

Skovbundsflora og foryngelse i urørt og forstlig drevet skov

Torben Riis-Nielsen, Inger Kappel Schmidt, Sebastian Kepfer-Rojas, Allan Overgaard Nielsen, Morten Alban Knudsen, David Bille Byriël, Mathias Just Justesen & Vivian Kvist Johannsen.¹

Som en del af Naturpakken fra 2016 (Miljø- og Fødevareministeriet 2016) vil betydelige skovarealer i de kommende år overgå til urørt skov eller skov med nedsat drift (Miljø- og Fødevareministeriet 2017).

Urørt skov er her defineret som skov overladt til fri succession uden udtag af vedmasse til produktion, se Møller (2017) for detaljer. Ophør af drift vil betyde ændringer i skovstruktur og hydrologi, som vil påvirke en række omgivelsesfaktorer med betydning for flora og fauna i skovene.

Der er mange forestillinger om, hvordan den urørte skov vil udvikle sig. Et scenarie er, at skyggetræer som bøg (*Fagus sylvatica*) vil overtage kronedækket og gøre skoven mørkere og dermed mindske mulighederne for regeneration af mere lyskrævende arter som eg (*Quercus sp.*), når tynding og hugst i skovene ophører. Bøgen kan som

skyggetræ vokse op i kronerne på f.eks. eg og dermed på sigt overtage kronedækket og udskygge egen. Det er i overensstemmelse med pollenundersøgelser, der peger på, at den urørte skov på næringsrig jord i Østdanmark i en mellemistid efter et tidligt åbent stadium har været en lukket og meget stabil skov (Kunes m.fl. 2011), med meget få åbne områder og sandsynligheden taler for, at de især har ligget omkring åerne (Kunes m.fl. 2011; Svenning 2002). I slutningen af en mellemistid vil den igen, gradvist, gå over i en mere åben skov.

Vera (2000) argumenterer for, at en naturlig urskov uden menneskers påvirkning har været lysåben skov med en del åbne græsarealer på grund af større græssere som urokse (*Bos primigenius*), tarpan (*Equus ferus ferus*) og europæisk bison (*Bison bonasus*). Omvendt peger Vera (2000) på at skov, der lægges urørt i dag, vil blive

mørkere, da de eneste vilde græssere er rådyr (*Capreolus capreolus*), og evt. kronedyr (*Cervus elaphus*) og dådyr (*Dama dama*). I disse skove ser man et træartsskifte, hvor eg, hassel og andre lyskrævende træarter går ned i antal og forsvinder med tiden. Det samme gælder også den lyskrævende del af skovbundsfloraen.

Udlæg til urørt skov vil også påvirke skovbundsfloraen. Lang skovkontinuitet er en vigtig faktor for artsdiversiteten og sammensætningen af skovbundens flora. Det kan bl.a. relateres til en meget langsom spredning af skovbundsarterne (Hermy m.fl. 1999). Plantearter knyttet til gamle skove foretrækker næringsrig, fugtig, men ikke våd bund, der er svagt sur til neutral (Hermy & Verheyen 2007). Arterne har ofte store kortlivede frø, så den vegetative formering er den mest almindelige. Måske er omkring 24 % af arterne som f.eks. anemone (*Anemone nemorosa*), myrespredte.

I projektet "Biologisk Mangfoldighed i dansk naturskov" (Møller 1997; 2017) (herefter Projektet) har vi undersøgt skovbundsflora samt regeneration og etablering af træer i bøgedominerede skove, der har ligget urørt hen fra 20 til mere end 50 år og sammenlignet med tilsvarende skove med forstlig drift. De parvise urørte og forstligt drevne skove blev første gang undersøgt i 1992-1994 og vi vil her også undersøge, hvad driftsforskelle de sidste godt 20 år har betydet for foryngelsen af træer og udviklingen i bundvegetationen.

Siden undersøgelserne i 1994 har en række større forstyrrelser ramt de østdanske bøgeskove. Der har været stormfald i december 1999, elmesyge i 1990'erne, og senest har askesygen taget livet af mange asketræer. Det giver en unik mulighed for at følge dynamikken i urørte skove. Spørgsmålet er,

Summary

Understory vegetation and tree regeneration in unmanaged and managed forests

To support the biodiversity in Danish forests, the area of unmanaged forest will be increased. The present study compares ground vegetation and tree regeneration of 17 beech dominated (*Fagus sylvatica*) forest stands (9 unmanaged and 8 managed stands) in a (near) pairwise design. Managed forest stands are classified in two groups; intensive management (5 stands) and selective forestry (3 stands). Results show that the understory vegetation related to more acidic soil and light measured as Ellenberg indicator values is more prominent in intensively managed beech forests. Selective forestry stands have understory vegetation within the range of unmanaged forests. Unmanaged beech forests are darker and denser. They have a gap structure with only about 1 % open gaps, which is significantly less than in intensively managed forests. Regeneration differs between tree species with beech seedlings and saplings dominating in the dry part of the forests and pedunculate oak (*Quercus robur*) in the wetter areas together with sycamore (*Acer pseudoplatanus*). It is too early to predict the general trend for most species, but oak shows no sign of recruitment in any of the forests despite major disturbances in the last decades. Small seedlings are present, but there is no current regeneration with a height > 1.3 m.

Keywords: Ground flora, Ellenberg indicator values, beech, oak

¹ Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. trni@ign.ku.dk



Stinkende storkenæb.
Foto Amdi Nedergaard.

om naturlige forstyrrelser kan skabe den nødvendige foryngelse af skovene, som i en undersøgelse fra Sverige, der viste, at større forstyrrelser kan skabe de nødvendige lysbrønde, så f.eks. egen kan etablere sig (Finnström 2016).

De urørte skove, der indgår i projektet er unge i den forstand, at de ikke har ligget urørt i mange hundrede år. De er påvirket af den tidligere drift, både den flersidige arealdrift i det gamle landbrugssystem før Skovforordningen i 1805 og den moderne skovdrift senere. Det store spørgsmål er, hvordan de vil udvikle sig i årene fremad. Vil de træarter, der er til stede, vedblive at være der? Vil der ske en foryngelse? Har de seneste årtiers naturlige forstyrrelser kunnet modvirke udviklingen hen mod en mere mørk skov, eller er der sket en fortsat udvikling mod en stabil og mørk bøgeskov, og hvordan har de seneste 20 år påvirket skovbundsfloraen.

METODE

Som opfølgning på Projektet (Møller 1997) genbesøgte vi i 2015 i alt 17 skovbevoksninger fordelt på syv lokaliteter på Sjælland (Tabel 1). I forhold til den første undersøgelse var vi ikke i stand til at inkludere Krenkerup Haveskov, men vi inkluderede en forstlig drevet bevoksning i Jonstrupvang i den seneste undersøgelse. En grundig gennemgang af skovene findes i Møller (1997; 2017). De fleste af de urørte skove har en længere historie med plukhugst eller egentlig forstlig drift, og hovedparten dækker de fleste faser som regeneration, opbygning, modenhed og henfald. Strødam 1 afviger fra det billede ved at have en ret homogen bevoksning af store og nogenlunde lige gamle træer. To af de forstligt drevne skove er i gang med en foryngelse. I Næsbyholm er der foretaget en del renafdrifter med nyplantning, og Strøgårdsvang er midt i en såkaldt naturlig selvforyngelse af bøg.

I undersøgelsen i 2015 anvendes der i modsætning til i 1994 et standardiseret design, hvor bevoksningerne er inddelt i et 50

	Skov og bevoksning	koder	Drift	Urørt	Vedvarighed*
1	Strødam 1	STDA	<u>Urørt</u>	10-50 år	2
	Strødam 2	STDA	<u>Urørt</u>	10-50 år	3
	Strøgårdsvang	SGVA	<u>Intensiv</u>		3
2	Bredvig A	BRMO	<u>Urørt</u>	>50 år	5
	Bredvig B	BRMO	<u>Plukhugst</u>		1
3	Farum Lillevang A	FALI	<u>Urørt</u>	>50 år	4
	Farum Lillevang B	FALI	<u>Intensiv</u>		2
4	Nørreskov A	NOER	<u>Urørt</u>	10-50 år	3
	Nørreskov B	NOER	<u>Intensiv/Plukhugst</u>		2
5	Jonstrupvang A	JONS	<u>Urørt</u> tidl. plukhugst	10-50 år	4-5
	Jonstrupvang B	JONS	<u>Intensiv</u>		2
6	Suserup	SUSE	<u>Urørt</u>	>50 år	3-4
	Næsbyholm (Suserup ref)	NAES	<u>Intensiv</u>		2/0
7	Rådmandshave A	RAAD	<u>Urørt</u>	>50 år	2-
	Rådmandshave B	RAAD	<u>Urørt</u>	10-50 år	2-
	Rådmandshave C	RAAD	<u>Urørt</u> tidl. plukhugst	10-50 år	2-
	Rådmandshave D	RAAD	<u>Urørt</u> tidl. plukhugst	10-50 år	2-

*Vedvarighed fra Møller (2017). 0: <50 år; 1: 50-100 år; 2:100-500 år; 3: 500-1000 år; 4:1000-5000 år; 5: >5000 år.

Tabel 1. Skove og bevoksninger i undersøgelsen og deres driftsmæssige status. Hvor skovene sammenlignes er de klassificeret efter den understregede driftsform.

Forest stands and their management regime. The underlined management is the chosen classification in pairwise comparisons between the stands.

x 50 m kvadratnet til kortlægning af bl.a. træartssammensætning, skovstruktur og skovbundsflora. I et udvalg af disse punkter, svarende til et 100 x 100 m kvadratnet, blev der målt bl.a. kronedække, jordvand, dødt ved og jordbundsparametre (Kepfer-Rojas m.fl. 2017). Designet omkring hvert punkt i kvadratnettet er koncentriske cirkler, hvor den cirkelstørrelse, der angives, er cirkelns radius.

Floraundersøgelserne i 1994 har været lavet efter en anden metodik med intensive målinger på et delområde suppleret med en inventering af hele bevoksningen (Møller 1997). Vi ændrede designet, så det kunne bruges til alle organismegrupper, og hvor oplysningerne fra de enkelte studier så vidt muligt kunne spille sammen med hinanden.

I denne undersøgelse er alle karplanter samt træer lavere end 1,3 m registreret i 316 5 m cirkler i 50 x 50 m kvadratnettet med centrum i kvadratnettets hjørnepunkter. Registreringen blev fortsat til der i et par minutter ikke længere blev fundet nye arter. I beregningerne er skovbundsfloraen defineret som alle urter samt vedplanter under 1 m.

Hvert punkt er blevet besøgt 2-3 gange i løbet af året. Da undersøgelserne kom lidt sent i gang i 2015, er der i de fleste områder suppleret med en ekstra undersøgelse i foråret 2016. Ved hver af disse undersøgelser er der yderligere registreret supplerende skovbundsarter i hele bevoksningen undervejs fra punkt til punkt og ved inventering af hele bevoksningen på ca. to timer. Der er i 2015 skelnet mellem arter inde i

bevoksningen og arter, der kun er fundet i den yderste 5 m rand. I 1994 er lavet en tilsvarende floraliste for hver bevoksning. Data over bundfloraen i 1994 er fra Jessen & Andersen (1994). Det er således kun muligt at sammenligne årene 1994 og 2015 ved at bruge de totale floralister for hele bevoksningen, og hvor 5 m bræmmen er inkluderet. Både i 1994 og 2015 er det bestræbt at have en ens undersøgelsesintensitet mellem urorte og forstligt drevne skove. Undersøgelsen i 1994 er varetaget af to specialestuderende med et godt floristisk kendskab og en botaniker som vejleder og i 2015 af førsteforfatteren, der er en habil botaniker, så vi anser ikke personsiftet som en afgørende faktor for forskellene mellem de to undersøgelser.

Træer højere end 1,3 m er i sommeren 2015 undersøgt ved træmålinger efter den metode, der bruges i den danske skovstatistik (Nord-Larsen & Johannsen 2016), se desuden Kepfer-Rojas m.fl. (2017). Størrelseskategorierne brugt i artiklen er: træer med højde op til 1,3 m er målt i 5 m cirkel, træer med højde >1,3 m og diameter i brysthøjde (dbh) 0-4 cm og træer med dbh 4-10 cm er målt i 3,5 m radius cirkel. Træer

med dbh 10-40 cm målt i 10 m cirkel og endelig er træer med dbh >40 cm målt i 15 m cirkel. Målingerne har bestået af artsbestemmelse, enkeltklupning af diameter i brysthøjde (dbh) og højdemåling på et antal træer udvalgt efter en metode, der vægter store træer mest.

Skovstrukturen er desuden bestemt ud fra laser scanning data (LIDAR) fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (2017). Ud fra data er der beregnet vegetationshøjde, samlet volumen af vedmassen og kronedække som beskrevet af Nord-Larsen m.fl. (2017), samt 95 % percentiler af alle første retur signaler i 5 x 5 m raster. Huller i kronedækket (lysbrønde) er opgjort som procenten af 5 x 5 m pixels, hvor 95 % af alle første retur signaler ligger under 2 m.

Til bestemmelse af fugtighed er brugt det topografiske wetness index (TWI), der er et mål for, hvordan et punkt eller område topografisk er placeret i landskabet, og dermed hvor vand forventes at akkumulere i et område (Moeslund m.fl. 2013). Fugtighed (TWI) er gennemsnittet af TWI i 9,6 m raster, opgjort for en cirkel med radius 15 m omkring et undersøgelsespunkt.

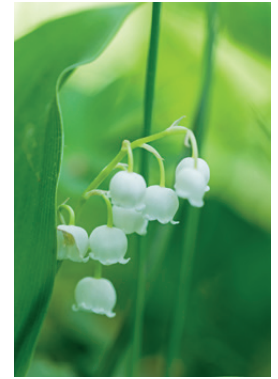
Desuden er der målt kulstof (C), kvælstof (N) og fosfor (P) samt pH og ombyttelig aluminium (Al) og jern (Fe) på jordprøvetaget omkring de 112 hjørnepunkterne i 100 x 100 m kvadratnettet. I en 15 m cirkel omkring hjørnepunkterne er der målt dødt ved og jordfugtighed med thetaprobe. Dødt ved er desuden målt i 50-m transekter og indgår som gennemsnit for et område. Kronedække blev desuden målt med kronespejl i N-S og Ø-V linjer i 15 m cirklerne som et mål for lysmængden til skovbunden, men midt i processen blev der fortaget tyndinger, så to skove mangler i dette datasæt. I stedet er brugt kronedække estimeret fra lidar målinger, jfr. ovenfor.

På basis af skovbundsfloraens fordeling i et område er det muligt at karakterisere vigtige økologiske gradienter vha. Ellenbergs indikatorværdier. Her benytter vi Ellenbergs værdier for fugtighed (F), næring (N), lys (L) og surhedsgrad (R) (Ellenberg et al. 2001) på en skala fra 1-9, hvor 9 er det højeste (dog 12 for Ellenberg F) og beregnet ud fra tilstedeværelse / fravær af arter i 5 m cirklerne. Ud over Ellenberg L er der estimeret lys via kronedække, bestemt på grundlag af lidar. Sammenligning med undersøgelsen i 1994 er baseret på registreringer af karplanter i hele bevoksningen.

Ordination af skovbundsfloraen er foretaget på baggrund af tilstedeværelse / fravær af arter i 5 m cirklerne. Der er valgt at bruge "Non metric multidimensionel scaling" (NMDS) som den primære metode fremfor Detrended correspondence analysis (DCA), fordi detrendingsmetoden kan have en uigennemskuelig effekt på resultatet. NMDS er en iterativ procedure, som her opnår stort set samme løsning hver gang. Men i øvrigt giver DCA og NMDS stort set det samme resultat og de samme hovedakser.

*Bregner i skovbunden ved Hald.
Foto: Bente Fyrstenberg Nedergaard.*





Liljekonval.

Foto: Bente Fyrstenberg Nedergaard

Punkter helt uden bundflora er slettet før analyse. Ordinationen er kørt på både fuldstændige datasæt og datasæt, hvor alle arter med mindre end 2, 3, 4 eller 5 forekomster er frasorteret. Man får de samme gradienter, helt den samme stress, men lys- og fugtighedsgradienterne bliver svagere jo flere arter der fjernes. Det skyldes, at det især er plantearter knyttet til pletter med lysåbne samfund og våde habitater i skoven, der optræder få gange i materialet. Derfor er det valgt ikke at sortere sjældne arter fra, idet man mister værdifuld variation (Poos & Jackson 2012).

RESULTATER

Stor udskiftning af arterne i bundvegetationen

Der er i alt fundet 291 arter af karplanter ved undersøgelsen i 2015 mod 282 arter

ved forrige undersøgelse (tabel 2). I de fleste undersøgte skovpar er der fundet ca. det samme antal ved hver undersøgelse. Det er dog karakteristisk, at ratioen mellem arter fundet i 2015 og arter fundet i 1994 gennemsnitligt er lige under 1 for de urørte skove, men over 1 for de forstligt drevne skove. De urørte skove har således en relativ tilbagegang i antal arter ift de forstligt drevne skove. Her skiller den forstligt drevne Strøgårdsvang sig dog noget ud med en ratio på kun 0,71. Rådmandshave B, der er urørt i 2015 skiller sig også ud, men med en stor fremgang fra 66 til 88 arter. Billedet kan selvfølgelig afhænge noget af undersøgelsesintensiteten, som ikke er den samme ved de to undersøgelser. I 2015 har designet betydet, at man har intensive undersøgelser i 5-m cirklerne fra alle dele af skoven. Så alt andet lige ville man umiddelbart forvente flere arter i 2015.

Der er en relativ stor udskiftning af arter. I 2015-undersøgelsen er genfundet ca. 70 % af arterne registreret i 1994. Da sammenligningen af arter er baseret på fund i hele bevoksningen, kan arter med lille lokal forekomst være overset. Arter, der kun er fundet i 1994, er derfor ikke nødvendigvis forsvundet ligesom arter, der kun er fundet i 2015, godt kan have været til stede ved første undersøgelse i 1994.

Tabel 3 viser et lille udpluk af de mest almindelige arter i hver kategori. De arter, der findes ved begge undersøgelser, er hovedsageligt typiske skovarter som dunet steffensurt (*Circaea lutetiana*), hvid anemone (*Anemone nemorosa*), mosebunke (*Deschampsia cespitosa*), skovmærke (*Galium odoratum*). Forsvundne arter ("Kun 1994") er i flere grupper. Man bemærker bl.a. at haremåd (*Lapsana communis*), skovarve (*Moehringia trinervia*) og skovgaltetand (*Stachys sylvatica*) ikke er genfundet i en række skove. Det samme gælder snævre skovarter som tredelt egebregne (*Gymnocarpium dryopteris*) og stor fladstjerne (*Stellaria holostea*). I gruppen "kun 2015" bemærker man en række arter under generel spredning, som sildig gyldenris

Tabel 2. Det samlede antal arter i skovbundsfloraen fundet i 2015 og 1994. Rådmandshave er angivet fra venstre til højre i rækkefølgen A,B,C,D. Status for driften angiver tilstanden i 2015.

Total number of species in the ground flora found in 2015 and 1994. Rådmandshave is presented from left to right in the order: A,B,C,D. Management regime is shown according to the situation in 2015.

	2015		1994		Ratio 2015/1994							
	Urørt	Forstlig drift	Urørt	Forstlig drift	Urørt	Forstlig drift						
Bredvig Mose	94	126	93	107	1,01	1,18						
Farum Lillevang	54	49	58	46	0,93	1,07						
Joenstrup Vang	68	79	73		0,93							
Nørreskoven	103	103	80	79	1,29	1,30						
Rådmandshave	92	88	99	92	98	66	94	82	0,94	1,33	1,05	1,12
Strødam 1/ Strøgårdsv.	99		72		105		102		0,94		0,71	
Strødam 2	85				103				0,83			
Suserup/ Næsbyholm	117		129		143		108		0,82		1,19	
Krenkerup					113							
Total for drift	233	251	239	221	0,96	1,13						
Total	291		282									

Ikke genfundne arter			Arter tilstede både i 1994 og 2015			Nye arter		
Dansk navn	Latin	Antal	Dansk navn	Latin	Antal	Dansk navn	Latin	Antal
haremad	<i>Lapsana communis</i>	7	dunet steffensurt	<i>Circaea lutetiana</i>	16	sildig gyldenris	<i>Solidago gigantea</i>	7
liljekonval	<i>Convallaria majalis</i>	7	febernellikero	<i>Geum urbanum</i>	16	milturt	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	6
dunet dueurt	<i>Epilobium parviflorum</i>	6	fjærbregne	<i>Athyrium filix-femina</i>	16	småblomstret balsamin	<i>Impatiens parviflora</i>	6
gederams	<i>Epilobium angustifolium</i>	6	hindbær	<i>Rubus idaeus</i>	16	bjergærenpris	<i>Veronica montana</i>	5
gærdevikke	<i>Vicia sepium</i>	6	hvid anemone	<i>Anemone nemorosa</i>	16	dueurt sp	<i>Epilobium</i>	5
skovarve	<i>Moehringia trinervia</i>	6	mosebunke	<i>Deschampsia cespitosa</i>	16	engrørhvene	<i>Calamagrostis canescens</i>	5
vild kørvel	<i>Anthriscus sylvestris</i>	6	skovmærke	<i>Galium odoratum</i>	16	kantet dueurt	<i>Epilobium tetragonum</i>	5
druehyld	<i>Sambucus racemosa</i>	5	skovstar	<i>Carex sylvatica</i>	16	korbær	<i>Rubus Sect. caesius</i>	5
forlænget star	<i>Carex elongata</i>	5	stor nælde	<i>Urtica dioica</i>	16	krybhvene	<i>Agrostis stolonifera</i>	5
nyrebladet rannkel	<i>Ranunculus auricomus</i>	5	akselblomstret star	<i>Carex remota</i>	15	ladden dueurt	<i>Epilobium hirsutum</i>	5
skvalderkål	<i>Aegopodium podagraria</i>	5	enblomstret flitteraks	<i>Melica uniflora</i>	15	skovkogleaks	<i>Scirpus sylvaticus</i>	5
stor konval	<i>Polygonatum multiflorum</i>	5	mangeløv, almindelig	<i>Dryopteris filix-mas</i>	15	bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>	4
bjergærenpris	<i>Veronica montana</i>	4	smalbladet mangeløv	<i>Dryopteris carthusiana</i>	15	gederams	<i>Epilobium angustifolium</i>	4
burresterre	<i>Galium aparine</i>	4	bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>	14	glad dueurt	<i>Epilobium montanum</i>	4
gedeblad, alm	<i>Lonicera periclymenum</i>	4	miliegræs	<i>Milium effusum</i>	14	guldstjerne, almindelig	<i>Gagea lutea</i>	4
mangeløv, finbladet	<i>Dryopteris expansa</i>	4	rapgræs, alm	<i>Poa trivialis</i>	14	hyldebladet baldrian	<i>Valeriana sambucifolia</i>	4
pigget star	<i>Carex pairaei</i>	4	småblomstret balsamin	<i>Impatiens parviflora</i>	14	mangeløv, finbladet	<i>Dryopteris expansa</i>	4
skovgaltetand	<i>Stachys sylvatica</i>	4	bingelurt	<i>Mercurialis perennis</i>	13	bidende pileurt	<i>Persicaria hydropiper</i>	3
skovsalat	<i>Mycelis muralis</i>	4	knoldet brunrod	<i>Scrophularia nodosa</i>	13	bleg star	<i>Carex pallescens</i>	3
stor fladstjerne	<i>Stellaria holostea</i>	4	kæmpesvingel	<i>Festuca gigantea</i>	13	dunet dueurt	<i>Epilobium parviflorum</i>	3
tredelt egebregne	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	4	løgkarse	<i>Alliaria petiolata</i>	13	gærdesnerle	<i>Calystegia sepium</i>	3
tykbladet ærenpris	<i>Veronica beccabunga</i>	4	skovsyre	<i>Oxalis acetosella</i>	13	hvas randfrø	<i>Torilis japonica</i>	3
ørnebregne	<i>Pteridium aquilinum</i>	4	stinkende storkenæb	<i>Geranium robertianum</i>	13	hylsterguldstjerne	<i>Gagea spathacea</i>	3
almindelig hulsvøb	<i>Chaerophyllum temulum</i>	3	vortero	<i>Ranunculus ficaria</i>	13	kvalkved	<i>Viburnum opulus</i>	3

(*Solidago gigantea*) og småblomstret balsamin (*Impatiens parviflora*). Som man kan se, er der også en række arter, der kan lide fugtighed: milturt (*Chrysosplenium alternifolium*), engrørhvene (*Calamagrostis canescens*) og skovkogleaks (*Scirpus sylvaticus*). Et par arter optræder hyppigt både blandt de nye og de ikke genfundne arter. Det er arter som bjergærenpris (*Veronica montana*) og gederams (*Epilobium angustifolium*). Af arter, der ikke er vist i tabel 3, kan nævnes orkidæarterne, hvor skovhullæ-

Tabel 3. De arter blandt skovbundsfloraen der hyppigst er fundet både i 1994 og 2015, kun fundet i 1994 og kun fundet i 2015. Antal viser i hvor mange af undersøgelsens skovområder arten er i den angivne kategori.

The most common ground flora species belonging to the three categories: found both in 1994 and 2015, found exclusively in 1994 and found exclusively in 2015. The number shows the number of stands in a given category.

be (*Epipactis helleborine*) ikke er genfundet i de to områder den tidligere fandtes i, og hvor ægladet fliglæbe (*Neottia ovata*) ikke er genfundet i Bredvig Mose. Til gengæld

er der som ny art fundet liden steffensurt (*Circaea alpina*) i et fugtigt punkt i Bredvig Mose. Den eneste rødlisteart, der fandtes i 1994 er bægerbregne (*Cystopteris fragilis*).

Der er lavet Wilcoxon's parvis test, hvor Ellenbergværdierne i hver af de 3 grupper: "Begge" (Tilstede ved begge undersøgelser), "kun 1994" (kun fundet i 1994) og "kun 2015" (kun fundet i 2015) i hver af de 16 bevoksninger er sammenlignet (Tabel 4). De viser en stærkt signifikant forskel for Ellenberg L mellem grupperne "begge" og "kun 1994". De ikke genfundne arter har en gns. L-værdi på 5,50, mens arter fundet ved begge undersøgelser har gns. L-værdi på 4,73. Forskellen er også signifikant mellem grupperne "begge" og "kun 2015", hvor de nye arter har en L-værdi på 5,72. Derimod er der ikke signifikant forskel mellem grupperne "ikke genfundne" og "kun 2015". Det er med andre ord de planter, der er mest tilpassede lave lysmængder, der findes ved begge undersøgelser, mens der er en stor udskiftning blandt de lyskrævende arter.

For planternes tilpasning til fugtighed, Ellenberg F, findes der en signifikant forskel mellem grupperne "begge" og "kun 2015". Der er også en forskel mellem "kun 1994" og "kun 2015", som viser, at de nye arter generelt er tilpasset mere fugtighed end dem, der ikke kunne genfindes ($P < 0,05$). Ellenberg R viser en ikke signifikant tendens til forskel mellem grupperne "kun

Ellenberg Indeks	Wilcoxon signed ranks test			Gennemsnit		
	Begge / kun 1994	Begge / kun 2015	Kun 1994 / kun 2015	Begge	Kun 1994	Kun 2015
L	<0,001	<0,001	ns	4,73	5,50	5,72
F	ns	<0,001	<0,05	5,96	6,15	6,61
R	ns	ns	<0,1	5,90	5,64	6,11
N	ns	ns	ns	5,87	5,77	5,89

Tabel 4. Parvis sammenligning af Ellenberg kårfaktorer mellem planter kun fundet i 1994, fundet begge år og kun fundet i 2005. Wilcoxon's signed rank test er blevet brugt til test af ændringerne i de 16 parvise observationer (områder). Der er også angivet gennemsnit for Ellenberg indikatorværdier for de tre artsgrupper.

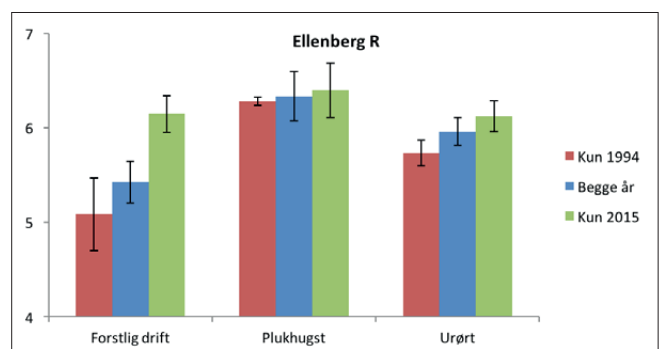
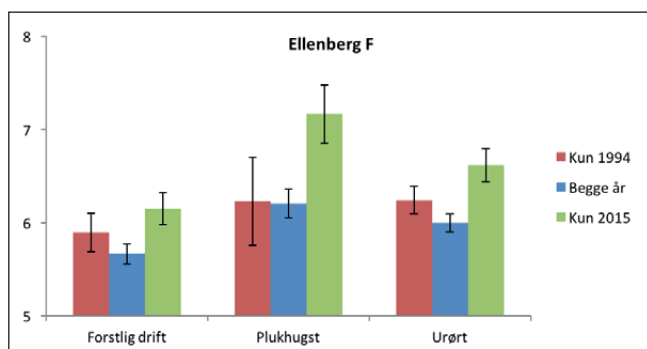
Pairwise comparison of Ellenberg indicator values between ground flora species found only in 1994 "kun 1994", found both years "begge" and found only in 2015 "kun 2015" within each forest. Wilcoxon's signed rank test has been used for comparison of changes in the 16 forest stands. Average of the indicator values are also shown.

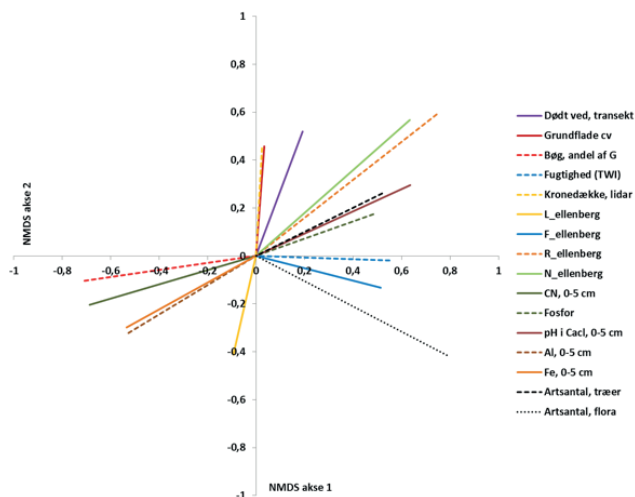
1994" og "kun 2015" ($P < 0,1$). De planter, der ikke er genfundet, er tilpasset mere sure forhold, mens de nye arter er tilpasset mere basiske forhold. Ellenberg N udviser ingen signifikante forskelle. Der er altså ikke noget i udskiftningen af plantearter, der tyder på, at næringstilgængeligheden er steget i årenes løb.

Ændringerne i Ellenbergs indikatorværdier opdelt på driftstype viser, at Ellenberg F er steget i alle driftstyper (Figur 1). Ellenberg R er uændrede for plukhugstdriften, men er steget for både områderne under forstlig drift og i de urørte skove. Bemærk, at der også er en tydelig forskel i niveauerne for gruppen "begge" og "kun 1994" med lave værdier af R for den forstlige og højere værdier for de øvrige driftstyper.

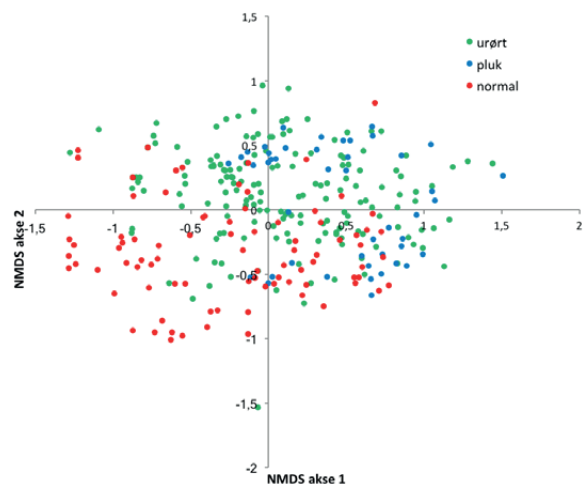
Figur 1. Ellenbergs fugtighedsindeks (F) og surhedsgradsindeks (R) for arter, der er fundet ved begge undersøgelser (begge), kun ved undersøgelsen i 1994 (kun 1994) og kun ved undersøgelsen i 2015 (kun 2015) fordelt på driftstyperne forstlig drift, plukhugst, urørt skov. Usikkerhedsintervallerne er standardafvigelsen på midelværdien.

Ellenberg's indicator values for moisture (F) and soil reaction (R) for species found both in 1994 and 2015 (begge), species found exclusively in 1994 (kun 1994) and species found exclusively in 2015 (kun 2015) grouped according to the management regimes: intensive forestry, selective forestry and unmanaged. Error bars show the standard error of mean.





Figur 2. Omgivelsesfaktorer og andre faktorer afbildet som korrelation mellem en faktor og hhv. NMDS akse 1 og NMDS akse 2. Symbolet for enden af en linje viser i hvilken retning, en faktor øges og længden viser, hvor stærk sammenhængen er mellem variablen og akserne. Alle korrelationer er signifikante med mindst én akse. *Environment variables and other variables are shown as the correlation between a variable and the NMDS ordination axis 1 and axis 2, respectively. Only correlations that are significant along at least one axis are shown.*



Figur 3. NMDS ordination over bundvegetationen. Hvert punkt i diagrammet svarer til et 5 m plot. Punkterne er farvet efter driftstyperne: urørt, plukhugst og intensiv skovdrift. *NMDS ordination of the ground flora. Each point in the diagram corresponds to a 5 m plot. Points are coloured according to their management : unmanaged, selective forestry and intensive forestry.*

Parameter	NMDS1	NMDS2	NMDS3	Antal observationer
Volumen, m3 pr. ha	-0,14	0,21	-0,20	304
Bøg, % af grundflade	-0,71	-0,10	-0,25	308
Standardafvigelse for DBH i punkt	-0,09	0,37	-0,05	307
Dødt ved målt i transekt	0,19	0,52	-0,19	141
Dødt ved, området, transekt	0,04	0,37	-0,26	308
Kronedække, LIDAR 25x25m	0,01	0,45	0,10	316
Bevoksningshøjde, LIDAR	-0,49	0,00	-0,16	316
Fugtighed, TWImean	0,55	-0,02	0,31	308
Fugtighed, Thetaprobe	0,16	-0,18	0,46	123
pH i CaCl, 0-5 cm	0,64	0,30	-0,11	112
Aluminium, 0-5 cm	-0,53	-0,32	0,10	112
Jern, 0-5 cm	-0,53	-0,30	0,17	112
Kvælstof, 0-5 cm	0,00	-0,06	0,36	112
CN forhold, 0-5 cm	-0,69	-0,20	0,08	112
NP forhold	-0,57	-0,08	0,18	112
Ellenberg L	-0,09	-0,41	0,26	280
Ellenberg F	0,51	-0,13	0,46	293
Ellenberg R	0,75	0,59	0,00	273
Ellenberg N	0,63	0,57	0,08	280
Antal arter, Træer	0,52	0,26	0,13	308
Antal arter, skovbundfloraen	0,79	-0,41	-0,06	316

Bundvegetationen og omgivelsesfaktorer

Der er udført en ordination af vegetationsdata i 5 m cirklerne (Figur 2). Baseret på stresskurven var den endelige løsning en med 3 akser (stress= 0,14). Akserne korrelerer med en række omgivelsesfaktorer (tabel 5). Korrelationerne med akse 3 er svagere end de øvrige, og den ekstra information har mest at gøre med fugtighed

målt i sensommeren med thetaprobe, samt med N-indhold i jorden.

Korrelationerne med ordinationsakserne 1 og 2 (figur 2; Tabel 5) viser, at der er flere tydelige gradienter i materialet. Jordbundsparametre som CN-forhold og Al og Fe i 0-5 cm dybde stiger skråt ned mod venstre hjørne og indikerer sure forhold. Fosfor og

Tabel 5. Korrelationer mellem en række faktorer og de tre ordinationsakser. Bemærk, at der i skemaet er både direkte målte omgivelsesfaktorerne og indirekte estimerede Ellenberg værdier. Desuden er korrelationer med artsantal af træer og antal plantearter pr. prøveflade vist. *Correlations between selected variables and the three ordination axes. Note that the table contains both directly measured environmental factors and indirectly estimated Ellenberg indicator values. Finally correlations with number of tree species and the ground flora species number per plot are shown.*

pH_{CaCl2} stiger skråt op mod højre hjørne sammen med Ellenberg R og Ellenberg N. Her er der højere pH og god næringstilstand. Kronedække målt ved lidar stiger op ad 2. akse lige modsat Ellenberg L, der øges ned ad 2. akse. Fugtighed (TWI) stiger mod højre langs 1. akse næsten parallelt med Ellenberg F, hvilket viser, at der er tørt i venstre side af diagrammet og fugtigt mod højre. Bøgens andel af træernes grundflade stiger mod venstre, hvor der er mere tørt. Artsrigdommen af træer peger modsat og stiger op mod højre hjørne sammen med en god næringstilstand. Artsrigdommen af karplantearter stiger ned mod højre hjørne, hvor der er fugtigt og mere lys. De følgende ordinationsdiagrammer for bundvegetationen og træarterne i de forskellige størrelsesklasser er fordelt ift til disse akser og parametre.

Figur 3 viser driftstypernes fordeling i ordinationsdiagrammet for bundvegetationen. Det er tydeligt, at de førstligt drevne skove placerer sig i nederste venstre halvdel af diagrammet, hvor korrelationerne viser, at der generelt er mere lyst, surt og næringsfattigt (Tabel 5). Vegetationen er her som i en typisk lysåben bøgeskov på morbund (Habitattypen 9110). De urørte skove placerer sig, hvor korrelationerne viser, at der er mere mørkt, næringsrigt og der er flere arter af træer. Men det er også klart, at der er et stort overlap mellem driftstyperne og specielt, hvor der er mere fugtigt i nederste højre kvadrant. Det er også her, der er den største artsrigdom af karplanter.

To punkter (outliers) springer klart i øjnene. Det ene er det nederste punkt i diagrammet. Det symboliserer en prøveflade i urørt skov, mens alle andre punkter i nærheden repræsenterer prøveflader i førstligt drevne skove. Provefladerne ligger i Strødam 1 og er meget vådt med rødelsump og gul iris (*Iris pseudacorus*), men også surbundsarter som skovsyre (*Oxalis acetosella*) og bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*) på flader hævet over vandspejlet. Det andet punkt, der falder udenfor, er en prøveflade med førstlig drift, der ligger helt oppe i højre hjørne, hvor alle andre punkter repræsenterer prøveflader i skove, som er urørte eller med plukhugst. Det er en ung, tæt og mørk utyndet beplantning af bøg med striber af sitkagran (*Picea sitchensis*) plantet i Næsbyholm ca. år 2002.

Planternes fordeling i diagrammet er vist i tabel 6, hvor kolonneoverskrifterne A til M henviser til opdelingen af diagrammet som vist på Figur 4.

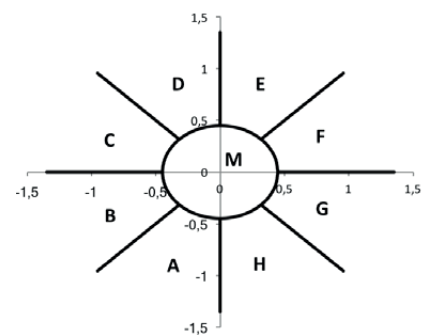
I A og B er plantesamfundene en typisk morbundsvegetation med håret frytle (*Luzula pilosa*), pillestar (*Carex pilulifera*) og bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*). Øverst, i C, er der meget få arter, og ingen, der har den største udbredelse her. Udover de viste urter er der dog en del vedplanter som bøg, ask og ahorn (ikke vist) på

oftest under 20 cm højde. D ligner meget C bortset fra at hvid anemone (*Anemone nemorosa*) her er på alle prøvefladerne og der begynder at optræde flere urter. I E ses en rigere flora, hvor både hulrodet lærkespore (*Corydalis cava*), gul anemone (*Anemone ranunculoides*), guldnælde (*Lamium galeobdolon galeobdolon*) og bjergærenpris (*Veronica montana*) har deres højeste forekomstpcenter. Bingelurt (*Mercurialis perennis*) og skovstar (*Carex sylvatica*) og flere andre har toppunkt i F. G er den del af diagrammet, hvor flest arter har deres toppunkt. Det gælder desmerurt (*Adoxa moschatellina*), korsknep (*Glechoma hederacea*), firblad (*Paris quadrifolia*) og vorterod (*Ranunculus ficaria*). H markerer overgangen til plantesamfundene på mere sur bund. Her finder vi både krybende læbeløs (*Ajuga reptans*) og lungesurt (*Pulmonaria obscura*) samt skovsyre (*Oxalis acetosella*) og lundrapgræs (*Poa nemoralis*). I midten (M) er der en almindelig bøgeskovsflora med enblomstret flitteraks (*Melica uniflora*), miliegræs (*Milium effusum*) og hvid anemone.

Foryngelse af skoven

De fleste skove er domineret af bøg. I gennemsnit er 62 % af grundfladen bøg, men der er en stor variation fra 8 % til 99 %. Blandt de urørte skove kan Nørreskov A og Strødam 1 karakteriseres som næsten rene bølgebevoksninger. Overordnet set er bøgedominansen mindst i områder med plukhugst og størst i de førstligt drevne bevoksninger.

Generelt er der i alle skovene også en del træer under 1,3 meters højde, som potentielt kunne etablere sig. Langt de fleste af dem er små planter under 20 cm højde. Selv i de mest ensidige bølgebevoksninger findes der langt flere arter blandt de små træer. I Nørreskov A, hvor 99 % af grundfladen i bevoksningen er bøg, findes de små bølgeplanter i 88 % af 5 m prøvefladerne. Her er der små ahorn i 75 % af prøvefladerne, ask i 25 % af prøvefladerne og andre arter i 31 % af prøvefladerne. I Strødam 1, er der forekomst af små bøgetræer i 70



Figur 4. Opdelinger af ordinationsdiagrammet i underafdelinger, der benævnes A til M. Disse underopdelinger bruges bl.a. som søjleoverskrifter i tabel 6.

Partition of the ordination space in different compartments named A to M. These compartments are used as column names in table 6.

% af prøvefladerne, men også ahorn 8 %, ask 35 %, elm 3 %, stilkeg 5 % og andre arter 35 %. Den mest ensidige skov i Projektet er den førstligt drevne Strøgårdsvang A. Her er fordelingen af opvæksten på prøvefladerne: bøg 94 % af prøvefladerne, ahorn 29 %, ask 8 %, elm 3 % stilkeg 9 % og andre arter 11 %. Det viser, at der er et potentiale til at skabe en mere artsrig træarts sammensætning på sigt - også i de mest bøgedominerede områder. Det springende punkt er, om de små træer får mulighed for at vokse sig større.

Træernes foryngelse kan beskrives på baggrund af ordinationen. På figur 5 er vist prøveflader med bøg i forskellige størrelsesklasser. Kimplanter er ikke regnet med. Man kan se, at nye planter med en højde under 1,3 m optræder overalt, hvor der er bøge over 40 cm i diameter. Kun helt til højre i diagrammet er der felter, hvor bøg ikke forekommer. Disse felter er præget af en større fugtighed. Man kan også se, at der i hele området forekommer bøg i alle størrelsesklasser. Nederst til venstre i diagrammet, hvor de førstligt drevne skove er placeret (jfr. Figur 3), er der dog en noget

Dansk navn	Latin	A	B	C	D	E	F	G	H	M
ørnebregne	<i>Pteridium aquilinum</i>	19	3	2	0	0	0	2	0	0
lyse-siv	<i>Juncus effusus</i>	42	0	0	0	0	0	28	30	0
håret frytle	<i>Luzula pilosa</i>	38	31	0	0	0	0	0	25	1
pille-star	<i>Carex pilulifera</i>	77	97	0	0	0	0	4	40	7
bølget bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>	62	69	2	0	0	0	2	30	1
hvid anemone	<i>Anemone nemorosa</i>	50	21	40	100	100	95	88	85	96
hulrodet lærkespore	<i>Corydalis cava</i>	0	0	0	10	24	5	8	0	0
gul anemone	<i>Anemone ranunculoides</i>	0	0	0	10	62	44	8	0	1
fladkravet kodriver	<i>Primula elatior</i>	0	0	0	0	0	33	4	0	0
feber-nellikerod	<i>Geum urbanum</i>	0	0	0	0	5	51	42	10	0
skov-galtetand	<i>Stachys sylvatica</i>	4	0	0	0	0	28	20	10	0
almindelig bingelurt	<i>Mercurialis perennis</i>	0	0	0	0	19	64	46	5	22
skov-star	<i>Carex sylvatica</i>	8	7	0	5	29	62	52	30	7
skovmærke	<i>Galium odoratum</i>	4	3	0	10	43	59	36	40	35
småblomstret balsamin	<i>Impatiens parviflora</i>	0	0	0	15	5	51	48	15	15
lund-fladstjerne	<i>Stellaria nemorum</i>	0	0	2	10	5	15	6	5	10
desmerurt	<i>Adoxa moschatellina</i>	0	0	0	0	5	3	24	0	0
firblad	<i>Paris quadrifolia</i>	0	0	0	0	0	15	30	0	1
korsknap	<i>Glechoma hederacea</i>	0	0	0	0	0	28	44	10	0
mose-bunke	<i>Deschampsia cespitosa</i>	62	14	0	0	0	23	76	70	24
hindbær	<i>Rubus idaeus</i>	46	21	0	0	0	28	58	45	18
akselblomstret star	<i>Carex remota</i>	8	3	0	0	0	38	58	30	9
stor nælde	<i>Urtica dioica</i>	0	3	0	0	19	56	84	40	12
almindelig rapgræs	<i>Poa trivialis</i>	0	0	0	0	5	33	46	20	1
skov-stilkaks	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	0	0	0	0	5	51	72	25	6
stinkende storkenæb	<i>Geranium robertianum</i>	0	0	0	0	5	15	46	10	4
stor konval	<i>Polygonatum multiflorum</i>	0	0	0	0	5	10	28	10	3
nyrebladet ranunkel	<i>Ranunculus auricomus</i>	0	0	0	0	0	3	30	10	1
fjærbregne	<i>Athyrium filix-femina</i>	23	7	0	15	10	21	44	20	22
burre-snerre	<i>Galium aparine</i>	8	0	0	20	24	33	76	40	19
dunet steffensurt	<i>Circaea lutetiana</i>	0	0	0	10	57	79	82	30	25
vorterod	<i>Ranunculus ficaria</i>	0	0	0	10	62	59	84	10	18
skovbyg	<i>Hordelymus europaeus</i>	0	0	0	5	24	18	24	15	4
vedbend-ærenpris	<i>Veronica hederifolia</i>	0	0	2	5	5	5	18	0	0
mangeblomstret frytle	<i>Luzula multiflora</i>	23	3	0	0	0	0	2	25	0
krybende læbeløs	<i>Ajuga reptans</i>	0	0	0	0	0	13	12	15	0
almindelig lungeurt	<i>Pulmonaria obscura</i>	0	0	0	0	0	0	2	10	0
lund-rapgræs	<i>Poa nemoralis</i>	27	10	0	0	0	3	14	60	7
almindelig hvene	<i>Agrostis capillaris</i>	23	7	0	0	0	0	2	30	1
stor fladstjerne	<i>Stellaria holostea</i>	23	7	0	0	0	5	72	75	21
majblomst	<i>Maianthemum bifolium</i>	15	3	0	0	0	0	14	20	4
skovsyre	<i>Oxalis acetosella</i>	58	28	5	0	0	0	46	80	49
miliegræs	<i>Milium effusum</i>	46	10	2	5	0	5	50	60	46
enblomstret flitteraks	<i>Melica uniflora</i>	15	24	7	5	10	15	68	50	69

Tabel 6. Forekomst af et udvalg af plantearter i procent af prøveflader indenfor ordinationsdiagrammets akse 1 og 2. Søjlenavnene A til M henviser til Figur 4.

Presence of some selected herb species as a percentage of plots in different parts of the ordination diagramme. Column names A to M refer to Figure 4

tyndere forekomst af bøgetræer i mellemgrupperne 10-30 cm og 30-40 cm.

Med ahorn (*Acer pseudoplatanus*) forholder det sig lidt anderledes (Figur 5). Ahorn i den mindste størrelsesklasse findes næsten over hele arealet og mangler kun i

de mest fugtige dele (til højre på diagrammerne), i de mørkeste prøveflader (øverst i midten) og i de forstligt drevne skove på sur bund (nederst til venstre). Ahorn ser ud til at findes også i nogle af de prøveflader, hvor der er for fugtigt til bøgen. De lidt større træer findes stort set de samme

steder, men der er dog en tendens til, at der kun er små træer i de sure forstligt drevne skove nederst til venstre, men ingen mellemstore eller store. Som man kan se, er der forholdsvis få store træer i klassen > 40 cm.



Figur 5. Bøg (*Fagus sylvatica*), Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Ask (*Fraxinus excelsior*) og Stilkeg (*Quercus robur*) fordelt i ordinationsdiagrammet og fordelt i forskellige størrelseskategorier. Alle undersøgte prøveflader er vist i diagrammet. De farvede punkter viser forekomster. De enkelte størrelsesklasser er undersøgt i forskellige cirkelstørrelser: højde < 1,3 m: 5 m r cirkel, 0-4 og 4-10 cm dbh: 3,5 m r cirkel, 10-30 og 30-40 cm dbh: 10 m r cirkel, > 40 cm dbh: 15 m r cirkel.

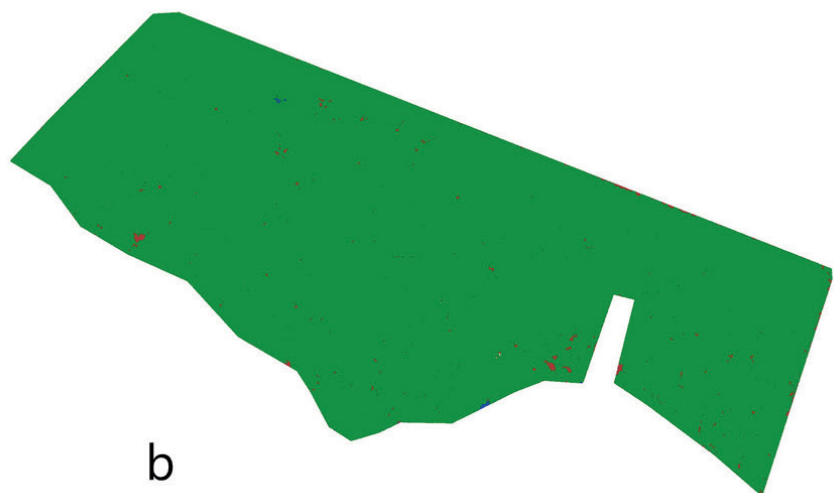
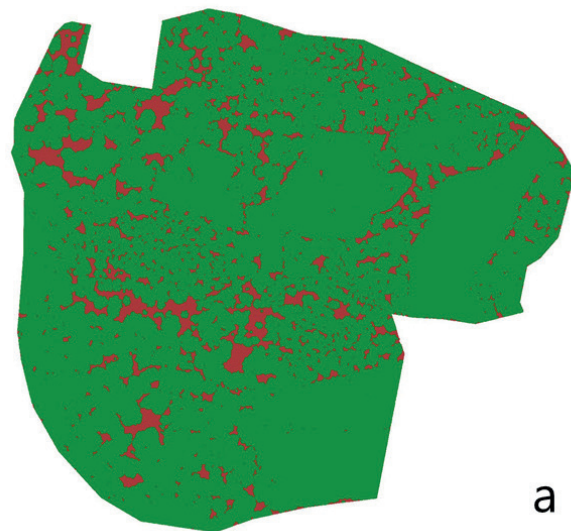
Distribution of beech (*Fagus sylvatica*), sycamore (*Acer pseudoplatanus*), Ash (*Fraxinus excelsior*) and Pedunculate oak (*Quercus robur*) in the ordination diagram in different size classes. All surveyed points are shown and colored points show presence of the species. The size classes are registered in different circle sizes: Height < 1,3 m: 5 m r circle, 0-4 cm and 4-10 cm dbh: 3.5 m r circle, 10-30 and 30-40 cm dbh: 10 m circle, > 40 cm dbh: 15 m r circle.

Askeopvækst under 1,3 m findes hyppigt i den fugtige del af diagrammet (Figur 5) og i fugtigere områder end ahorn. I den tørre og sure ende af spektret mangler ask. I forhold til ahorn er der flere i den del af diagrammet, hvor skovens kronedække er størst. Ask i alle størrelsesklasser over 10 cm i dbh fordeler sig stort set som de mindste, bortset fra, at de er fordelt lidt over mod den fugtige ende af spektret. I klasserne fra 0 – 10 cm dbh kan man se en relativ mangel på træer, hvilket sandsynligvis skyldes stor dødelighed også på de unge træer på grund af asketoptørre. Ligesom ask har elm også været ramt af sygdom. Angrebet af elmesyge ligger tilbage i midt 90'erne og betyder, at der ikke er store elmetræer (ikke vist i figuren). Ligesom ask foretrækker elm de lidt fugtige jorder, og der er ikke opvækst af elm på de tørreste områder.

De mindste egetræer på under 1,3 m's højde har en spredt forekomst inden for det område, hvor de store ege på mere end 40 cm i diameter befinder sig undtaget tre ege (Figur 5). I størrelsesklassen 0-4 cm i diameter og 4-10 cm i diameter er der ikke registreret en eneste eg på nogen af områderne. De lidt større ege på 10-30 og 30-40 cm i diameter er fåtallige. De er placeret i områder, hvor korrelationerne viser, at der er mest lyst og der er flest i det område, der samtidig er fugtigt. De fleste er fundet i forstligt drevne skove (8 stk.), mens der er fundet 1 ved plukhugst og kun 3 i urørte skove.

Forstyrrelser og huller i kronedækket

En vigtig parameter for foryngelse af skoven er tilgængeligheden af lys. I de seneste årtier, har de danske skove været udsat for flere større forstyrrelser, der kan skabe huller i kronedækket og dermed regeneration af lyskrævende arter som eg. I de forstligt drevne skove skyldes bevoksningshullerne ofte tyndinger. I den forstligt drevne skov Næsbyholm (Figur 6 a) kan man se en række bevoksningshuller (lysbrønnde) i vegetationen, som skyldes jævnlig tynding. I skovbrynet ud mod søen er



Figur 6 a og b. Lidarbillede af skovvegetationen i Næsbyholm (a) og Suserup (b). Billedet viser de rå data farvelagt efter deres klassifikation som jord (brunt), vegetation (grønt) og vand (blåt).

Airborne Lidar scanning of the forest vegetation at the managed forest Næsbyholm (a) and the unmanaged forest Suserup (b). The picture show the unprocessed data colored after their classification as bare ground (brown), vegetation (green) and water (blue).

der kun få huller i kronedækket. De jævnt grønne bevoksninger med lidt kantet omrids er tætte unge bevoksninger plantet ca. 2002. I Suserup er der få lysbrønde (Figur 6 b). En opgørelse af den procentvise andel af lysbrønde for samtlige skovbevoksninger viser, at der er en mindre andel i de urørte skove. En parvis t-test mellem de urørte skove og de forstligt drevne viser, at dette billede er signifikant ($P=0,021$), men det skal alligevel tages lidt med et gran salt, da der kun er 5 parvise observationer. Dele af Rådmandshave A og B er stærkt påvirket af asketoptørre, der har skabt områder, hvor næsten hele overetagen er væk. Det har dog ikke her resulteret i en mere lysåben skov, for i stedet har en tæt undervækst af især hæg taget over. Den har efter alt at dømme været der hele tiden, idet der stadig er partier med kronedække og undervækst af hæg.

DISKUSSION

Ordinationen viser en markant forskel mellem driftstyperne urørt skov og forstligt drevet skov. De forstligt drevne skove er præget af en bundvegetation tilpasset mere sure forhold end de urørte, og af flere lyskrævende urter på tør bund.

Udskiftningen af arter fra områderne siden første undersøgelse indikerer, at skovene generelt er blevet vådere både i de urørte og forstligt drevne skove. Det er svært at vide, hvad årsagen er. Det kan være forsumpning i de urørte skove efter dræningsgrøfterne gror mere og mere til, kombineret med en mindre vedligeholdelse af grøfter i de forstligt drevne skove eller overgang til naturnær skovdrift. Det kan imidlertid også skyldes stigende nedbør (Cappelen 2016).

Vi fandt en ikke signifikant stigning i Ellenberg R generelt, men set for de forstligt drevne skove steg Ellenberg R. Med en stigning kommer de forstligt drevne skove til at nærme sig de urørte skove og skove med plukhugst, som dog stadig har både en højere pH i jorden (Kepfer-Rojas m. fl.

2017) og højere Ellenberg R. Årsagerne kan være mange. Det store fald i den atmosfæriske tilførsel af forsurende stoffer fra 1990'erne til i dag (Anonym 2014) kan måske bidrage til en stigning. Ligeledes kan en ændring i træarter påvirke jordens pH.

Vi finder nogenlunde samme artsantal af karplanterne som i 1994. Den relative forskel i artsantal mellem forstligt drevne skove og urørte skove viser, at de forstligt drevne skove relativt set har fået flere arter. Andre undersøgelser antyder, at der ved overgang til urørt skov sker en nedgang i antallet af plantearter. Det er især de lyskrævende arter og generalister, som forsvinder, men også dele af den egentlige skovbundsflora (Oheimb & Brunet 2007). Der hvor vi finder det største antal plantearter, er i de fugtige områder, og det gælder både i urørte skove og i de forstligt drevne. Genetablering af en naturlig hydrologi er derfor en vigtig faktor for at bevare biodiversiteten i skovene.

Undersøgelsen har vist, at træarterne fordeles sig forskelligt. Bøgen findes ikke i de fugtigste områder, men det gør de fleste af de andre træarter, som ask, ahorn og eg. De skyggetålende arter som bøg, ahorn, elm og ask synes foreløbigt at klare sig i den mørke urørte skov. Dog er det svært uden genmålinger gennem en længere årrække at udtale sig om relative tilbagegange og fremgange for disse arter. Andre undersøgelser viser også, at naturlige bøgeskov kan have en meget ensidig artsstruktur. I Europas største oprindelige bøgeskov med et stort kerneområde af urørt bøgeskov, Uholka-Shyrokyi Luh, udgør grundfladen af bøg ca. 97% af alle arter (Commarmot m.fl. 2013). I Suserup Skov synes der at være en mere artsrig trævegetation med en cyklus mellem bøg og ask (Emborg m.fl. 2000).

Det står dog klart, at mere lyskrævende træarter har det svært. Det gælder f.eks. eg, der ikke har haft regeneration i de sidste mange år i nogen af områderne. Der er heller ingen regeneration af eg på arealer

lysnet af asketoptørre i de fugtige dele af Bredvig Mose og Rådmandshave. Ikke engang på steder, hvor bøg er fraværende.

At områder, der lægges urørt, bliver mørkere, og at træarter som eg og en række andre lyskrævende arter forsvinder, er observeret over hele Europa. I Europa er et dominerende skyggetræ bøg, og udenfor bøgens udbredelsesområde som f.eks. i Bialowieza er det typisk avnbøg, der er medvirkende til at gøre skoven mørkere (Vera 2000; Miscicki 2012). Den mørke urørte skov beskrives også i undersøgelserne i Uholka-Shyrokyi Luh (Commarmot m.fl. 2013). Her er der ligeledes en struktur med en mellemetage, hvor undervegetation på under 1/3 af kronehøjden dækker ca. 30-40 %, hvorimod lysninger, hvor man kan se jordoverfladen, kun udgør 0,75 % af de 102,8 km² skoven dækker. Lysningerne er små og hovedparten er under 200 m² (Hobi m.fl. 2015). Kun 7 % af arealet har ikke en flerlaget struktur (Commarmot m.fl. 2013).

Huller i kronedækket i de undersøgte urørte bøgeskove i Danmark ligner meget dette billede, og lysninger med bar jord udgør ca. 1% . Der kommer ganske vist huller i kronedækket, men selv ved større forstyrrelser som stormen i 1999, elmesyge og asketoptørre har lysningerne ikke haft en størrelse eller været åbne nok til, at lyskrævende træarter har kunnet etablere sig. Den sandsynlige forklaring er, at der med tiden udvikles en fleretageret bevoksning, hvor der altid er arter i underskoven, der kan tage over umiddelbart efter en forstyrrelse.

Bøgeskoven er normalt ikke udsat for de store naturlige forstyrrelser. Der er meget sjældent brand eller fladefald i større områder. I stedet sker der et spredt fald, der skaber små åbninger i vegetationen på få hundrede kvadratmeter. I disse åbninger kan kun de skyggetålende træarter regenerere (Commarmot et al. 2013, Bigler et al. 2007).

Dalby Söderskog i Sydsverige er et af de

steder, hvor man har set regeneration af eg efter større naturlige forstyrrelser. Skoven er en blandet løvskov med eg, elm, ask og bøg (Bukina 2012). Den har været udsat for den samme udvikling som andre urørte skove med en gradvis overgang til mere skyggetålende arter (Oheimb & Brunet 2007). Bukina (2012) beregnede, at egen ville være væk i år 2080 (hvilket er sammenligneligt med estimerer for Suserup Skov). De naturlige forstyrrelser og huller i kronedækket har betydet regeneration af eg for første gang i 200 år. De samme forstyrrelser har ikke resulteret i egetræer over 1,3 m i de østdanske skove i denne undersøgelse. Det kan skyldes, at de to områder med nye ege i Dalby Söderskog er for fugtige til bøg, og at forstyrrelsen har været større, idet elm udgjorde en meget stor andel af trævæksten i Dalby Söderskog (Brunet m.fl. 2014). Dalby Söderskog har desuden været udsat for nogle rydninger af opvækst af skyggearter for at beskytte gamle ege (Johansson 2007; Sörensson 2008), og plejeplaner peger stadig på den mulighed (Länstyrelsen 2005). Hvor det er, og hvor store arealer, det drejer sig om, er ikke dokumenteret, så indflydelsen af rydningerne på regenerationen er ukendt. Egeopvæksten vurderes dog ikke at kunne erstatte de større ege (Finnström 2016).

Forsvinder eg fra de urørte skove vil det have en negativ indflydelse på biodiversiteten, da eg er den træart med flest organismer knyttet til sig (Southwood 1961), heraf mange truede arter.

Når egen tidligere har kunnet regenerere de steder, hvor den i dag forsvinder, skyldes det tidligere tiders græsning med husdyr, som har skabt lys nok til, at pionerarten eg har kunnet etablere sig (Vera 2000). Men samtidig ved vi også, at eg har været et konstant element i skovvegetationen i alle tidligere mellemistider. Vera (2000) argumenterer for, at det skyldes græsning med store græsædere som urokse, europæisk bison mv. Men dette billede støttes ikke af pollendiagrammer, der viser, at der midt i en mellemistid vil være en ret mørk skov

og kun meget få åbne arealer på næringsrig bund i Østdanmark (Kunes m.fl. 2011). Det kan skyldes rovdynens betydning for græsningen (Ripple & Beschta 2012, Ripple m.fl. 2015).

Måske har naturlig græsning medvirket til at skabe lysninger på fugtig bund – og måske er det her egen har haft sin naturlige plads. Fremtidige pollenanalyser kan måske finde svaret, men vil nok ikke kunne svare på, hvordan en naturlig urørt dansk skov med den konkurrencesterke bøg vil se ud, da bøgen ikke har været her i tidligere mellemistider og i denne mellemistid er kommet sent, hvor landskabet og de græssende dyr allerede var ændret af menneskelig påvirkning.

Når skove på næringsrig bund bliver udlagt til urørt skov, sker der en række positive ændringer for biodiversiteten. Der gendannes en mere naturlig hydrologi. Der kommer med tiden en stor mængde dødt ved af betydning for en række nedbrydere. Der skabes også mange mikrohabitater, men som vist kan det også betyde en mere ensidig trævegetation med tab af en af de vigtigste træarter for biodiversiteten, eg. Udgangspunktet er her afgørende. Forventningen er, at udlæg af ensaldrende bøgeskov til urørt skov vil resultere i flere træarter. Det kan være omvendt for en artsrig blandet skov.

Hvis lysbrønde bliver meget få og kortlivede kan det også have en negativ betydning for den del af skovbundsfloraen, som ikke trives i en tæt skyggegivende skov. Her skal man dog også huske på, at der i fugtige områder, hvor der ikke kan gro bøg, stadig vil være lysninger, og at udlæg til urørt skov også vil betyde at fugtige områder vil brede sig med overgangen til naturlig hydrologi.

KONKLUSION

Der er påvist en generel ændring af skovbundsfloraen mod færre surbundsarter, og en tendens til ændring i retning mod en

flora tilpasset mere fugtige forhold. Begge disse ændringer er observeret uanset driftstype.

En veludviklet flora typisk for lyse bøgeskove på morbund ses kun på de forstligt drevne arealer. Det forventes, at en forstligt drevet skov med ensaldrende bøg med tiden vil udvikle en mere varieret træarts- og alderssammensætning. Denne proces vil understøttes af genetablering af naturlig hydrologi, hvor bøgen ikke vil etablere sig i de fugtigste områder.

Urørt skov vil skabe mange positive ændringer for biodiversiteten, men der må også forventes enkelte negative ændringer. Den vigtigste af disse ændringer er, at eg vil forsvinde fra skove på næringsrig bund med mindre udlæg af urørt skov følges op af f.eks. skovgræsning.

TAK

Tak til 15. juni fonden uden hvis økonomiske støtte, det ikke havde været muligt at foretage undersøgelserne. Tak til de skovejere, der velvilligt har stillet arealerne til rådighed for undersøgelserne. Tak til Peter Friis Møller for din fremsynethed og samarbejde.

CITERET LITTERATUR

- Anonym 2014. Air pollution fact sheet 2014, Denmark. European Environment Agency. 20 s.
- Bigler J, Wolf A 2007. Structural impact of gale damage on Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Ecol Bull* 52, 69-80
- Brunet J, Bukina Y, Hedwall P, Holmström E & von Oheimb G 2014. Pathogen induced disturbance and succession in temperate forests: Evidence from a 100-year data set in southern Sweden. *Basic and Applied Ecol* 15(2): 114-121
- Bukina Y 2012. Long-term Succession and Loss of Foundation Species in a Temperate Broadleaved Forest in Southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences. Master Thesis no.

194. Southern Swedish Forest Research Centre. Alnarp.
- Cappelen J 2016. Denmark - DMI Historical Climate Data Collection 1768-2015. Danmarks Meteorologiske Institut. DMI Report 16-02. 111 s.
- Commarmot B, Brändli U-B, Hamor F & Lavnyy V 2013. Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Birmensdorf, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv
- Ellenberg H, Weber HE, Dull R, Wirth V & Werner W 2001. Zeigerwerte von Pflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 18, 106 p.
- Emborg J, Christensen M & Heilmann-Clausen J 2000. The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *For Ecol Mgmt* 126: 173-189
- Finnström O 2016. Regeneration dynamics of pedunculate oak in natural temperate forests: a case from southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences. Master Thesis no. 251. Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp.
- Hermý M & Verheyen K 2007. Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. *Ecol Res* 22: 361-371.
- Hermý M, Honnay O, Firbank L, Graishof-Bokdam C & Lawesson JE 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for conservation. *Biol Conserv* 91:9-22.
- Hobi ML, Ginzler C, Commarmot B & Bugmann H 2015. Gap pattern of the largest primeval beech forest of Europe revealed by remote sensing. *Ecosphere* 6(5):76. <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00390.1>
- Jessen B & Andersen VS 1994. Skovbundsvegetation i urørt og forstligt drevet skov. Specialerapport. Københavns Universitet, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut. 101 s.
- Johansson H. 2007. Dalby Söderskog - en studie av trädarternas sammansättning 1921 jämfört med 2005. Centrum för Geobiosfärsvetenskap, Naturgeografi och Ekosystemanalys, Lunds Universitet. Seminarieuppsatser nr 135. 48 s.
- Kepfer-Rojas S, Riis-Nielsen T, Schmidt IK, Byriel DB, Justesen MJ, Nielsen AO, Alban M & Johannsen VK. 2017. Skovstruktur i urørt og forstligt drevet skov. *Flora og Fauna*: 123 (2-4).
- Kunes P, Odgaard B & Gaillard M-J 2011. Soil phosphorus as a control of productivity and openness in temperate interglacial forest ecosystems. *J Biogeogr* 38, 2150-2164
- Länsstyrelsen 2005. Bevarandeplan för Natura 2000-område Dalby Söderskog. Länsstyrelsen, Skåne Län. 2005-12-16.
- Miljø- og Fødevareministeriet 2016. Aftale om Naturpakke. 19 s. http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/Naturpakke-2016.pdf
- Miljø- og Fødevareministeriet 2017. Faktaark om biodiversitetsskov. http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/Faktaark_biodiversitetsskov.pdf
- Miscicki S 2012. Structure and dynamics of temperate lowland natural forest in the Białowieża National Park, Poland. *Forestry* 85(4), 473-483
- Moeslund JE, Arge L, Bøcher PK, Dalgaard PK, Ejrnæs R, Odgaard MV & Svenning J-C 2013. Topographically controlled soil moisture drives plant diversity patterns within grasslands. *Biodiv Cons* 22, 2151-2166. DOI 10.1007/s10531-013-0442-3.
- Møller PF 1997. Biologisk mangfoldighed i dansk naturskov - En sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelser. Rapport 1997/41. 209 s.
- Møller PF 2017. Biologisk mangfoldighed i naturskov - en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Projektets baggrund og formål. *Flora & Fauna* 123 (2-4)
- Nord-Larsen T, Riis-Nielsen T & Ottosen MB 2017. Forest resource map of Denmark - Mapping of Danish forest resource using ALS from 2014-2015.
- Nord-Larsen T & Johannsen V K 2016. Danish National Forest Inventory. Design and calculations. Dept Geosci Nat Res Mgmt, University of Copenhagen, Frederiksberg. 33 pp.
- Poos, MS & Jackson DA 2012. Addressing the removal of rare species in multivariate bioassessments: The impact of methodological choices. *Ecol Indicators* 18: 82-90.
- Ripple WJ & Beschta RL 2012 Trophic cascades in Yellowstone: the first 15 years after wolf reintroduction. *Biol Cons* 145: 205-213.
- Ripple WJ, Beschta RL, Luke E & Painter LE 2015. Trophic cascades from wolves to alders in Yellowstone Forest. *Ecol & Mgmt* 354: 254-260.
- Southwood TRE 1961: The number of species of insects associated with various trees. *Journal of Animal Ecology* 30: 1-8.
- Sörensson M 2008. Pilotinventering av den sapro-xyliiska insektsfaunan i Dalby Söderskog 2008. Länsstyrelsen i Skåne län. Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering 2017. DHM/punktsky fra 2014-15. Download fra Kortforsyningen (download.kortforsyningen.dk) maj 2017.
- Svenning J-C 2002. A review of natural vegetation openness in northwestern Europe. *Biological Conservation* 104: 133-148.
- Vera FWM 2000. *Grazing Ecology and Forest History*. CABI Publishing, UK. 527 s.
- Von Oheimb G & Brunet J 2007. Dalby Söderskog revisited: long-term vegetation changes in a south Swedish deciduous forest. *Acta oecologica* 31: 229-242.