyr

Layout: Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside: Camilla Fløjgaard

ISBN: 978-87-7156- 546-1
ISSN (elektronisk): 2244-999X

Sideantal: 30

Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som
<http://dce2.au.dk/pub/TR189.pdf>

Indhold

Sammenfatning	5
Indledning	6
1 Metoder	8
1.1 Metodetilgang	8
1.2 Data	8
1.3 Analysemetoder	9
2 Resultater	15
2.1 Fra plantage til biodiversitetsdyrehave	15
2.2 Formel juridisk naturbeskyttelse	17
2.3 Udvikling i arter og artsindikatorer	18
2.4 Udvikling i levesteder	19
2.5 Naturlige processer	22
3 Perspektivering og konklusion	25
3.1 Konklusion om udviklingen af biodiversiteten fra 2010-2020	25
3.2 Effekterne af græsning i Klelund Dyrehave	25
3.3 Effekterne af den øvrige arealforvaltning i Klelund Dyrehave	25
3.4 Fremtidsperspektiver for styrkelse af biodiversiteten i Klelund Dyrehave	26
4 Referencer	29

Sammenfatning

Vi har i denne rapport samlet og analyseret overvågningsdata fra Klelund Dyrehave indsamlet med henblik på at vurdere udviklingen af biodiversiteten fra 2010, hvor der blev givet tilladelse til at oprette en biodiversitetsdyrehave og frem til evalueringen af tilladelsen i 2020.

Vi har evalueret udviklingen i biodiversiteten fra 2010-2020 ved at se på en række indikatorer som beskriver henholdsvis arter, levesteder og processer. For arterne har vi fokuseret på karplanter og mosser, da det er disse arter, som har været overvåget. For levesteder har vi set på arealtyper samt på indikatorer for levestedernes tilstand, herunder trusler mod levestedernes tilstand såsom tilgroning, eutrofiering og afvanding. Endelig har vi set på særlige levesteder som dødt ved og ådsler. For processerne har vi fokuseret evalueringen på etableringen af en naturlig græsningsproces.

De undersøgte indikatorer peger i hovedsagen på at biodiversiteten i Klelund Dyrehave er i fremgang. Der er fremgang for artsdiversitet og for antallet af følsomme indikatorarter for god tilstand (arter med mindst 4 i artsscore i det nationale naturtilstandssystem). Desuden er der fremgang i arealet med lysåben natur og arealet med urørt skov, i mængden af dødt ved og ådsler samt i antallet af forskellige store planteædere i dyrehaven. Græsningsfunktionens naturlighed er også øget i perioden i kraft af at tilskudsfodringen er ophørt.

Der er stadig mulighed for at øge naturligheden af græsningen, som i dag foregår ved en unaturlig lav tæthed af store planteædere. Tilsvarende er der mulighed for at sikre naturen bedre gennem en tinglysning af beskyttelse på dyrehavens areal mod fremtidig intensivering af naturresourseudnyttelsen.



Krondyr er den hyppigste planteæder i Klelund. Foto Camilla Fløjgaard.

Indledning

Klelund Dyrehave er en privatejet dyrehave på 1.415 ha med en hegnslængde på ca. 17 km. Dyrehaven blev etableret i 2010 som en ”biodiversitetsdyrehave”, dvs. en dyrehave med øget biologisk mangfoldighed som hovedformål (Miljøministeriet, Vejledning om Skovloven, Bilag 7 – retningslinjer for tilladelser til dyrehaver af hensyn til biodiversitet). I erkendelsen af, at de danske skove rummer store naturværdier og biodiversitet, men i dag overvejende drives med forstlig produktion som formål og dermed mangler naturlige processer, der kan bidrage til biodiversiteten, giver biodiversitetsdyrehaverne mulighed for at etablere græsning i skov.

Dyrehavetilladelsen blev givet med flere forbehold, herunder at dyrehavedriften skulle medføre en betydelig øget biologisk mangfoldighed, der senest skulle kunne konstateres 10 år efter etableringen.

Med hegningen i 2010 blev en del af den lokale bestand af krondyr og rådyr i Klelund Plantage heget inde og har siden bidraget med græsning i dyrehaven. Der er desuden foretaget en række indsatser i dyrehaven, der havde til formål at genoprette et naturligt og varieret økosystem ved at genskabe naturlige processer, variation i levesteder og gunstige miljøforhold for sjældne og truede arter. Indsatserne inkluderer bl.a. genopretning af græsning ved en øget bestand af krondyr og genudsætning af vildsvin, genopretning af naturlig hydrologi, konvertering af plantage til skov med flere hjemmehørende træer, konvertering af skov til lysåben natur, samt etablering af mere dødt ved i skovene.

Selvom indsatserne er gennemført i forventning om et positivt bidrag til biodiversiteten i Klelund Dyrehave, så kan det være svært at observere positive effekter på biodiversiteten fx målt på antallet af sjældne arter. Flere ting gør sig gældende. Selv om der er gennemført en række forskellige indsatser i den 10-årige periode, så kan det tage længere tid at genoprette og omstøde flere hundrede års kulturpåvirkning i form af målrettet forstlig og landbrugsmæssig drift på arealerne. Sjældne og truede arter er i dag selvsagt fåtallige eller findes spredt i landskabet og muligvis i stor afstand fra Klelund Dyrehave, så selvom indsatserne har skabt mere gunstige forhold for sjældne og truede arter kan disse have svært ved at sprede sig til Klelund Dyrehave på den relativ korte periode. Biodiversiteten i Danmark har generelt været i tilbagegang i perioden (Ejrnæs m.fl. 2011, Fredshavn m.fl. 2019, Moeslund m.fl. 2019) og både reduceret spredning og reducerede metapopulationsstrukturer, der ellers ville bidrage til biodiversiteten på landskabsskala, må forventes at have haft indflydelse på udviklingen af biodiversiteten i Klelund Dyrehave i perioden. Derfor vil en mindre dårlig udvikling i biodiversiteten i Klelund Dyrehave end nationalt også kunne tolkes som et positivt bidrag til biodiversiteten.

I løbet af de sidste 10 år har dyrehaven hyret anerkendte konsulenter i naturkortlægning til at indsamle data på biodiversiteten i dyrehaven efter standard metoder til overvågning af natur. Med udgangspunkt i det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA, www.novana.au.dk) er der overvåget og indsamlet data på biodiversiteten i dyrehaven. Der er desuden suppleret med data på dyrenes økosystemeffekter. Data er analyseret med henblik på at besvare det overordnede spørgsmål: Hvordan har biodiversiteten udviklet sig i dyrehaven fra 2010 til 2020? For at tilgodese flere

aspekter af biodiversiteten er der fokuseret på følgende indikatorbaserede elementer: 1) arter, 2) levesteder og 3) naturlige processer. Som mål for biodiversiteten tager vi udgangspunkt i indikatorer for naturtilstand og -udvikling, som også benyttes til Artikel 17 afrapporteringen af bevaringsstatus af habitattaturtyper til EU (Fredshavn m.fl. 2019) og til vurdering af status og udvikling af biodiversitet i Danmark (Ejrnæs m.fl. 2011).

*Dødt ved er en mangelvare i danske skove og også i Klelund. Men mængden af dødt ved er signifikant stigende i perioden.
Foto Camilla Fløjgaard*



1 Metoder

1.1 Metodetilgang

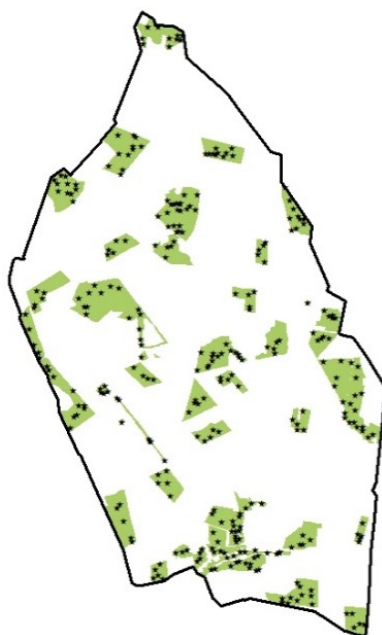
Vi vurderer udviklingen for biodiversiteten i Klelund Dyrehave ved at se på henholdsvis arter, levesteder og processer. Denne tilgang svarer til analysen af udviklingen i Danmarks biodiversitet frem mod henholdsvis 2010-målet (Ejrnæs et al. 2011) og 2020-målet (Ejrnæs et al. in prep.).

1.2 Data

Dyrehavens overvågningsprogram er i store træk designet som det nationale overvågningsprogram for terrestriske naturtyper (se <http://novana.au.dk>). Den første overvågning er gennemført på 290 prøvefelter i 2011. Derefter er der suppleret med yderligere 10 prøvefelter samt 10 kontrol-prøvefelter i frahegninger i dyrehaven og de i alt 310 prøvefelter er derefter overvåget i 2013, 2015 og 2019. Da data er indsamlet iht. den tekniske anvisning for overvågning af terrestriske naturtyper i NOVANA programmets kontrolovervågning (Fredshavn m.fl. 2018) vil vi her kun kort gennemgå data.

For hver naturtype overvåges forekomsten af plantearter og deres dækningsgrader ved pinpoint analyser og der er registreret en række parametre relateret til struktur og funktion. De 310 prøvefelter er udlagt på 46 stationer og rummer både lysåben natur og skov (hvoraf én station rummer de 10 kontrol frahegninger, som ligger spredt i dyrehaven) (se Figur 1.1). Stationerne kan rumme én eller flere habitatnaturtyper, eller i dette tilfælde naturtyper under konvertering eller udvikling mod habitatnaturtyper eller anden natur. Nogle prøvefelter er konverteret fra skov til lysåben i løbet af perioden, mens andre prøvefelter rummer mosaiknatur eller successionsstadier mellem lysåbent og skov. Selve registreringen foretages i tilfældigt udlagte prøvefelter og et omgivende felt af hhv. 5 m for lysåben natur eller 15 m radius skov (5 m og 15 m cirkler). Det er de samme felter, der er overvåget i de fire år.

Figur 1.1. Oversigt over placeringen af de 46 overvågningsstationer og 310 prøvefelter i Klelund Dyrehave.



Som supplement til ovenstående er der ydermere indsamlet data på effekterne af dyrenes påvirkning på vegetationen. Det er indsamlet som bid på knopper og tynde kviste og barkskrælning på træer. Metoden er udviklet til Klelund og er ændret undervejs. I 2019 er der yderligere tilføjet en registrering af vildsvinenes forstyrrelser af jorden som antal m² per cirkel.

Ud over dataindsamlingen til overvågning af naturtyperne er der desuden en række nøgletal fra dyrehaven, der kan bruges til at kvantificere hvad dyrehaven har bidraget med ift. biodiversitet og naturgenopretning. Tætheden af rådyr og krondyr er estimeret årligt baseret på faldtællinger i foråret og justeret ift. afskydning. Fra 2016 er tætheden af vildsvin også estimeret. Vi har omregnet tætheden af dyr til kg store planteædere/ha for at kunne sammenligne med videnskabelige vurderinger af intervaller for naturlige tætheder i tempererede økosystemer.

1.3 Analysemetoder

Vi har udvalgt et antal indikatorer for arter, levesteder og processer, hvor det er muligt enten at evaluere den tidlige udvikling af indikatoren i overvågningsperioden eller evaluere om indikatoren opfylder bevaringskriterierne for gunstig bevaringsstatus for tilsvarende naturtyper i det nationale overvågningsprogram eller eventuelt en baseline for naturlige tempererede økosystemer. Indikatorer og beregningsmetoder er beskrevet i tabel 1.1.

Målsætningen for Klelund afviger lidt fra målsætningen for habitatdirektivets naturtyper, idet tilladelsen er givet på den betingelse at der skal kunne fremvises en fremgang for biodiversiteten som konsekvens af dyrehaven. Derfor vil en fremgang for en indikator i denne rapport blive tolket som målopfyldelse. Der kan dog være steder, hvor en indikator viser fremgang for nogle arealkategorier og tilbagegang for andre, og der vil vi inddrage eksempelvis tilstanden i vurderingen af hvor alvorligt en eventuel tilbagegang i en indikator er. Hvis en indikator viser overvejende tilbagegang vurderer vi at der ikke er målopfyldelse.

De fleste indikatorer stammer fra Klelunds overvågningsprogram med 310 prøvefelter, og vi har valgt at analysere udviklingen ved at stratificere disse prøvefelter i følgende fem forskellige arealkategorier:

Kontrol (frahegninger) lysåben natur	6 prøvefelter
Kontrol (frahegninger) skovnatur	4 prøvefelter
Lysåben natur	125 prøvefelter
Skovnatur	133 prøvefelter
Skovnatur genoprettet som lysåben	42 prøvefelter

I praksis er de statistiske analyser af frahegningerne mest interessante i forhold til effekterne af frahegningerne sammenlignet med de uhegnede felter og ikke så meget signifikansniveauerne, fordi der er så lille en stikprøve at der skal meget store forskelle til før de er signifikante.

Arter

For at beskrive udviklingen i artsdiversiteten bruger vi data fra 5m-cirklernes vegetationsanalyse. Vi ser på udviklingen i total artsantal af planter og mosser, men også særskilt på antallet af indikatorarter (karplanter) for en god habitatkvalitet (Fredshavn & Ejrnæs 2007), de såkaldte enstjerne- og tostjernearter, der har en artsscore på hhv. 4-5 og 6-7. Der er en lille forskel på arter, som

regnes for enstjernearter i skovene og i de lysåben naturtyper, så vi har analyseret på begge opgørelser. Vi analyserer også andelen af indikatorarter for lysåben natur i prøvefelterne for at dobbelttjekke om en eventuel ændring skyldes at der blot generelt bliver fundet stadig flere plantearter i felterne i takt med at de er besøgt flere gange.

Endelig har vi analyseret udviklingen i dækningen af dværgbuske, fordi Klelund Dyrehave overvejende forekommer på en sandet bund med dværgbuske som naturlig vegetation mange steder. Selvom karplanter og mosser ikke giver en perfekt repræsentation af diversiteten inden for andre organismegrupper, så vil en artsrig karplantevegetation alt andet lige også fremme artsrige samfund af svampe og dyr (Brunbjerg et al. 2018), særligt når analyserne af planterigdom kombineres med analyser af bioindikation af vigtige miljøforhold.

Levesteder

For levestederne har vi valgt at fokusere på udviklingen i arealet af naturområder undtaget fra produktion, det vil sige ændringer i arealanvendelse fra dyrket skov og mark til lysåben natur samt ændringer i arealanvendelse fra forstligt drevet skov til urørt skov med ophørt forstlig drift. Desuden ser vi på udviklingen i en række indikatorværdier (Ellenbergs indikatorværdier), som kan give en indikation på om de overvågede 5m-cirkler generelt er blevet mere eller mindre lyse, næringsrige og våde gennem perioden. Ellenbergs indikatorværdier er en biokalibrering, som bygger på plantearters præference for levestedsvilkår, og skal derfor altid tolkes med forsigtighed. På den anden side er der evidens for at denne form for biokalibrering kan være mindst lige så troværdigt et udtryk for biodiversitetens vilkår som omkostningstunge jordbundsmålinger (Andersen et al. 2013).

Endelig kigger vi på vedplantedække, dødt ved og ådsler for at vurdere om der sker en tilgroning og om der er en positiv udvikling i levesteder knyttet til dødt ved og ådsler. Der er også vigtige levesteder knyttet til lort fra planteædere, men det behandler vi under processer.

Når det gælder levestederne ser vi også på om der foreligger kriterier for gunstig bevaringsstatus og i så fald opgør vi hvor mange prøvefelter inden for den relevante habitatnaturtype, som ikke kan opfylde henholdsvis det lempe og skærpe kriterium for god tilstand. Kan man ikke opfylde det lempe kriterium vurderer vi at tilstanden med sikkerhed ikke er god. Kan man opfylde de skærpe kriterium vurderer vi at tilstanden med sikkerhed er god. Der kan dog godt være en positiv udvikling for biodiversiteten selvom tilstanden ikke er god, så her er primært tale om supplerende informationer og ikke om målopfyldelse i forhold til en positiv biodiversitetsudvikling.

Processer

For processernes vedkommende fokuserer vi på funktionen af de store pattedyr i Klelund Dyrehave. Vi ser på udviklingen i faunadiversiteten og vi ser på udvikling i tætheden af store planteædere og på om tætheden er inden for intervallet for baseline for naturlige tætheder i tempererede økosystemer. Endelig ser vi på effekten af dyrene i form af vildsvinenes oprodning og hjortenes bid og barkskræling af vedplanter. Andre processer såsom naturlig hydrologi, succession, stormfald, sygdomsangreb og lignende dækkes delvist under behandlingen af levestedsindikatorer såsom dødt ved og jordfugtighed.



Vildsvin skaber dynamik i skove og åbent land, her er en bevoksning af ørnebregne blevet gennemrodet i egeskoven. Foto Rasmus Ejrnæs

Hvor det er muligt, sammenligner vi tilstand og udvikling i Klelund med tilsvarende tal for tilsvarende naturtyper i resten af landet, ligesom vi sammenligner indikatorer fra dyrehaven med indikatorer fra de frahegnede kontrolfelter.

Tabel 1.1. Detaljer om analysemetoder og data

Indikator	Data og analysemetode
Arter	
Antal plantearter (inkl mosser)	Ændring i antallet af karplanter og mosser. Udviklingen analyseres ved en mixed-effects poisson regression med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for hhv lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.
Antal følsomme plantearter (lysåben)	Ændring i antallet af karplantearter med en artsscore for lysåbne habitattyper på mindst 4 (efter Fredshavn & Ejrnæs (2007) – de såkaldte enstjerne- og tostjernearter. Indikatoren er beregnet ud fra artslisters indsamlet i 5 m cirkler i perioden 2011-2019. Analysemetoder og resultater er beskrevet på novana.au.dk. Udviklingen analyseres ved en mixed-effects poisson regression med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.
Antal følsomme plantearter (skov)	Ændring i antallet af karplantearter med en artsscore for skovhabitattyper på mindst 4 (efter Fredshavn & Ejrnæs (2007)). Indikatoren er beregnet ud fra artslisters indsamlet i 5 m cirkler i perioden 2011-2019. Udviklingen analyseres ved en mixed-effects poisson regression med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.
Andelen af følsomme plantearter	Ændring i andelen af karplantearter med en artsscore for lysåbne habitattyper på mindst 4 divideret med antallet af karplantearter. Andelen af følsomme plantearter analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.
Dækningen af dværgbuske	Ændring i dækningen af dværgbuske i % af 5m-cirklen. Dækningen af dværgbuske analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.
Levesteder	
Areal af lysåbne naturarealer uden produktion	Arealet inden for dyrehaven som i perioden er overgået fra plantage eller dyrket mark til lysåben natur uden produktion.
Areal af skove og plantager som er udlagt til urørt skov	Udviklingen i arealet inden for dyrehaven, som i perioden er overgået fra forstlig drift til urørt skov uden produktion
Vegetationshøjde	Udviklingen i højden af urtevegetationen i prøvefelterne. Vegetationshøjden analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. For de habitatnaturtyper, hvor der er angivet bevaringskriterier (Nygaard et al. 2020) undersøger vi hvor stor en del af prøvefelterne i Klelund, som ikke kan opfylde henholdsvis de lempede (bør kunne opfyldes i god natur) og skærpede bevaringskriterier (kun god natur kan opfylde disse).
Næringsstof	Udviklingen af prøvefelternes Ellenberg-indikatorværdi for næring. Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben.

	Næringsstoffallet bør ligge inden for habitatnaturtypernes naturlige variationsbredde og ikke være stigende i perioden. For de habitatnaturtyper, hvor der er angivet bevaringskriterier for næringsstofal eller for næringsratio (Nygaard et al. 2020) undersøger vi hvor stor en del af prøvefelterne i Klelund, som ikke kan opfylde henholdsvis de lempede (bør kunne opfyldes i god natur) og skærpede bevaringskriterier (kun god natur kan opfylde disse).
Lys-tal	Udviklingen af prøvefelternes Ellenberg-indikatorværdi for lystilgængelighed. Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. Lystallet bør være stigende for skovene i området, da disse tidligere har været mørke plantager.
Tilgroning opvækst	Udvikling i dækningen af vedplanter under 1 m i 5m cirklerne. Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. Tilgroningsgraden bør være inden for eventuelle kriterier for gunstig bevaringsstatus.
Tilgroning kronedække	Udvikling i dækningen af vedplanter over 1 m i 5m cirklerne. Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. Vi undersøger, om tilgroningsgraden overskrider eventuelle kriterier for gunstig bevaringsstatus.
Fugtighedstal	Udviklingen af prøvefelternes Ellenberg-indikatorværdi for fugtighed. Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. Nåletræsplanter har en drænende effekt på landskabet, ligesom man ofte dræner før tilplantning. Derfor bør fugtighedstallet være stabilt eller stigende i området.
Dødt ved	Udviklingen i mængden af dødt ved i 15m-cirklerne (m ³ /ha). Udviklingen analyseres med en lineær mixed-effects model med 5m-cirkel som random effect og arealkategori som co-variabel, så udviklingen belyses for lysåbne arealer, skovarealer, ryddede arealer samt fraegninger af hhv skov og lysåben. Mængden af dødt ved i skov-prøvefelterne bør være stigende. Her vurderer vi også bevaringskriteriet for dødt ved i lavproduktive skove.
Ådsler	Udviklingen i mængden af ådsler i dyrehaven i den 10-årige periode. Vi har ikke data på disse, men baserer vurderingen på anekdotisk viden. Ud fra en biologisk baseline bør forekomsten af ådsler være stigende op imod en ikke fastlagt baseline (som dog er proportional med baseline for tætheden af store planteædere).
Processer	
Naturlig græsning – Diversitet af store planteædere	Udviklingen i antal arter af store planteædere med væsentlige økosystemeffekter.
Naturlig græsning – Tæthed af store planteædere	Tilstand og udvikling i tætheden af store planteædere målt i kg/ha. Udviklingen vurderes på baggrund af data fra 2011 til 2020. Udviklingen vurderes desuden i forhold til en skønnet baseline i et interval på 70-250 kg/ha for danske økosystemer (Fløjgaard m.fl. in prep)

Naturlig græsning – Tilskuds fodring	Status og udvikling i tilskuds fodring i foderenheder (FE) og tilsvarende estimeret reduktion i eller skævvridning af en naturlig græsningseffekt.
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (bid)	Bidpåvirkning er angivet som en kategorisk variabel (ingen, let, middel, hård) per træart og størrelseskategori i prøvefelterne. Vi tager udgangspunkt i den maksimale bidpåvirkning i skov-prøvefelter i 2019 og beregner andelen af skov-prøvefelter med bidpåvirkning i de forskellige kategorier. Til sammenligning registreres "vildtbid" i kortlægningen af habitatnaturskov (vildtbid på foryngelse) (Fredshavn m.fl. 2018) som andelen af typetræer eller skovdannende træer under 3 m højde, der har tydelig bidpåvirkning (her medregnes bid, skrab/fejning fra vilde dyr såvel som husdyr).
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (barkskrælning)	Barkskrælning er registreret som andelen af individer med barkskrælning inden for træart og størrelseskategori. Det er regnet om til andelen af træer med barkskrælning under 4 m højde med tegn på barkskrælning i skov-prøvefelterne i 2019 for at være sammenligneligt med registreringen af "vildtbid" i kortlægningen af habitatskov (om end, det her registreres på træer <3m) (Fredshavn m.fl. 2016).
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (oprodning)	Vildsvinenes oprodning af jorden er registreret som andelen af kvadratmeter i prøvefelterne (hhv. 5 og 15m-cirkler for lysåben og skovnatur) i 2019.



Frahegninger i dyrehaven gør det muligt at sammenligne udviklingen med og uden græsning. Foto Rasmus Ejrnæs

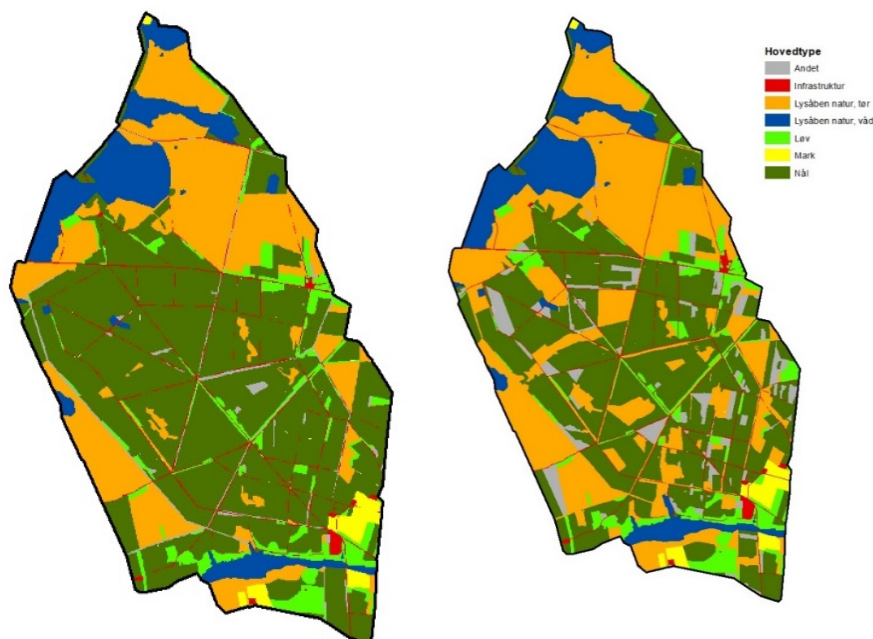
2 Resultater

2.1 Fra plantage til biodiversitetsdyrehave

Arealudvikling fra 2010-2020

Som en del af konverteringen til en "biodiversitetsdyrehave" er sket nogle forandringer af arealanvendelsen i Klelund Dyrehave i perioden 2010 til 2020 (Figur 2.1 og Tabel 2.1). I 2010 udgjorde nåleskov 54% af arealet (764 ha), og de gennemførte rydninger (særligt i 2012 og 2013) har reduceret dette areal med 178 ha. De ryddede arealer bestod primært af sitka-gran, rød-gran, lærk og nobilis-gran. Arealet med "slette", der er tør lysåben natur i succession mod overdrev eller hede, er tilsvarende øget fra 21 til 146 ha.

Figur 2.1. Oversigt over arealanvendelsen i Klelund Dyrehave i 2010 (til venstre) og 2020 (til højre) fordelt på de overordnede arealkategorier: Løvskov, nåleskov, lysåben tør natur, lysåben våd natur, mark, infrastruktur og andet. Se de specifikke arealkategorier i Tabel 2.1.



Vegetationsdata fra de overvågede 5m-cirkler placeret i lysåben vegetation (undtaget frahegninger) er blevet brugt til at klassificere naturtyperne i Klelund Dyrehave. Klassifikationen er foretaget som superviseret klassifikation baseret på en klassifikationsmodel lavet på et træningsdatasæt fra det nationale overvågningsprogram. Resultatet af klassifikationen viser at de lysåbne overvågede arealer især består af tør hede, efterfulgt af sure moser, surt overdrev, natureng, kalkrige moser, tørre krat og græsmarker (ingen habitattype) (se Tabel 2.2). Der er ikke den store udvikling i naturtyperne gennem perioden (se tabel), og de små forskelle mellem årene kan skyldes forskelle i vejr og registreringstidspunkter – man skal tænke på at visse prøvefelter kan ligge lige på grænsen mellem to vegetationstyper, så små forskelle kan tippe den ene eller anden vej. Fordelingen på naturtyper er opgjort i % for at øge sammenligneligheden mellem årene.

Tabel 2.1. Oversigt over arealfordelingen i Klelund Dyrehave i 2010 og 2020, samt ændringerne i den 10-årige periode. * fejl i bevoksningsdata, da alle sitka-graner er ryddet i perioden.

Hovedtype	Arealkategori	Areal (ha)		Æn- dring
		2011	2020	
Andet		26,93	72,4	45,5
Infrastruktur		36,3	37,1	0,8
	Hus	4,8	5,7	0,9
	Befæstede veje	11,6	11,4	-0,2
	Brandbælter, fodermark	20,0	0	-20,0
	Brandbælter, natur	0	20,0	20,0
Løvskov		94,0	100,5	6,4
	Anden løv	4,2	3,5	-0,7
	Birk	2,7	2,7	0,0
	Eg	33,5	42,6	9,0
	Rød-eg	6,0	6,2	0,2
	Bøg	47,6	45,5	-2,1
Lysåben natur, tør		343,4	467,0	123,6
	Hede	322,1	320,9	-1,2
	Slette	21,3	146,1	124,8
Lysåben natur, våd		133,3	134,6	1,4
	Eng	16,2	16,2	0,0
	Mose	112,5	113,9	1,4
	Sø	4,6	4,6	0,0
Mark		23,0	23,0	0,0
	Dyrket mark	23,0	0	
	Opgivet ager	0	23,0	
Nåleskov		764,0	586,4	-177,6
	Ædelgran	18,2	6,8	-11,3
	Bjerg-fyr	15,8	14,5	-1,3
	Douglas-gran	61,7	57,1	-4,6
	Lærk	208,6	168,5	-40,1
	Nobelis-gran	27,5	5,9	-21,6
	Rød-gran	346,4	304,4	-42
	Sitka-gran	56	1,5 *	-54,5
	Skov-fyr	11,5	20,7	9,2
	Øvrige ikke-hjemmehørende nåletræer	18,3	6,9	-11,4
Samlet		1421,0	1421,0	

Tabel 2.2. Oversigt over prøvefelternes fordeling på naturtyper i de fire år der er lavet vegetationsanalyser.

Naturtype	Habitatnaturtyper	Andel af prøvefelter (%)			
		2011	2013	2015	2019
Heder	Tør hede (4030)	65	57	60	61
	Våd hede (4010), nedbrudt høj-				
Sure moser	mose (7120) og hængesæk (7140)	24	23	25	26
Surt græsland	Surt overdrev (6230)	5	12	10	10
Naturenge	Tidvis våd eng (6410)	3	4	4	3
Kalkrige moser	Kildevæld (7220) og rigkær (7230)	2	2	1	1
Tørre krat	Tørre krat (5130)	1	0	0	0
Græsmarker	Ikke habitatnatur	0	2	0	0

2.2 Formel juridisk naturbeskyttelse

Et af de forhold som er særligt problematisk for biodiversiteten i Danmark er manglen på effektiv juridisk beskyttelse af natur og biodiversitet mod de største trusler. Da denne beskyttelse ikke følger automatisk af almindelig dansk lovgivning, vil den i dagens Danmark forudsætte tinglyste deklarationer, som lægges ned på naturarealerne.

Der er ikke nogen formel juridisk beskyttelse af biodiversiteten i Klelund Dyrehave ud over den beskyttelse, der fandtes allerede før udpegningen, i form af habitatområdeudpegningen af den sydlige del af dyrehaven, naturtypebeskyttelsen af heder, moser, enge og overdrev efter Naturbeskyttelseslovens §3 samt Skovlovens beskyttelse af eksisterende skove mod konvertering til anden anvendelse. Efter et eventuelt salg vil dyrehaven altså uden videre kunne gå tilbage til almindelig kommerciel plantagedrift med monotone bevoksninger, tynding og hugst, nedlæggelse af dyrehavehegnet, bortskydning af vildsvin og svækkelse af hjortenes græsningseffekter. Det er dog sandsynligt at arealer, som tidligere har været omlagt som fodermarker, vildtagre og omdriftsarealer med tiden vil kunne vokse ind under §3-beskyttelsen i Naturbeskyttelsesloven, hvorved de vil være bedre beskyttet end traditionelle omdriftsarealer.

Hjortenes sølehuller er med til at skabe variation og blottede mudflader. Foto Rasmus Ejrnæs



2.3 Udvikling i arter og artsindikatorer

Udviklingen i de overvågede mål for artsdiversitet i Klelund i perioden er præsenteret i tabel 2.3. Generelt er antallet af planter (karplanter og mosser) gået frem i prøvefelterne gennem overvågningsperioden – dog ikke i frahegningerne, hvor udviklingen ikke er signifikant og desuden svinger omkring status quo. Antal følsomme plantearter (indikatorarter for god naturtilstand) har også været i signifikant fremgang med den største fremgang for arealer, som i perioden er konverteret fra plantage til lysåben natur, efterfulgt af lysåbne naturarealer. Heller ikke her finder vi en signifikant udvikling i frahegningerne. For skovene er der en fremgang for følsomme skovarter, men ikke for følsomme arter defineret for de lysåbne naturtyper på trods af et væsentligt artsoverlap mellem de to lister. Udviklingen i andelen af lysåbne indikatorarter bekræfter generelt udviklingen i antallet af arter, hvilke vi tager som tegn på at der er tale om en reel forbedring af naturtilstanden.

Dækningen af dværgbuske er generelt i fremgang for de lysåbne naturtyper og i tilbagegang for skovene (dog ikke signifikant), og igen er udviklingen ikke signifikant for frahegningerne. Der er en positiv udvikling i antallet af insektbestøvede vedplanter for skovene i Klelund, mens situationen er uændret i frahegninger og lysåbne områder. De mest udbredte insektbestøvede vedplanter i Klelund er almindelig røn, tørst, glansbladet hæg (dog invasiv art), almindelig gedeblad og gyvel.

Vi har sammenlignet udviklingen i Klelund med udviklingen i habitatnaturtyper uden for Klelund som modsvarer de hyppigste inden for Klelund, nemlig våd hede (4010), tør hede (4030), surt overdrev (6230), tidvis våd eng (6410), rigkær (7230) og stilkegekrat (9190).

For hedetyperne finder vi blandt habitatnaturtyperne på landsplan en signifikant tilbagegang i dækningen af dværgbuske, mens vi i Klelund finder en stigning i dækningen af dværgbuske i perioden.

For græsland, eng og rigkær finder vi generelt en stabil udvikling i antal arter og antal indikatorarter, mens vi generelt finder stigende antal arter og antal følsomme arter i Klelund i perioden.

For stilkegekrattene (habitattype 9190) består 88% af NOVANA-prøvefelterne det lempede kriterium for antal insektbestøvede vedplanter, mens 50% består det skærpede kriterium (for den atlantiske biogeografiske region, hvori Klelund ligger) (Nygaard m.fl. 2020). Niveauet for insektbestøvede vedplanter er lavere i Klelunds skove samlet set, men i modsætning til den nationale trend ses en positiv udvikling i insektbestøvede vedplanter.

Samlet set må det siges at udviklingen i Klelund er klart mere positiv for artsindikatorerne end den tilsvarende udvikling i habitatnaturtyperne på landsplan.

Der er ikke gennemført en systematisk overvågning af diversiteten af dyr og svampe i Klelund Dyrehave, men der findes anekdotisk evidens for fremgang af faunaen knyttet til ådsler – det gælder både direkte ådselsædende biller og fugle som rovfugle og ravne og indirekte arter som rødrygget tornskade, som fouragerer på de store insekter omkring ådslerne. Endvidere er der en stærk bestand af natravn i dyrehaven, som har fordel af de forøgede grænseflader mellem skove og lysåbne hedelandskaber. Den positive udvikling i diversiteten af plantearter og særligt indikatorarter for god naturtilstand er også en indikation på forbedrede forhold for diversiteten af dyr og svampe.

Tabel 2.3. Status og udvikling samt vurderet målopfyldelse for biodiversitetsindikatorer. Målet er fremgang i tilstanden udtrykt ved indikatorerne. Målopfyldelsen vurderes som ukendt (grå), i tydeligt negativ udvikling (rød), i blandet udvikling (gul), i neutral eller positiv udvikling (grøn). Tilstandskolonnen giver hvor dette er relevant supplerende information om opfyldelse af kriterier for gunstig bevaringsstatus. Signifikansniveauer er: * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$

Indikator	Tilstand	Udvikling	Målopfyldelse
Arter			
Antal plantearter (inkl mosser)	Tilstand ikke relevant	Kontrol/lysåben	-0,16/år NS
		Kontrol/skov	0,05/år NS
		Lysåben	0,32/år***
		Skov	0,31/år***
		Skov mod lysåben	0,64/år***
Antal følsomme plantearter (lysåben)	Tilstand ikke relevant	Kontrol/lysåben	0,027/år NS
		Kontrol/skov	-0,11/år NS
		Lysåben	0,16/år***
		Skov	-0,0008/år NS
		Skov mod lysåben	0,27/år***
Antal følsomme plantearter (skov)	Tilstand ikke relevant	Kontrol/lysåben	0,09/år NS
		Kontrol/skov	0,02/år NS
		Lysåben	0,21/år***
		Skov	0,07/år *
		Skov mod lysåben	0,30/år***
Andelen af følsomme plantearter (lysåben)	Tilstand ikke relevant	Kontrol/lysåben	0,6%/år NS
		Kontrol/skov	-0,4%/år NS
		Lysåben	0,2%/år*
		Skov	-0,5%/år***
		Skov mod lysåben	0,8%/år***
Dækningen af dværgbuske	For tørre heder i Klelund er middelværdien 26% dværgbuskdækning og medianværdien 6%.	Kontrol/lysåben	1,6%/år NS
		Kontrol/skov	-0,6%/år NS
		Lysåben	0,67%/år ***
		Skov	-0,33%/år NS
		Skov mod lysåben	1,4%/år ***
Insektbestøvede arter af vedplanter	Kriterium (lempet/skærpet) for skove sat til 1,5 og 3 arter per 5m cirkel Kontrol/skov: 42%/50% Skov: 46%/72%	Kontrol/lysåben	0,02/år NS
		Kontrol/skov	0,08/år NS
		Lysåben	-0,02/år NS
		Skov	0,07/år***
		Skov mod lysåben	0,01/år NS

2.4 Udvikling i levesteder

Der er i perioden gennemført naturgenopretning i form af rydning af rødgran og eksotisk opvækst på lysåbne naturarealer samt rydning af rødgran og eksotiske nåletræer i plantagerne. Desuden er omlægningen opgivet på 23 ha tidligere marker, hvor der blev dyrket vinterfoder til krondyrerne i dyrehavens første år. Disse marker er i dag under succession mod græsland og hede sammen med de omtrent 20 ha med tidligere vildtagre i dyrehavens brandbælter langs vejene. Det har betydet at arealet med lysåben natur er øget fra 477 ha til 645 ha i perioden. Samlet set giver dette en øgning i de lysåbne naturarealer fra 34% til 45% af dyrehaven på bekostning af produktionsarealer med marker og plantager. Af den samlede dyrehave er 49 % i dag udlagt som urørt skov og 45 % er udlagt som lysåben natur uden nogen form for produktion. Dette er enestående biodiversitetsfremmende og meget usædvanligt i Danmark.

Udviklingen af kvaliteten af levestederne i Klelund er overvejende positiv målt ud fra de overvågede indikatorer (Tabel 2.4). Vegetationshøjden er generelt lav

og opfylder stort set bevaringskriterierne for gunstig bevaringsstatus. Størst overskridelse finder vi for kildevæld og rigkær, som i Klelund forekommer i ådalen i den sydlige del af området. Der er dog en signifikant stigende vegetationshøjde i de lysåbne naturtyper – mest for frahegningerne naturligvis. Men også de lysåbne naturtyper uden for frahegningerne ser ud til at have stigende vegetationshøjde i perioden – dette tolker vi som en udvikling i den gale retning, men endnu ikke åbenlyst negativt i lyset af den ringe overskridelse af bevaringskriterierne for de relevante habitatnaturtyper. Det er også muligt at stigningen i vegetationshøjde kunne skyldes afskrælning af tørvelag på nogle af områdets større hedestrækninger, men det ville kræve analyser i et andet detaljeringsniveau at teste denne hypotese. Denne indikator er foreløbig vurderet ukendt i målopfyldelse. Vi observerer den modsatte effekt for skovene, hvor vegetationshøjden er faldende, men dette kan også skyldes et tættere krone-dække, hvilket ikke kan tages som et positivt tegn for biodiversiteten.

Næringsstoffallet er stigende i skov og har en tendens til at være faldende i lysåben natur – der dog kun er signifikant for frahegningerne. Til gengæld er næringsstoffallet faldende i områder som i perioden er konverteret fra skov til lysåben natur, hvilket tyder på at det er lykkedes at genoprette næringsfattig natur efter tilgroning eller tilplantning. Der er generelt flest overskridelser af næringsstofkriterierne for gunstig bevaringsstatus for våd hede, surt græsland og rigkær/kildevæld. Næringsstoffallet er baseret på planternes indikatorværdier og det er derfor interessant at vi ikke finder nogen signifikant udvikling i kvælstofindholdet i løvprøverne i projektet ($p = 0,9$). Disse er analyseret for hele datasættet fordi stikprøven kun rummer 35 prøvefelter undersøgt tre gange.

C/N-forholdet for de tørre heder ligger under lempet og skærpet kriterium for bevaringsstatus for henholdsvis 22% og 97% af de tørre heder, hvilket svarer til de landsdækkende tal og tyder på langvarig atmosfærisk kvælstofbelastning. Det giver ikke mening at analysere udviklingen i C/N-forholdet da dette ikke ændrer sig over så korte tidsrum som 10 år (data viser heller ingen signifikant ændring).

Lys-tallet er signifikant faldende i prøvefelter i skov, hvilket tyder på en fortsat eller øget skyggevirksomhed i skovområderne. Da forstligt drevne skove i forvejen er uhensigtsmæssigt mørke bør dette tages som et dårligt tegn. Noget tilsvarende ses i øvrigt i NOVANA-overvågningen af habitatskove. Dækningen af høje vedplanter er generelt faldende, mens dækningen af lave vedplanter er generelt stigende. Dette kunne være et udtryk for naturgenopretning med fjernelse af træer – fx eksotiske nåletræer – men kunne samtidig tyde på at der sker en langsom tilgroning med ny opvækst. For rigkær (7230) er der, i de få undersøgte felter, en overskridelse af de lempede og skærpede kriterier for gunstig bevaringsstatus på henholdsvis 33% og 46% af prøvefelterne. Hjemmehørende vedplanter er positive for biodiversiteten, men øgning kan også være tegn på en uhensigtsmæssig langsigtet tilgroning. Den kraftige tilgroning af kontrolfelter med skov tyder på en betydelig browsing af krondyrerne uden for frahegningerne.

Fugtighedstallet er faldende for skov og for skov konverteret til lysåben natur og ellers uændret. Vi ved ikke hvorvidt dette skyldes øget afvanding i eksisterende drængrøfter, en generel udtørrende effekt af nåletræsbevoksninger eller om der ligger andre årsager til grund. Det bemærkes at ændringen er observeret i vegetationen og derfor udtrykker balancen mellem plantearterne

i vegetationen, som kan have andre årsager end miljøændringer – fx dyrenes fødepræferencer.

Mængden af dødt ved i skovene i Klelund er generelt lavere end kriterierne for gunstig bevaringsstatus for habitatskovene, men dog signifikant stigende gennem perioden. Den gennemsnitlige mængde af dødt ved i prøvefelterne i skov i Klelund ligger på 5,3 m³/ha, dog 13,7 m³/ha i fraegningerne. For habitatskovtypen stilkegekrat, ligger mængden af dødt ved i Klelund på gennemsnitligt 22,5 m³/ha. Til sammenligning ligger den gennemsnitlige mængde af dødt ved i danske skove på 6,1 og i stilkegekrat på 6,3 m³/ha (novana.au.dk, Nord-Larsen et al. 2018).

På landsplan er der en tendens til at dækningsgraden af lave vedplanter enten falder (våd og tør hede) eller er stabil (surt overdrev, tidvis våd eng og rigkær), mens dækningsgraden af høje vedplanter er stigende for flere habitat-typer (tør hede, surt overdrev og rigkær), og det samme gælder vegetationshøjden (tør hede og rigkær). Mønsteret i Klelund er omvendt hvad angår vedplanter i lysåben natur, hvor dækningen af lave vedplanter er stigende, mens dækningen af høje vedplanter er faldende. For vegetationshøjden ser vi samme mønster i Klelund som i resten af landet.

Tabel 2.4. Status og udvikling samt vurderet målopfyldelse for biodiversitetsindikatorer. Målet er at bidrage positivt til biodiversiteten. Målopfyldelsen vurderes som ukendt (grå), i tydeligt negativ udvikling (rød), i blandet udvikling (gul), i neutral eller positiv udvikling (grøn). For indikatorer hvor dette giver mening angives som supplerende information om tilstanden opfylder bevaringskriterierne.

Indikator	Status	Udvikling	Målopfyldelse
Levesteder			
Andelen af dyrehavens areal udlagt som lysåbne naturarealer uden produktion		Fra 34% af Dyrehavens areal til 45 % i perioden grundet ophørt omlægning af marker og vildtagre	
Andelen af dyrehavens areal som er udlagt til urørt skov		I kraft af udlægningen af dyrehavens skove til urørt skov er denne andel af dyrehaven vokset fra 0% til 49% af arealet	
Vegetationshøjde	Overskridelse af lempet og skærpet kriterium 6230: 0%/0% 6410: 0%/14% 7220: 17%/33% 7230: 4%/13%	Kontrol/lysåben 3,1 cm/år *** Kontrol/skov -1,3 cm/år NS Lysåben 1,0 cm/år *** Skov -1,3 cm/år*** Skov mod lysåben 0,1 cm/år NS	
Næringsstoftal	Overskridelse af lempet og skærpet kriterium for Ellenberg's næringsindikator: 4010: 36%/71% 4030: 8%/21% Ellenberg's næringsratio: 6230: 33%/92% 6410: 25%/57% 7220: 0%/100 7230: 29%/83%	Udvikling i Ellenbergs næringsstoftal Kontrol/lysåben -0,05/år * Kontrol/skov 0,03/år NS Lysåben -0,003/år NS Skov 0,02/år *** Skov mod lysåben -0,02/år ***	
N i løv	Overskridelse af lempet og skærpet bevaringskriterium for kvælstofindholdet i løvet: 4030: 8%/59%	Ingen signifikante ændringer i perioden	

C/N-forholdet	Overskridelse af lempet og skærpet bevaringskriterium for C/N: 4030:22%/97%	Ikke relevant at se på udviklingen over så kort et tidsrum	
Lys-tal	Ingen relevante kriterier	Kontrol/lysåben 0,01/år NS Kontrol/skov -0,01/år NS Lysåben 0,007/år ** Skov -0,007/år ** Skov mod lysåben 0,03/år ***	
Tilgroning opvækst Vedplanter < 1m	Ingen relevante kriterier	Kontrol/lysåben 0,3%/år NS Kontrol/skov 1,9%/år *** Lysåben 0,4%/år *** Skov 0,2%/år ** Skov mod lysåben 0,5%/år ***	
Tilgroning kronedække Vedplanter > 1 m	Overskridelse af skærpet og lempet kriterium 4010:11%/14% 4030: 17%/23% 6230: 0%/0% 6410: 11%/14% 7220: 8%/8% 7230: 33%/46%	Kontrol/lysåben -2,2%/år NS Kontrol/skov 2,3%/år NS Lysåben -1,9%/år *** Skov 1,6%/år *** Skov mod lysåben -3,9%/år ***	
Fugtighedstal	Overskridelse af skærpet og lempet kriterium 6230: 0%/0% 6410: 0%/14% 7220: 17%/33% 7230: 4%/13%	Kontrol/lysåben 0,03/år NS Kontrol/skov 0,03/år NS Lysåben 0,004/år NS Skov -0,02/år *** Skov mod lysåben -0,02/år **	
Dødt ved	Overskridelse af skærpet og lempet kriterium (10/30 m3 for alle Klelund-skove) Kontrol/skov: 67%/83% Skov: 87%/96%	Kontrol/skov 0,12/år *** Skov 0,04/år ***	
Ådsler		Mængden af ådsler har været stigende i perioden. Først og fremmest i kraft af en højere naturlig dødelighed som følge af alderdom.	

Ellenbergs næringsstofstal er stabilt eller stigende i de sammenlignelige lysåbne habitatnaturtyper på landsplan, mens det er stabilt eller faldende i Klelund. Dog er næringsstoffallet let stigende i skovene i Klelund, mens det generelt er stabilt i habitatdirektivets skovtyper på sandet bund. Overskridelsen af kriterierne for gunstig bevaringsstatus svarer i Klelund til de landsdækkende tal, hvilket antageligt afspejler næringsbelastning ved kvælstofdeposition og eventuelt stigende CO2 og temperaturer, der giver øget plantevækst, måske kombineret med generelt aftagende forstyrrelsesintensitet for hele Danmark.

2.5 Naturlige processer

Naturlig græsning

Indikatorerne for naturlig græsning viser en generelt positiv udvikling og der er tydelige tegn på en fremgang i de naturlige græsningsprocesser i perioden. Diversiteten af store planteædere øges med vildsvin, en unik nøgleart, og selv

om tætheden af store planteædere er stabil i perioden, så reduceres og ophører tilskudsfodringen, hvilket har øget græsningseffekten om vinteren og dermed bidraget til en mere naturlig græsningsproces. Der er registreret indikatorer på dyrenes økosystemeffekter i mange prøveflader i skov i dyrehaven. I en stor andel af prøvefelterne (82%) er der således registreret tegn på middel og hård påvirkning af bid. Tilsvarende er der påvirkning fra dyrenes barkskrælning i halvdelen af prøvefelterne og for en fjerdedel har mere end 10% af træerne tydelige tegn på barkskrælning. Det er svært at vurdere niveauet af denne økosystemeffekt, men til sammenligning viser kortlægningen af habitatskovnaturtyper inden for habitatområderne (efter Fredshavn m.fl. 2016), at blot 26% af de kortlagte forekomster viser tegn på vildtbid (herunder bid og barkskrælning) fra hjortevildt eller husdyr. Omfanget af både bid og barkskrælning vurderes derfor at være mere udbredt i dyrehaven end i de danske skove generelt. Da denne type af forstyrrelser generelt vurderes at være vigtige for at skabe variation i skoven i form af lys, veterantræer og dødt ved, så vurderes det, at dyrehaven har bidraget positivt med disse processer til biodiversiteten. Vildsvinene har desuden bidraget med fysiske forstyrrelser i form af oprodning af jordbunden. Denne effekt er mere udpræget i prøvefelterne i skov end i lysåben natur i dyrehaven, hvor ca. en fjerdedel af prøvefladerne viser tegn på tydelig påvirkning af vildsvinene på jordbunden. I og med at vildsvin og dermed også denne økosystemeffekt ellers er udryddet fra Danmark, så vurderes det, at dyrehavens introduktion af vildsvin og deres effekt har bidraget positivt til biodiversiteten.

Tætheden af store planteædere i Klelund ligger over tætheden af planteædere i det uhegnede landskab (2-10 kg hjortevildt per ha), men alligevel væsentligt under intervallet for naturlige tætheder af store planteædere i Danmark (estimeret som 70-250 kg planteæder / ha). Græsningsfunktionen i dyrehaven vurderes derfor ikke at være naturlig endnu.

Vi vurderer generelt der er fremgang i forstyrrelser i form af bidskader, barkskrælning og oprodning. Der er ikke analyser, som kan dokumentere udviklingen over tid, så vurderingen er baseret på udfasningen af vinterfodring og introduktion af vildsvin til dyrehaven i perioden.

Tabel 2.5. Status og udvikling samt vurderet målopfyldelse for biodiversitetsindikatorer. Status angiver en kort beskrivelse af tilstanden i 2019/2020 og udviklingen er vurderet over perioden siden 2010/2011. Målopfyldelsen vurderes som ukendt (grå), i tydeligt negativ udvikling (rød), i blandet udvikling (gul), i neutral eller positiv udvikling (grøn)

Indikator	Status	Udvikling	Målopfyldelse
Processer			
Naturlig græsning – Diversitet af store planteædere	Fra 2 arter (rådyr og krondyr) til 3 arter (rådyr, krondyr og vildsvin)	Fremgang	
Naturlig græsning – Tæthed af store planteædere målt i kg/ha	I 2011 var der 437 krondyr og ca. 300 rådyr i forårsbestanden: (435*100 kg + 300*20 kg)/1415 ha = ca. 35 kg/ha. I 2020 var der 349 krondyr, 40 vildsvin og 125 rådyr i forårsbestanden: (349*100 kg + 40*80 kg + 125*20 kg)/1415 ha = ca. 29 kg/ha.). Fra ca. 35 kg/ha til 29 kg/ha. vurderes som ret stabil, men samtidig væsentligt under den naturlige baseline for dyrehaven. Det er dog muligt at græsningstrykket har været stigende i vinterhalvåret, fordi vinterfodringen er udfaset.	Stabil	
Naturlig græsning – Tilskuds-fodring målt i antal foderenheder (FE)	I vinteren 2010/2011 blev der fodret med ca. 77.000 FE, 2011/2012: 80.000 FE, 2018/2019: 11.000 FE, 2019/2020: 49.000 FE. Tilskuds-fodring af vildsvin ophørte efter vinteren 2017/2018 og tilskuds-fodring af krondyr er ophørt efter vinteren 2019/2020. For at estimere den tilsvarende reducerede græsningseffekt antages, at krondyr benytter ca. 1,6 FE/dyr/dag. I starten af dyrehaveperioden har tilskuds-fodringen forårsaget en estimeret reduktion i græsningseffekterne om vinteren (slut december-start april, ca. 135 dage) svarende til: 77.000 FE/1,6 FE/dyr/dag/135 dage = 356 krondyr i perioden fodringen stod på. Tilskuds-fodringen er reduceret i perioden fra ca. 80.000 FE og til sidst ophørt.	Fremgang	
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (bid). Andelen af skov-prøvefelter i 2019 med tegn på bid på træer <4m	I Klelund viser 6%, 13%, 40%, og 42% af prøvefelterne tegn på ingen, let, middel og hård påvirkning af bid. Antageligt i fremgang efter udfasning af fodring.	Antageligt fremgang	
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (barkskrælning). Andelen af skov-prøvefelter i 2019 med tegn på barkskrælning på træer <4m.	Barkskrælning i Klelund viser, at der er 51 %, 23%, 16%, 6 % og 3% af prøvefelterne med hhv. 0-1%, 1-10%, 10-25%, 25-50% og 50-100% af træerne med tydelige tegn på barkskrælning. Antageligt i fremgang efter udfasning af fodring.	Antageligt fremgang	
Naturlig græsning – Økosystemeffekter (oprodning). Andelen af prøvefelter i 2019 påvirket af oprodning.	I lysåben natur er der 2,5% af prøvefelterne med 1-10% af arealet, der er oprodet. I skov-prøvefelterne er det 72%, 24% og 4% af prøvefelterne med hhv. 0-1%, 1-10% og 10-25% af arealet oprodet.	Fremgang	

3 Perspektivering og konklusion

3.1 Konklusion om udviklingen af biodiversiteten fra 2010-2020

Vi har i analyserne af overvågningsdata fundet evidens for en positiv udvikling af biodiversiteten i Klelund Dyrehave i perioden 2010-2020. Den positive udvikling ses både for arter, levesteder og processer. Der er dog også observeret en mere blandet udvikling når det gælder indikatorer for næringsstoffer, fugtighed, tilgroning og tæthed af store planteædere, som tyder på en vis kvælstofbelastning og tilgroning samt en græsningsfunktion, som endnu ligger under den naturlige. Udviklingen i dyrehaven vurderes at være klart mere positiv end udviklingen i biodiversiteten for landet som helhed.

3.2 Effekterne af græsning i Klelund Dyrehave

Det er lykkedes Klelund Dyrehave at etablere et græsset økosystem på 1.415 ha med naturligt levende bestande af krondyr, rådyr og vildsvin. Herved er naturligheden i dyrehaven forøget sammenlignet med perioden før dyrehaven blev etableret, hvor rådyr og krondyr færdedes i det almindelige danske kulturlandskab og søgte en stor del af deres føde på dyrkede marker, og hvor der ikke var en bestand af vildsvin. Græsningsfunktionen med græsning, barkskrælning og bidskader, oprodning og optrædning er altså mere naturlig og vild i dag end før dyrehaven blev etableret. Det er sandsynligt at dyrenes påvirkning af vegetationen er medvirkende til den generelt positive udvikling af artsantal, følsomme plantearter og dækning af dværgbuske i de lysåbne naturtyper, men der er næppe heller tvivl om at naturgenopretningen i perioden har virket positiv, herunder rydningen af opvækst på de vidtstrakte heder. Dyrene har givetvis også haft betydning for skovenes diversitet af planter, som også har været stigende. I skovene har Ellenbergs næringstal været let stigende, så her er effekten er ikke så entydigt positiv som i den lysåbne natur. På trods af dette kan vi ikke se nogen stigning i kvælstofindholdet i løvprøverne fra overvågningen.

3.3 Effekterne af den øvrige arealforvaltning i Klelund Dyrehave

Ud over genopretningen af mere naturlige græsningsprocesser i dyrehaven, er der også gennemført rydning af bevoksninger med nåletræer for at give plads til lysåben natur eller mere naturlige skovtyper, ligesom der er ryddet vedplanteopvækst på tidligere lysåbne naturarealer. Endvidere er dyrkningen af fodermarker og vildtagre ophørt i perioden. Sidst, men ikke mindst, er kommerciel skovdrift gradvist ophørt. Ændringen af arealanvendelsen fra forstlig drift til urørt skov vurderes at være medvirkende til øgningen i mængden af dødt ved i skovene, en udvikling som forventes at accelerere yderligere i de kommende år. Naturgenopretningen af lysåben natur ved rydninger vurderes at være medvirkende til fremgangen i antal arter og antal følsomme arter i overvågningsperioden.

Larver af sommerfuglen okkergul pletvinge i fællesspind på lancetvejbrede i tidligere vildtager i Klelund Dyrehave. Foto: Rasmus Ejrnæs.



3.4 Fremtidsperspektiver for styrkelse af biodiversiteten i Klelund Dyrehave

Klelund Dyrehave står med mange af de samme udfordringer som naturen i resten af Danmark. De naturlige økosystemer er generelt præget af afvanding, eutrofiering og mangel på naturlige forstyrrelser og der er indikationer på de samme problemer i Klelund. Den videnskabelige anbefaling vil være at fortsætte med at genoprette mere naturlige rammer i form af naturlig hydrologi og en varieret fauna af store dyr i en tæthed inden for intervallet af en naturlig baseline.

Den naturlige baseline for tætheder af store planteædere bygger på, at biomassen af store planteædere primært reguleres af fødetilgængeligheden (*ecological scaling law*, se Cebrian (2015), Hatton m.fl. (2015)). Det skønnes at intervallet for naturlige tætheder af store planteædere i danske økosystemer ligger på 70-250 kg/ha (Fløjgaard m.fl. In prep). Klelund Dyrehave har sikret en lokal bestand af krondyr, rådyr og vildsvin med en stabil, samlet biomasse på ca. 30 kg/ha i perioden og effekten af planteæderne er steget i takt med udfasning af tilskudsfordringen. Selv om en naturlig tæthed for Klelund med meget næringsfattig og sur natur og en stor andel af plantageskov uden megen føde for dyrene forventes at ligge i den laveste ende af intervallet for naturlige tætheder, og selvom det kan være vanskeligt at opnå naturlige tætheder med

krondyr alene, så vurderes tætheden i dag at ligge væsentligt under en naturlig tæthed. Man vil med stor sandsynlighed øge de positive økosystemeffekter for biodiversiteten ved at tilnærme både diversitet og tæthed af store planteadere i Klelund til et mere naturligt niveau. Oplagte arter af store planteadere, som ud fra en biologisk betragtning ville kunne supplere den eksisterende fauna i Klelund er bison, okse, vandbøffel og elg.

Det forventes at naturlig succession i de urørte skove vil medføre en øgning i mængden af dødt ved fremover og et fremtidigt opbrud af de skarpe grænser mellem skov og lysåben natur i dyrehaven og denne proces vil kunne hjælpes yderligere på vej ved et naturligt græsningstryk. Herved vil der opstå stor variation i vegetation og mikroklima, som vil være gavnlig for blandt andet kortlivede og varmekrævende dyrs overlevelse gennem år med varierede temperatur- og nedbørsforhold.

Det vil desuden være positivt for de naturlige processer, hvis dyrene i dyrehaven kan forvaltes som vilde dyr og få lov at dø og ligge som ådsler i naturen. Ådsler er et vigtigt levested for en lang række dyr i den danske natur.

Rydningerne i dyrehaven har skabt lys og dødt ved, men der er også meget biomasse som ikke bliver ædt af krondyrene, fordi tætheden er væsentligt under bærekapaciteten. Foto Rasmus Ejrnæs



Dværgbuskdækningen blev øget i perioden, men der er grund til at overvåge udviklingen af områdets skove og tørre heder, da de lave C/N-forhold og stigende Ellenbergtal for næring på lang sigt kan true de næringsfattige og dværgbuskdominerede økosystemer. I første omgang anbefales det at følge effekterne af et mere naturligt græsningstryk. Hvis der med tiden opstår dominans af græsser og buske i de lysåbne heder, kan brand og tørveskrælning overvejes som forvaltningstiltag. Det er dog også muligt at nogle af de tørre heder i fraværet af traditionelle plejeindgreb vil udvikle sig naturligt i retning af tørt græsland med en mere varieret vegetation af dværgbuske, urter, græsser og spredte vedplanter. En sådan udvikling i retning af en mere mosaikagtig og blandet natur vil ikke nødvendigvis føre til et tab af biodiversitet, snarere tværtimod. Det er dog vigtigt at holde øje med de mest næringsfølsomme dværgbuske og laver samt observere at der til stadighed er forekomst af åben, blottet sandjord til de konkurrencefølsomme vækster og varmekrævende insekter.

4 Referencer

- Andersen, D. K., Nygaard, B., Fredshavn, J. R., & Ejrnæs, R. (2013). Cost-effective assessment of conservation status of fens. *Applied vegetation science*, 16(3), 491-501.
- Brunbjerg, A.K., Bruun, H.H., Dalby, L., Fløjgaard, C., Frøslev, T.G., Høye, T.T., Goldberg, I., 445 Læssøe, T., Hansen, M.D.D., Brøndum, L., Skipper, L., Fog, K. & Ejrnæs, R. (2018) 446 Vascular plant species richness and bioindication predict multi-taxon species richness. 447 *Methods in Ecology and Evolution*, 9, 2372-2382.
- Cebrian, J. (2015). "Energy flows in ecosystems." *Science* **349**(6252): 1053-1054.
- Ejrnæs, R., P. Wiberg-Larsen, T. E. Holm, A. B. Josefson, B. Strandberg, B. Nygaard, L. W. Andersen, A. Winding, M. Termansen, M. D. D. Hansen, M. Søndergaard, A. S. Hansen, S. Lundsteen, A. Baattrup-Pedersen, E. Kristensen, P. H. Krogh, V. Simonsen, B. Hasler & G. Levin (2011). Danmarks Biodiversitet 2010: status, udvikling og trusler, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Ejrnæs m.fl. In prep. Danmarks biodiversitet 2020 - status og udvikling. DCE-rapport fra Aarhus Universitet.
- Fløjgaard m.fl. In prep. Biodiversitetseffekter af rewilding. DCE-rapport fra Aarhus Universitet.
- Fredshavn, J. & R. Ejrnæs (2007). "Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer." *Faglig rapport fra DMU*(nr. 599).
- Fredshavn, J., K. Nielsen, R. Ejrnæs & B. Nygaard (2018). Overvågning af terrestriske naturtyper TA-N01 ver. 4. DCE, Aarhus Universitet: 27.
- Fredshavn, J. R., B. Nygaard, R. Ejrnæs, C. Damgaard, O. R. Therkildsen, P. Wind, L. S. Johansson, A. B. Alnø, K. Dahl & E. H. Nielsen (2019). "Bevaringsstatus for naturtyper og arter–2019: Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering."
- Hatton, I. A., K. S. McCann, J. M. Fryxell, T. J. Davies, M. Smerlak, A. R. E. Sinclair & M. Loreau (2015). "The predator-prey power law: Biomass scaling across terrestrial and aquatic biomes." *Science* **349**(6252).
- Moeslund, J. E., B. Nygaard, R. Ejrnæs, N. Bell, L. D. Bruun, R. Bygebjerg, H. Carl, J. Damgaard, E. Dylmer, M. Elmeros, K. Flensted, K. Fog, I. Goldberg, H. Gønget, F. Helsing, M. Holmen, P. Jørum, J. Lissner, T. Læssøe, H. B. Madsen, J. Misser, P. R. Møller, O. F. Nielsen, K. Olsen, J. Sterup, U. Söchting, P. Wiberg-Larsen & P. Wind. (2019). "Den danske rødliste."
- Nord-Larsen, T., Johannsen, V. K., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., Bentsen, N. S., Gundersen, P., & Jørgensen, B. B. (2018). Skove og plantager 2017: Forest statistics 2017. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

Nygaard, B., Damgaard, C., Bladt, J. & Ejrnæs, R. 2020. Fagligt grundlag for vurdering af bevaringsstatus for terrestriske naturtyper. Artikel 17-rapporteringen 2019. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 194 s. - Videnskabelig rapport nr. 377. <http://dce2.au.dk/pub/SR377.pdf>

UDVIKLINGEN I BIODIVERSITET I KLELUND DYREHAVE 2010-2020

Denne rapport præsenterer en evaluering af udviklingen i biodiversiteten i periode 2010-2020 i Klelund Dyrehave baseret på indsamlede overvågningsdata. Udviklingen vurderes at være positiv baseret på en fremgang i arealet med beskyttet og udyrket natur, en fremgang for indikatorarter for en god naturtilstand og en fremgang i de naturlige processer knyttet til store plantecædere og naturlige successionsprocesser i urørte skove.