

## Kapitel 3

# Naturskoven som inspiration for skovdyrkningen

Af Jens Emborg og Katrine Hahn

### 1. Naturskoven – en kilde til inspiration og læring

Den naturnære skovdrift følger princippet om at udnytte skovens egne kræfter i produktionsprocessen – f.eks. skovens selvforyngende og selvstrukturerende kræfter. For at drage nytte af disse kræfter, må man forstå dem – forstå hvordan, hvornår og under hvilke forhold de virker. Man må lære dem at kende, hvor de udfolder sig frit – upåvirket af menneskets indgriben – i den urørte skov. Den urørte naturskov kommer da i fokus som en primær kilde til læring og inspiration ved naturnær skovdyrkning.

Vi ønsker at give læseren indblik i hvor og hvordan, der kan hentes inspiration i naturskoven til skovdyrkningen. Vi håber også at give forståelse for hvordan naturskoven som reference kan hjælpe os i praksis. Samtidig forsøger vi at skabe overblik over noget af den grundlæggende teori om naturskovens struktur og dynamik.

Kapitlet indeholder derfor en gennemgang af det videnskabelige grundlag, eksempler fra praktiske erfaringer med naturnær skovdrift, samt en værktøjskasse med forslag til hvordan værktøjet kan bruges ved naturnær dyrkning. Til

slut præsenterer vi en række naturskovslokaliteter i Danmark og omegn som opfordring til selv at tage ud og opleve naturskoven.

Det er en svær opgave at formidle essensen af naturskovens økologi, struktur og dynamik – og samtidig beskrive hvordan denne teori kan omsættes til praksis. Vi har valgt at benytte konkrete problemstillinger og eksempler til punktvist at belyse, hvordan teorien kan bringes i anvendelse i praksis. Tanken er at disse punktvise eksempler skal illustrere, hvordan man selv – på egne problemstillinger – kan omsætte viden fra naturskoven til praktisk skovdyrkning.

#### 1.1 Teori og praksis

Teori og praksis hænger sammen. Pointen er, at det drejer sig om selv at lære – selv at opleve – selv at se, erfare, tænke og afprøve. Vi påstår i den forbindelse, at *intet er så praktisk som en god teori!* Anvendeligheden af egne iagttagelser og erfaringer styrkes ved at have en brugbar teori, som kan sætte system i oplevelserne. Ens eget teori-apparat kan opbygges og forstærkes ved at dykke ned i den videnskabelige litteratur. I kapitlets indledende afsnit har vi givet

en indfaldsvej til fagområdets righolde lige litteratur.

Ved at koble egne oplevelser sammen med de videnskabelige teorier og modeller kan skovdyrkeren lidt efter lidt opbygge en brugbar forståelsesramme. Forståelsesrammen er et effektivt redskab til at systematisere og tolke de mange indtryk og erfaringer fra praksis, studier eller ekskursioner. Samtidig kan teori og modeller bruges til at støtte ens analyser, beslutninger og handlinger – på såvel det strategiske, som på det taktiske og operationelle niveau.

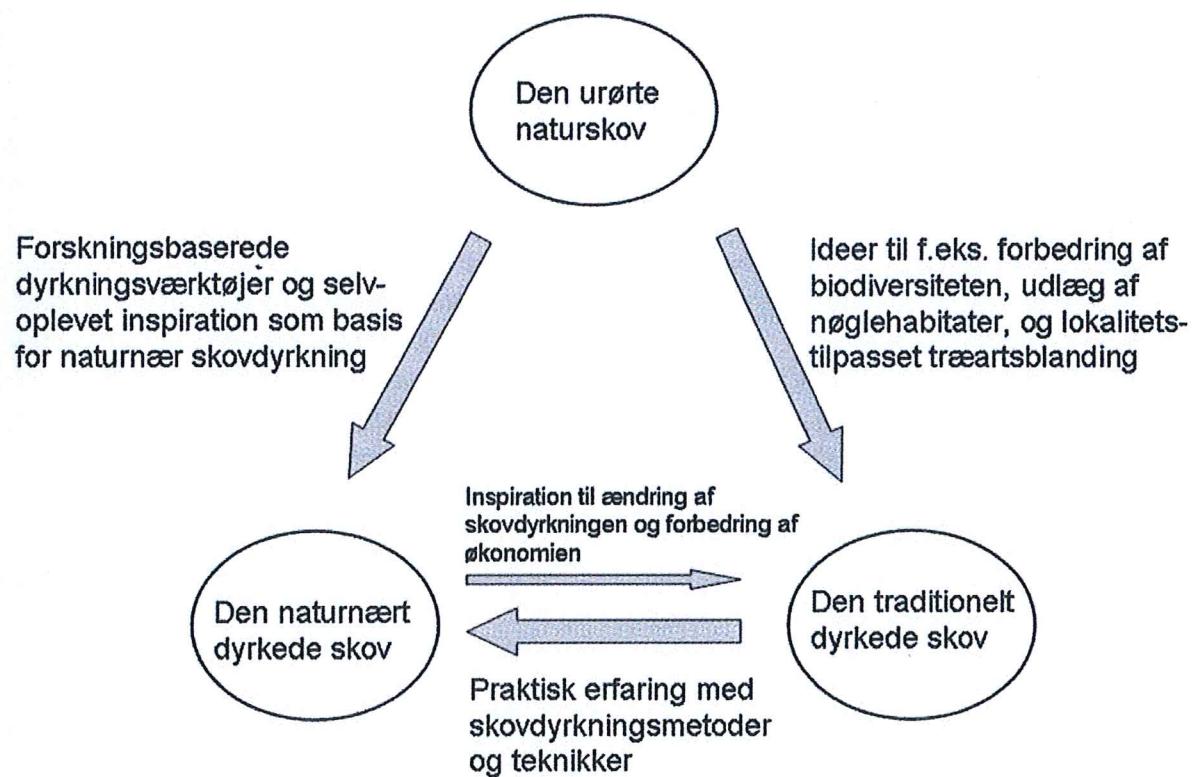
Figur 1 illustrerer hvordan udvikling af

metoder og teknikker i naturnær skov dyrkning må trække på viden fra traditionel skovdrift kombineret med viden om urørt naturskov.

## 2. Det videnskabelige grundlag – naturskovens dynamik

I dette afsnit præsenteres en overordnet teoretisk ramme – en teori om den naturlige dynamik i skovøkosystemer baseret på videnskabelig litteratur. Denne grundlæggende forståelsesramme bygger vi så videre på i de følgende afsnit indenfor udvalgte problemstillinger og

Figur 1. Samspillet mellem naturnær skovdrift, traditionel skovdrift og den urørte naturskov.



forsøger dermed at demonstrere hvordan teorien kan benyttes som et værktøj for praksis.

## 2.1 Teorien om succession og klimaks

### 2.1.1 Succession og klimaks – begreberne dannes

Allerede i slutningen af 1800-tallet var flere botanikere og plantogeografer opmærksomme på dynamikken i de økosystemer de undersøgte. Den danske økolog E. Warming beskriver således hvorledes det ene plantesamfund forbereder grunden for det næste, og derved så at sige arbejder hen imod sin egen undergang (Warming 1895).

I 1916 cementserede Frederic Clements betegnelsen *succession* om sådanne vegetationsdynamiske fænomener (Clements 1916). Her opfattes *succession* som en afløsning af det ene plantesamfund med det næste indtil successionen endelig afsluttes med et stabilt selvregulerende *klimakssamfund* i balance med det omgivende klima. Clements antog at successionen var retningsbestemt og forudsigelig, således at klimakstilstanden kunne defineres entydigt på en given lokalitet. Clements tillagde klimaet helt dominerende betydning i forhold til de øvrige økologiske faktorer.

Efter Clements klassiske fortolkning ville eventuelle forskelle i jordbundsforhold udjævnes med tiden indenfor en given klimatisk region, og han opfattede alle plantesamfund indenfor en klimatisk region som forskellige successionsstadier fra samme successionsforløb, alle i bevægelse mod samme klimakstilstand. Clements gik så vidt, at han sammenligner klimakssamfundet med en superorganisme, hvor successionen beskriver

organismens opvækst fra fødsel til fuldt udviklet organisme.

### 2.1.2 Forskellige perspektiver på succession og klimaks

Clements teorier har siden været genstand for heftig, ofte følelsesladet debat (Gleason 1926, 1927, Raup 1941, 1951, Drury og Nisbeth 1973, Spurr og Barnes 1980, McIntosh 1985). Debatten har haft svært ved at nå til afklaring, bl.a. fordi den bunder i dybtgående forskelle mellem livsopfattelser, nemlig mellem holisme og reduktionisme.

En stor del af debatten har drejet sig om at afklare om økosystemet er en slags superorganisme, med mere eller mindre forudsigelige egenskaber på systemniveau. Eller om det samlede økosystem "blot" er et (tilfældigt) resultat af en mængde individers indbyrdes konkurrence.

Gleason åbnede debatten i 1926 idet han fandt det uholdbart at opfatte plantesamfund som superorganismer, bl.a. fordi plantesamfund ( modsat organismer) ikke kan afgrænses og defineres nøjagtigt i rummet.

Raup fulgte kritikken op i 1940'erne og videre frem – han fandt det vanskeligt at definere og afgrænse plantesamfund i bl.a. arktiske og tropiske områder, fordi naturen her er præget af glidende overgange. Raup bemærkede, at forskernes bestræbelser på at opdele og kategorisere vegetationen i plantesamfund ofte førte til lange lister over forskellige artsgrupperinger, der ustændigt dukkede op i nye varianter. Når resultatet af klassificeringen blev gjort op, viste det sig ofte at arealet med overgangszoner var større end arealet dækket af plantesamfund! (Raup 1972). Forskerne forsøgte at skabe overblik og struktur med deres teori – men det virkede bare ikke.

Men superorganismer har vist sig vanskelige at dræbe vha. logiske slutninger, så forskellige varianter af superorganismekonceptet har overlevet debatten og fundet en plads i nutidens økologi. Odum (1969) og Whittaker (1970) benyttede f.eks. begge analogien og konkluderede, at økosystemers udviklingsstrategi sigter mod at opnå maksimalt informationsniveau og maksimal kontrol over omgivelserne som værn mod eksterne påvirkninger. Succession fører dermed til stadigt mere komplicerede økosystemer med stadigt stigende biomasse, energiudnyttelse, informationsniveau, organisationsniveau mv.

Borman og Likens (1979) gennemførte omfattende studier af hele skovøkosystemer og dannede en milepæl i den helhedsorienterede skovøkologiske forskning. Der var i disse studier fokus på at forstå helheden – f.eks. hvorledes interaktionen mellem individerne som systemet er komponeret af *tilsammen* danner et *større hele* med mere eller mindre *forudsigelige egenskaber* og udviklingstendenser. Denne holistiske forståelse af systemet indebærer blandt andet, at *helheden er mere end summen af enkeltdelene!*

I dette perspektiv er det altså vigtigt at studere og forstå den samlede effekt eller konsekvens af det økosystem der er opbygget. I den naturnære skovdyrkning er det f.eks. interessant at kende det samlede skovøkosystems modstandskraft mod og regenerationsevne efter storm.

### 2.1.3 Artens og individets konkurrenceegenskaber

I 1970'erne søgte Drury og Nisbeth (1973) at skabe et nyt afsæt ved en opdateret tolkning af successionsbegrebet. De fremhævede en række eksempler fra

specielt den tempererede løvskovzone, der strider mod Odum og Whittakers superorganisme-orienterede økosystem-forståelse. De foreslår på den baggrund at en logisk teori omkring succession må søges på individ- eller endog celle-niveau. Arternes konkurrenceegenskaber og spredningsmekanismer i samspil med omgivelsernes selektionspres bliver derved de centrale studieobjekter.

I dette perspektiv bliver den enkelte arts økologiske egenskaber et centralt studieobjekt. I den naturnære skovdyrkning er det f.eks. vigtigt at kende den enkelte arts økologiske egenskaber, da disse er med til at afgøre dens styrke og svagheder i konkurrencen med andre arter.

### 2.1.4 Rammebetingelsernes stabilitet – forstyrrelser i økosystemet

Også Clements (1916) antagelse om at rammebetingelserne normalt er så stabile, at man kan forudsige successionens sluttstadie, klimakssamfundet på en given lokalitet har skabt debat.

F.eks. er forstyrrelser (brand, storm, ændret vandstand, frost, klimaekstremer) i de fleste økosystemer så hyppige, at en ligevægtstilstand sjældent når at indfinde sig (Raup 1957, 1972). Tilsvarende vil klimaændringer og indvandring af nye arter betyde, at plantesamfundene sjældent når at komme i ligevægt, før der sker nye ændringer som skubber udviklingen i en ny retning (Davis 1981).

Rammefaktorerne kan altså være så ustabile, at det ikke giver mening at forudsige sluttstanden. Denne dynamiske opfattelse indbefatter, at jorden er levested for en stadigt skiftende strøm af dyre- og planterarter hvor arternes opstæn og ændringer i tid og rum i vid udstrækning et produkt af tilfældige forstyrrelser (storm, brand, skiftende

vandstand, klimaændringer, refugiers beliggenhed, arters spredningssucces osv.). Sådanne forstyrrelser er af allerstørste betydning for udviklingen af skovøkosystemer og kan bruges som redskaber til at påvirke økosystemers udvikling.

### 2.1.5 Moderne tolkning af succession og klimaks

I dag har næsten alle moderne økologer forladt Clements klassiske fortolkning af succession som vegetationsudvikling gennem forudsigelige, diskrete stadier frem til kulmination i et entydigt, regionalt klimaks.

Store dele af Clements teori og terminologi lever dog videre i modificeret form. De fleste erkender således at der er successionsforløb i naturen, men ofte under forhold hvor ændringer i rammefaktorerne betyder, at en eventuel klimakstilstand i balance med det omgivende miljø aldrig nås.

Spurr og Barnes (1980) leverer en pragmatisk tolkning af begrebet klimaks, som formentlig stadig kan samle opbakning: Klimaks begrebet benyttes – nærmest skødesløst – om mere eller mindre langvarige plantesamfund, der fremkommer sent i vegetationsudviklingen på en given lokalitet, dvs. at klimakssamfundet er relativt stabilt og i dynamisk ligevegt (steady-state) med omgivelserne.

Betydningen af begreber som ligevegt og stabilitet i et givet system er dermed stærkt afhængigt af den betragtede skala. Generelt gælder, at jo større arealenheder der studeres, jo mere stabilt synes systemet at være. Således kan klimaks ikke længere opfattes som et definitivt slutstadie, idet der konstant sker forandringer i det biotiske miljø, om end ofte i et langsomt tempo.

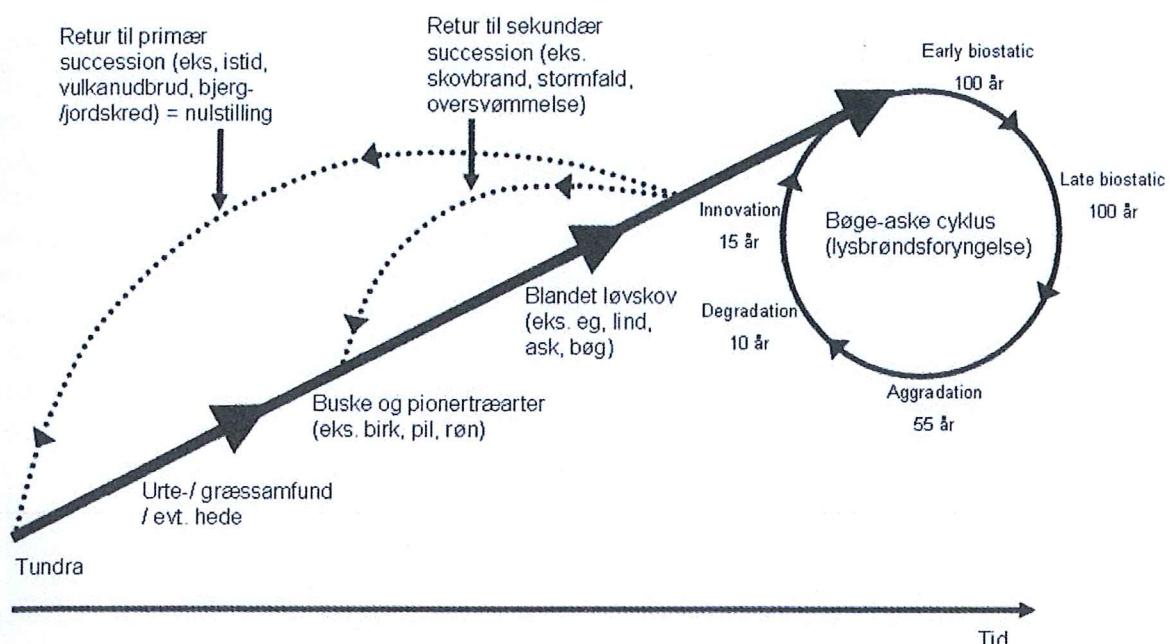
### 2.1.6 Sammenfatning af teorien

Dette historiske rids af de basale økologiske teoriers fødsel og udvikling giver tilsammen et godt indtryk af nogle brændpunkter i den skovøkologiske forskning og de forskellige økologiske "skoler" der findes. Alle teorierne bidrager – på forskellig vis – til at forstå de udviklingsprocesser der foregår i naturlige skovøkosystemer. I den naturnære skovdyrkning kan vi uden problemer trække på dem alle.

Teorien om *succession* og *klimaks* udgør en teoretisk forståelsesramme, der kan hjælpe os til at tolke vores iagttagelser og forudsige skovbevoksningers "spontane" udviklingsretning. *Superorganisme* perspektivet kan bruges til at analysere og forstå den samlede effekt af hele økosystemet. *Individarts-perspektivet* kan belyse den interaktion mellem systemets mange delkomponenter (f.eks. træarter), der i grundten afgør systemets udvikling og samlede resultat.

Hvis teori, modeller og forståelsesrammer skal fungere som støtteværktøj i vores daglige virke, skal de være enkle og klare – ellers kan vi miste overblikket i fortolkningsprocessen, alene på grund af modellens kompleksitet.

Nogle af os har i den forbindelse glæde af grafiske fremstillinger af teorien, som så at sige kan brænde sig fast på vor indre nethinde. Sådanne indre billeder kan være særligt effektive når vi søger at strukturere og forstå mylderet af indtryk vi rammes af når vi studerer naturen. Tilsvarende kan billederne være et bedre udgangspunkt for at udvikle teoretisk funderede strategier og planer for vores valg og handlinger i praksis. Figur 2 viser en visuel fortolkning af teorierne om succession og klimaks.



*Figur 2. Hypotetisk retningsbestemt og cyklistisk succession i en løvskovsdomineret region. Successionen kan betragtes som en retningsbestemt proces – fra det ene udviklingsstade til det næste. Efterhånden begynder den retningsbestemte udvikling at "flade ud" og bevæge sig ind i et nærmest cyklistisk forløb – klimaks – hvor systemet har fundet en dynamisk balance med det omgivende miljø. En større forstyrrelse af systemet kan bringe det væk fra klimakstilstanden – væk fra den dynamiske ligevægt – og sætte det tilbage til tidligere successionsstadier, hvorfra der igen vil begynde en retningsbestemt successionsproces frem mod en ny ligevægtstilstand – et nyt klimaks. Der skelnes mellem primær succession, hvor systemet nulstilles og "renses" for organisk materiale (som efter en istid, et vulkanudbrud eller et større bjerg/jord-skred), og sekundær succession, hvor systemet/vegetation blot slås tilbage, således at der stadig vil være organisk materiale (muldjord, slam, planter, frø, træ og plantedele mv.) tilstede som udgangspunkt for vegetationsudviklingen.*

## 2.2 Præsentation af baggrunds-casen: Suserup Skov

På baggrund af studier af naturskovenes dynamik og strukturer kan vi udvikle principper og tilhørende værktøjer for skovdriften. Ved at 'kopiere' nøglelementer og -processer fra den urørte naturskov kan man f.eks. fremme biodiversiteten i de dyrkede skove (Christensen og Emborg 1996).

Vores få tilbageværende urørte naturskove spiller derfor en vigtig rolle som

reference for skovdrift og naturbeskyttelse. Herudover spiller de urørte skove en vigtig rolle for vores pædagogiske og kulturelle forståelse af naturen: Vilde og urørte skovområder kan give os et indblik i hvordan landskabet og verden ville se ud, hvis der ikke var mennesker til – et troldspejl der viser dybden og omfanget menneskenes samspil med naturen!

Suserup Skov syd for Sorø er en af Danmarks mest interessante og velunder-

søgte stumper af naturskov. Skoven ligger på næringsrig jord og er en god reference for en stor del af de østdanske løvskove. Vi vil referere til de resultater som forskningen i Suserup Skov har givet og supplere med andre relevante resultater.

Suserup Skov er en lille naturskov (19 ha), der ligger på den nordlige bred af Tystrup Sø omgivet af en blanding af græsningsskov og opgivne marker i fri succession. Skoven tilhører Sorø Akademি og har været friholdt for egentlig skovdrift siden 1854 og fredet siden 1925. Skoven er domineret af bøg, ask og eg, med elm i underskoven. Herudover findes bl.a. rød-el (langs søbredden), ær (spredt fra nærliggende gård), lind (plantet), heste-kastanje (indført) samt hassel, hvidtjørn, benved, skovæble mm. i underskoven (Emborg et al. 1996). Egen er primært dominerende i den del af skoven som tidligere har været brugt til skovgræsning.

Udover skovgræsning har der tidligere været foretaget høslet langs søbredden, været oldensvin i den bøgedominerede del, og en overgang blev der fjernet træer både i form af hugst og af æstetiske årsager (Fritzbøger og Emborg 1996). På trods af de nævnte kulturbetingede påvirkninger regnes skoven for relativt urørt – en lille plet skov, hvor det er muligt at studere resultatet af naturens frie udvikling. Siden 1961 har Suserup Skov i princippet ligget urørt hen, således at der ikke er fældet træer eller fjernet ved fra skoven.

## 2.3 Strukturer og mønstre

### 2.3.1 Mosaikstruktur

Skala er en af de vigtigste parametre når man taler om strukturer og mønstre. I

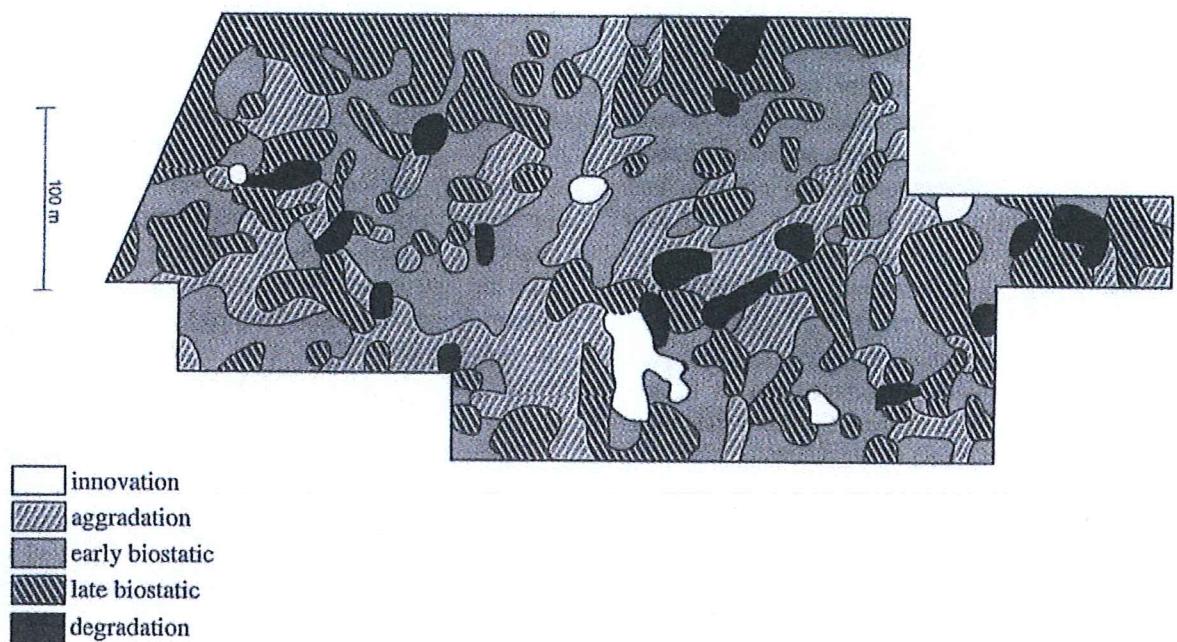
modsætning til boreale (nåle-)skovsystemer hvor store arealer er dækket af få træarter, og hvor store forstyrrelser som f.eks. brand og insektangreb kan dække arealer på flere 100 ha er finkornet heterogenitet et nøgleord i den tempererede løvskov. Endnu mere finkornet bliver strukturen når man bevæger sig til tropiske økosystemer, hvor et højt antal træarter findes i tæt blanding på små arealer. De forstyrrelser og processer, som er med til at skabe denne heterogenitet – både i stor og lille skala – er knyttet til regionale karakteristika for klima, jordbund og artssammensætning. En mosaikstruktur præget af små grupper af jævnaldrende træer kan være resultatet af en “steady-state patch-dynamik”, hvor sammenbrudet af et eller få træer kun giver plads til en lille foryngelsesgruppe i lysbrønden (Emborg et al. 2000). Foryngelsesgruppen vokser op og danner med tiden en lille gruppe ensaldrende træer.

Det samlede resultat bliver at der med tiden udvikles en finkornet mosaik af trægrupper, af forskellig alder afhængig af hvornår lysbrønden opstod. Mosaikken er i evig bevægelse og udvikling over tiden – og betegnes i litteraturen som en “shifting-mosaic”. Efter lang tids udvikling kan mosaikken komme i dynamisk ligevægt (“steady-state”) med det omgivende miljø (inklusive “forstyrrelses-regimet”).

Et eksempel på en sådan “shifting-mosaic-steady-state” er beskrevet og analyseret i Suserup Skov (Emborg et al. 2000), og mosaikstrukturen er vist i Figur 3.

### 2.3.2 Diameterklassefordeling

Den samlede diameterklassefordeling for mosaikken når den er i “steady-state” vil typisk være “omvendt J-formet”,



*Figur 3. Eksempel på små-skala mosaikstruktur i en urørt østdansk naturskov – Suserup skov. Der er 5 faser: foryngelse, opvækst, tidlig modning, sen modning, nedbrydning.*

dvs. at der er en stor pulje af meget små træer, mens antallet af træer falder med stigende diameter, således at der kun er relativt få store træer. I Suserup Skov er det beskrevet hvordan diameterklassefordelingen netop fulgte dette mønster – og faktisk kunne beskrives ved en negativ (dvs. faldende) eksponentialfunktion (Emborg et al. 1996).

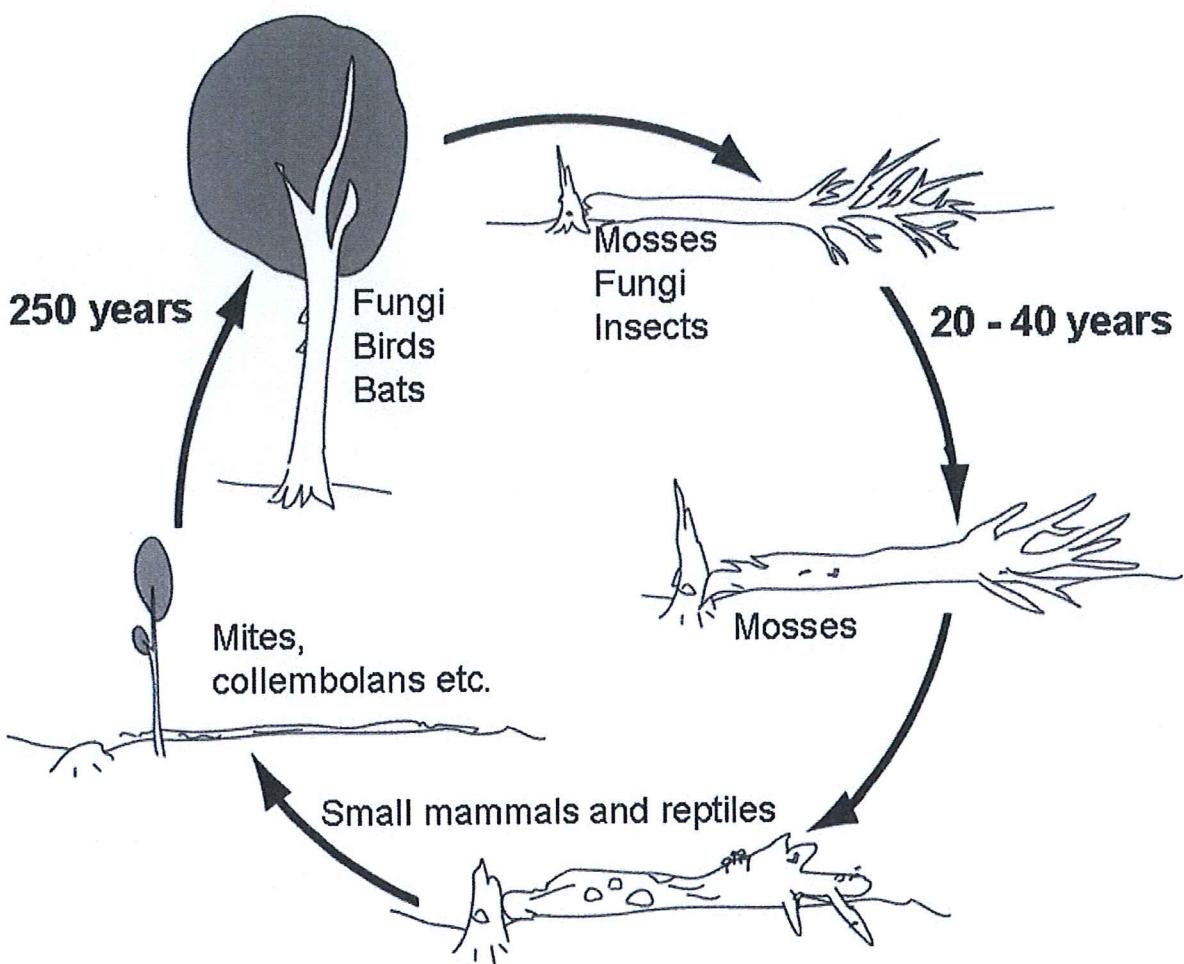
I en finkornet “shifting-mosaic” baseret på foryngelse i relativt små lysbrønde vil skyggetolerante træarter (f.eks. bøg) have en relativ stærk konkurrenceevne og dermed kunne udvikle sig dominerende. I skovtyper præget af stor-skala forstyrrelser som f.eks. brand eller storm vil lyskrævende pionertræarter som f.eks. ask, eg, birk eller skovfyr have en relativt stærk konkurrenceevne. Ensaldrende bestande af disse træarter vil ofte overtake de ofte store storm/brand-raserede flader, hvorved strukturen i en sådan

skov vil være præget af langt større flader/mosaikker. Indenfor den enkelte bestand/flade vil diameterklassefordelingen ofte tilnærme sig en normal-fordeiling omkring en given gennemsnitsværdi. Dette billede kan dog sløres med tiden i takt med at skyggetolerante træarter indfinder sig i halvskyggen under de etablerede pionertræarter.

### 2.3.3 Dødt ved og gamle træer

Dødt ved i skovbunden, store gamle træer, stående døde træer og rodvælttere er vigtige strukturelle elementer i naturskove (Christensen et al. 2005). Netop det døde ved i dets mange afskygninger, danner grundlag for en stor portefølje af forskellige organismer – en sand biologisk mangfoldighed (Figur 4).

Men dødt ved er som regel kun sparsomt til stede i skove der dyrkes med henblik på træproduktion – uanset om



Figur 4. Eksempel på cyklus for biodiversitet knyttet til dødt ved (fra Heilmann-Clausen 2003).

der dyrkes traditionelt eller naturnært. Naturskove rummer meget store mængder af dødt ved, hvilket gælder både boreale og nemoriale skove i Europa (Linder et al. 1997, Kirby et al. 1998, Hahn og Christensen 2005). Manglen på dødt ved i de dyrkede skove repræsenterer et ”manglende strukturelt element” af stor betydning for biodiversiteten. Da den maksimale levealder for et træ i en dyrket skov tilmed er meget kortere i en dyrket skov end i en naturskov vil der derfor også være

en mangel på gamle og delvist nedbrudte træer i den dyrkede skov.

#### 2.3.4 Vand

Et andet karakteristisk træk ved naturskove er den varierede hydrologi, hvor både mindre vandløb, sører, moser og midlertidigt oversvømmede områder spiller en strukturel rolle (Møller 2000). Naturskoven kan her give inspiration til den praktiske forvaltning af vandet i skovene såvel som brugen af lokalitets-tilpassede arter.

Langt de fleste dyrkede skove har været underlagt intensive drænings- og grøftningsprogrammer, og det har resulteret i en forarmelse af den typiske fugtigbundsflora i sammenligning med urørte skove (Graae and Heskjær 1997). Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at en naturskov også er i samspil med det omgivende miljø, så selv i vores urørte naturskove er vandstandsforholdene stærkt påvirket af både direkte (tidlige grøfster) og indirekte (dræning af oplandet) menneskelige indgreb.

Sammenfattende kan vi konkludere at naturskovens strukturer og mønstre under danske forhold typisk er karakteriseret ved en betydelig finkornet variation der udvikles over lange tidsrum, betydelige mængder af dødt ved i forskellige

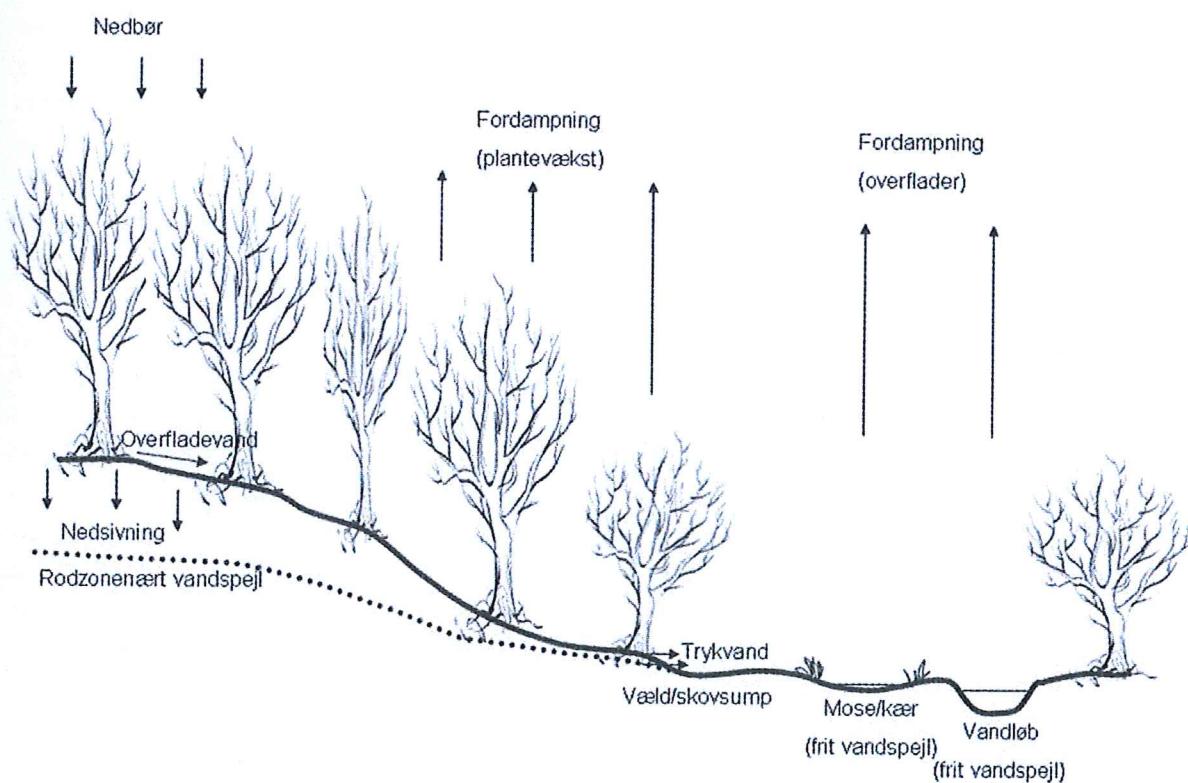
former og en varieret hydrologi. Alt dette er af stor betydning for skovens biologiske mangfoldighed, samt for skovens funktionelle egenskaber – hvilket vi ser nærmere på i det følgende.

## 2.4 Processer og dynamik

### 2.4.1 Forstyrrelser

Med udgangspunkt i de overordnede eller bagvedliggende dynamiske processer for skovøkosystemernes udvikling over tiden vil vi nu se nærmere på betydningen af forstyrrelser i skovøkosystemet.

På det overordnede plan kan forstyrrelserne opfattes som udefra kommende (eksogene) kræfter der sætter systemet tilbage, bringer det i uligevægt i forhold



*Figur 5. Eksempel på naturlig hydrologi i et skovøkosystem (efter inspiration fra Møller 2000).*

til de iboende (endogene) kræfter i økosystemet – successionen – der bringer systemet i retning mod en dynamisk ligevægtstilstand. Successionen søger at bringe systemet i ligevægt, hvorimod forstyrrelsen bringer systemet ud af ligevægt – to modsat rettede kræfter. Forstyrrelser bringer altså økosystemet ud af kurs – påvirker det i en grad så der sættes gang i en ny udvikling. Det kunne for eksempel være en storm, som vælter de store træer i overetagen, en oversvømmelse der slår visse træarter ihjel, eller en brand der slår stort set alt levende ihjel.

Forstyrrelser kan variere i omfang og kraft. Store forstyrrelser er relativt sjældne begivenheder – det kunne være vulkanudbrud, kæmpebrande eller stormfald (Peterken 1996, Ulanova 2000, Yamashita et al. 2002). Mellemstore forstyrrelser af varierende omfang og frekvens f.eks. være brand i boreale skovsystemer (Lindbladh et al. 2000, Niklasson and Granstrom 2000, Niklasson and Drakenberg 2001). Små men hyppige forstyrrelser kan være enkelt-træ-begivenheder, f.eks. at træer dør grundet ælte, vind, svampe- eller insektangreb, som beskrevet i de central-europæiske skove (Tabaku and Mayer 1999, Boncina 2000).

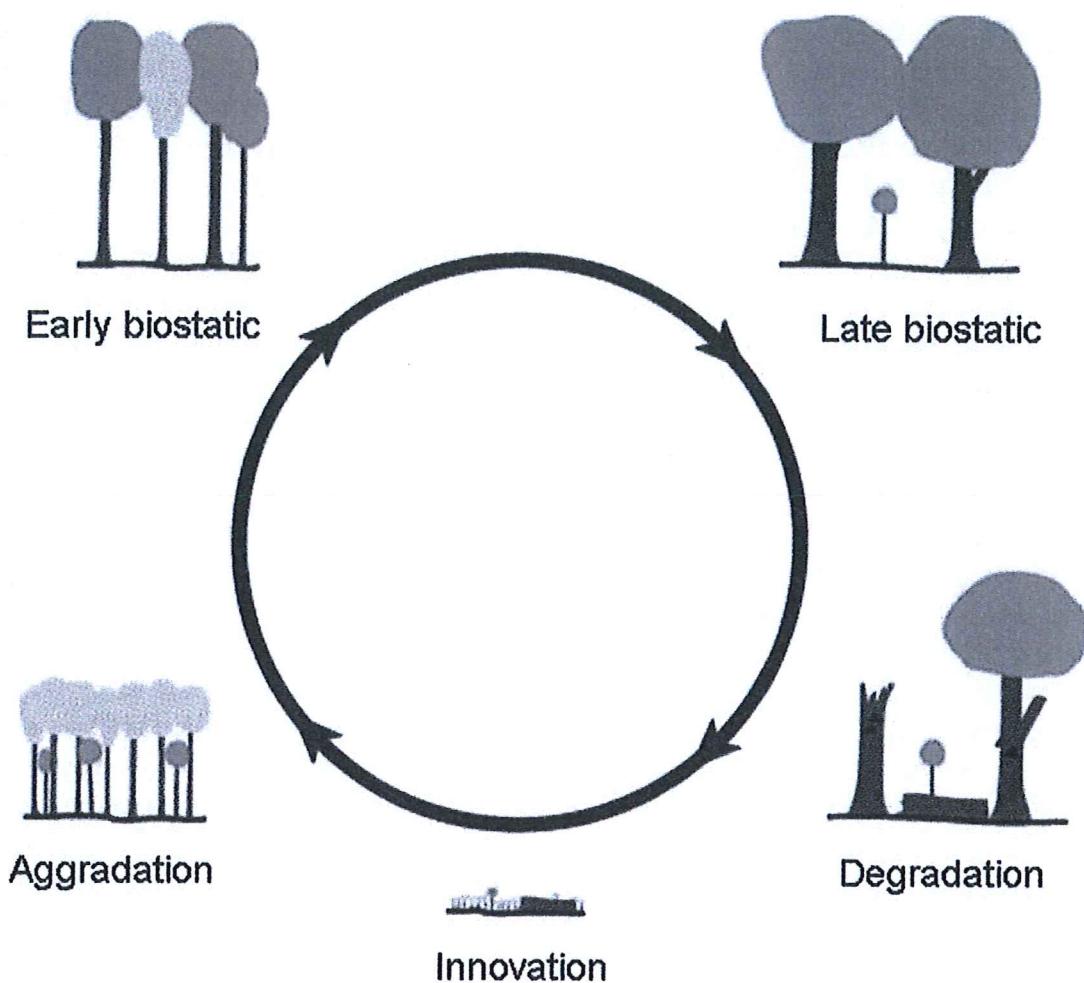
Generelt gælder der en omvendt sammenhæng mellem forstyrrelsers omfang/kraft og forstyrrelsers hyppighed. Store/kraftige forstyrrelser er relativt sjældne, mens små/begrænsede forstyrrelser er relativt hyppige.

#### 2.4.2 Økosystemets reaktion på forstyrrelser

I vores del af Europa, hvor blandet løvskov er naturligt dominerende, inkluderer forstyrrelsedsdynamikken både hyp-

pige små-skala forstyrrelser (lysbrøndsdynamik) og sjældnere stor-skala forstyrrelser (stormfald og evt. brand). Dette medvirker til udvikling af en relativt finkornet mosaik-struktur og en stor variation i antallet af arter og størrelsesklasser selv indenfor et lille areal (Embørg et al. 1996, Hannon et al. 2000) på de fleste lokaliteter – men også til udvikling af mere lysåbne artssamfund på tørre hede- og klitlokaliteter (Svenning 2002). Det samlede resultat kan blive forholdsvis kompliceret, men relativt stabile dynamiske systemer. I Suserup Skov er det f.eks. beskrevet hvordan to træarter, ask og bøg, skiftevis dominerer i en form for successionsproces der indgår som del af en i øvrigt cyklisk klimaks-dynamik (Figur 6).

Fænomenet, der kaldes klimaks mikro-succession, er interessant fordi det giver mulighed for at lyskrævende og skyggetolerante træarter kan sameksistere i samme skovøkosystem over lange tidsrum (Embørg et al. 2000). Naturskoven kan her inspirere til avancerede dyrkingssystemer, hvor to kommercielt værdifulde træarter, med vidt forskellig økologisk profil kan dyrkes samtidigt. Ved omfattende stormfald og i meget store lysbrønde kan der opstå situationer hvor underetagen i naturskoven ikke er i stand til at overtage pladsen efter de faldne overetage-træer. Her kan der opstå situationer hvor successionen sættes kraftigt tilbage. Klimaet minder mere om det man finder på en renafdriftflade, og sekundære successionsprocesser med typiske pioner-træarter som f.eks. eg, birk og røn vil kunne etablere sig. Også relativt udramatiske og vedvarende påvirkninger af økosystemet kan betragtes som forstyrrelse af økosystemet – f.eks. ændring af vildtbestan-



Figur 6. Eksempel på dynamik / cyklus i en urørt østdansk naturskov, hvor to træarter – ask (lys farve) og bøg (mørk farve) – veksler mellem hinanden.

den. Ændringer i vildttrykket kan have stor indflydelse på ikke bare den dyrkede skov, men også naturskovens artsammensætning. Dette kan f.eks. ses i central-europæiske skove med ædelgran-bøgeblandinger, hvor de to arter veksler i dominans pga. vildtets præference for ædelgran (Boncina et al. 2003).

### 3. Kobling mellem naturskovsforskning og skovdyrkning

Skovdyrkning betegnes ofte som en kunst, hvor der ikke kan gives sikre svar

og universelle løsninger på standardiserede problemstillinger. Teorier og modeller skal derfor suppleres med ”fingerspidsfornemmelse” og intuitiv sammenfatning af egne erfaringer og observationer.

Spørgsmålet om hvordan praktikeren udfører sin kunst er ikke enestående for skovbrug. Fænomenet er beskrevet og analyseret for lignende ”knap-så-eksakte” videnskaber – bl.a. arkitektur, byplanlægning, psykoterapi og ledelse (Schön 2001). Kunsten, der udøves, støttes af viden og teori – suppleret med en uudtalt, erfa-

ringsbaseret "viden-i-praksis", som den virtuose praktiker udvikler med tiden. Den virtuose praktiker vil også på intuitiv, analytisk vis undersøge den situation eller problemstilling han står overfor i en form for "refleksion-i-handling". I næste nu vil han udvikle og tilpasse sine løsningsmodeller til den pågældende situation – uden altid at kunne redegøre eksakt for hvorfor. Vi forestiller os, at viden og observationer fra naturskoven tilsvarende kan indgå i skovdyrkerens refleksion, læring og handling.

Skovdyrkeren må trække på eksisterende viden og erfaring og må samtidig tilpasse løsningerne til lokale rammer, klima og økologiske forhold. Han må endvidere se problemet i et langt tidsperspektiv, med den usikkerhed det indebærer.

For at give indtryk af hvordan viden om naturskov kan omsættes til praksis tager vi nu fem forskellige aktuelle problemstillinger fra dansk skovbrug op til nærmere analyse. For hver af de fem situationer tager vi udgangspunkt i de beskrevne økologiske teorier og modeller. Herefter går vi i dybden og illustrerer, hvordan teorien kan tilpasses, udbygges og give inspiration til udvikling af skovdyrkningen.

### 3.1 Hvordan kan man få noget positivt ud af et stormfald?

Et stormfald er en større forstyrrelse hvor økosystemet sættes tilbage til et tidlige successionsstadie, hvorfra systemet så (selv) styrer ind på en ny retningsbestemt kurs.

Det giver selvsagt interessante muligheder i skovdyrkningen at kunne forstå og forudsige systemets naturlige reaktion og retning efter forskellige typer forstyrrelser. Derved kan man bruge forstyrrel-

erne konstruktivt i skovdyrkningen og designe skovøkosystemets strukturer så det reagerer "hensigtsmæssigt" på naturlige eller dyrkningsmæssige forstyrrelser. Spredt stormfald kan lede til *lysbrønde* af forskellig storrelse. Omfattende stormfald har karakter af *fladefald*, der mere minder om egentlige renafdrifter. I den naturnære skovdrift vil man kunne trække på række teorier fra naturskoven, primært baseret på successionstankegangen.

Forløbet vil være forskelligt i de to situationer. Dannelsen af *lysbrønde* i varierende storrelse kan sammenlignes med klimaks mikro-succession. Egentlige *fladefald* kan sammenlignes med en stor forstyrrelse, der har sat systemet tilbage til et tidligt successionsstadie, hvor der er tale om et decideret skifte i mikroklima, tilgængelighed af næringsstoffer og plantesamfund – og hvor systemets naturlige respons er en sekundær succession med bl.a. pionertræarter. Her kan man som skovdyrker vælge forskellige løsningsmodeller på en skala fra naturlig tilgroning (ekstensiv indsats) over kombinationer af forceret succession, såning og tilplantning (intensiv indsats). Valget afhænger af formålet med driften, økonomi (herunder støtteordninger), etc. Under lysåbne forhold vil lyskrævende arter typisk etablere sig ved hjælp af vind- eller dyrespredte frø. Den naturlige succession kan hjælpes på vej ved aktiv såning af ønskede træarter, idet de mest oplagte faktorer som bestemmer foryngelsens succes er jordbundsforhold, tiden siden forstyrrelsen og afstanden til egnede frøkilder (Aude et al. 2002).

Det kan være dyrt at 'rydde op' efter et stormfald. Man kan med fordel lade en del af det døde ved ligge efter stormfald – det bidrager positivt til såvel habitater for biodiversitet, rumlig struktur, beva-

ring af næringsstoffer og kulstof i lokale puljer, og endelig kan et tæt krat af kronegrene sikre foryngelsen fred for rådyr.

Ved en eventuel oprydning er det vigtigt at efterlade så mange 'ikke-ødelagte' elementer som muligt, herunder foryngelsesgrupper, grupper eller holme af stående træer, randbevoksninger (langs vandløb, vådområder, veje, bevoksningsgrænser etc.), dvs. lade alt det stå som man normalt fjerner i forbindelse med en oprydning efter stormfald.

Der er en vis risiko for at sådanne elementer vælter i efterfølgende storme pga. deres udsathed. Alligevel er det vigtigt at værne om dem, da de kan fungere som øer eller 'redningsbåde', som både sikrer strukturel variation i den nye bevoksning og fungerer som områder hvorfra ny vegetation kan sprede sig (Kohm og Franklin 1997).

### 3.2 Hvordan får vi mere biodiversitet i skovene?

Begreberne biodiversitet og naturnær skovdrift bliver ofte koblet sammen, idet en lang række af de elementer og funktioner der findes i naturskoven også afspejles i den naturnært dyrkede skov, eksempelvis store træer, dødt ved, naturlig hydrologi og et kontinuert skovklima.

Naturnær skovdrift i sig selv er ikke en garanti for at der bliver taget særlige hensyn til biodiversiteten i skoven. Til at sikre den mere specielle og/eller truede del af dyre-, plante- og svampe-

diversitet skal der reelt set mere til end den almindelige naturnære drift (Hahn et al. 2005).

Ønsket om at gøre en særlig indsats kan f.eks. opstå på et statsskovdistrikt hvor en del af arealerne er indgået i en nationalpark eller den private skovejer som har Natura2000 1) arealer på sin ejendom. Formålet med at sikre eller øge biodiversiteten i en skov kan således knyttes til flere formål, herunder at øge naturindholdet for at leve op til internationale konventioner eller for at glæde befolkningen.

Ved at bruge den urørte skov som reference for biodiversitet viser sig en række punkter, hvor skovdriften spiller en stor rolle. Det betyder, at naturskoven i modsætning til den traditionelt dyrkede skov bl.a. indeholder store gamle træer, dødt ved i forskellige dimensioner, naturlig hydrologi (ingen grøftning eller anden vandstandssænkning), uforstyrret jordbund (ingen jordbearbejdning), naturlige lysninger (utilplantede, udrænede), træer af forskellige arter og aldre og en kontinuitet i skovstrukturen (Møller 1997).

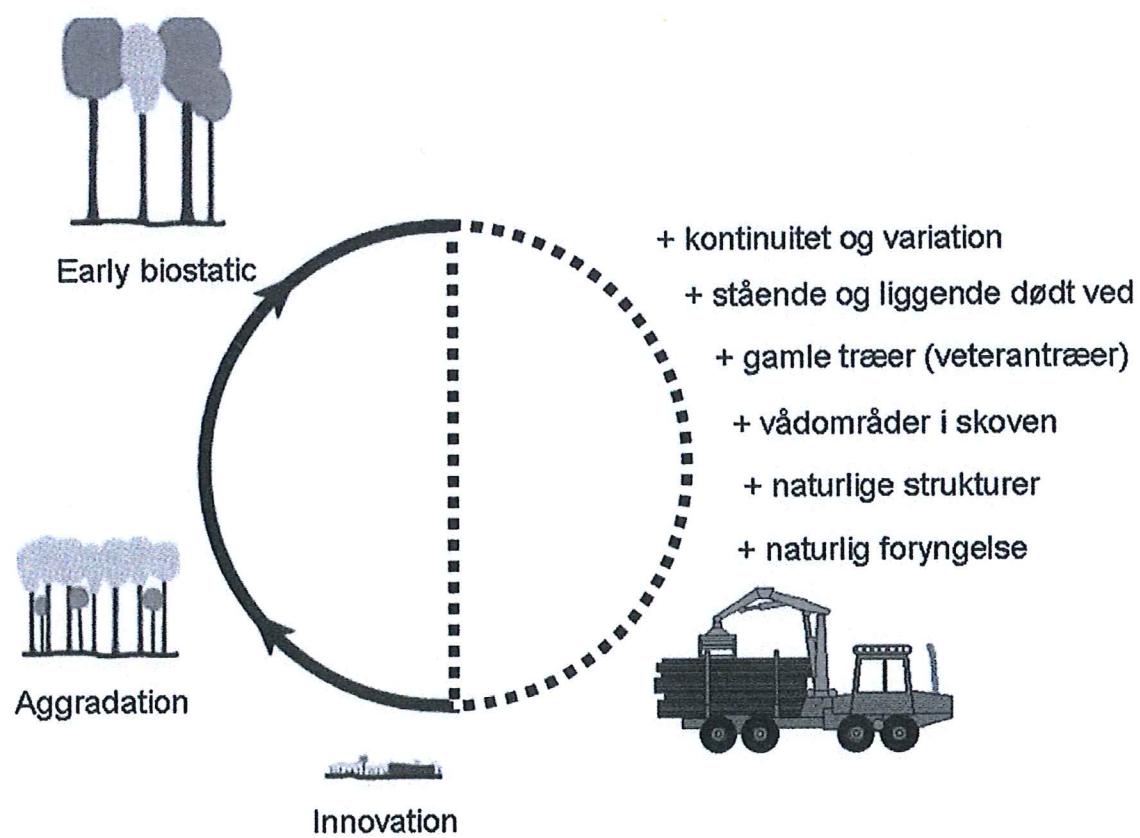
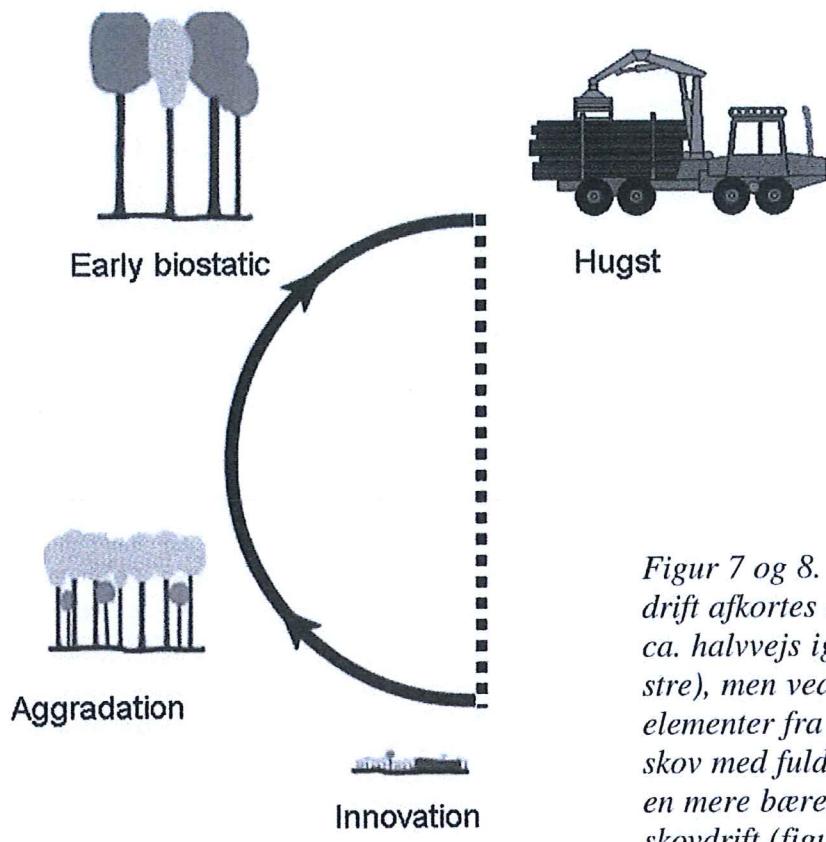
Som hovedregel får man nogle effektive redskaber til håndtering af biodiversitet i dyrkede skove ved at fokusere skovdriften på kontinuitet i skovdækket og en stabil tilgang af dødt såvel som brug af hjemmehørende træarter.

De fleste punkter *kan* indarbejdes i den naturnære driftsform. Det vil selvfølgelig være op til den enkelte skovdyrker/ejer at fastlægge i hvilken grad man ønsker at prioritere vilkårene for biodiversiteten (fx. afhængigt af beskyttelsesbestemmelser, mål mv.).

Pioner-træarter af lav økonomisk værdi kan f.eks. aktivt bruges som biodiversitets- og frøkildeelementer i skovstruktur-

---

1) Natura 2000 arealer er omfattet af EU's naturbeskyttelse, herunder arealer beskyttet af det såkaldte EU Habitatdirektiv.



Figur 7 og 8. Ved traditionel skovdrift afkortes den naturlige cyklus ca. halvvejs igennem (figur til venstre), men ved at integrere nøglelementer fra den naturlige urørte skov med fuld cyklus kan man sikre en mere bæredygtig og naturnær skovdrift (figur herunder).

ren i stedet for at fjerne dem ved en udtynding (Schnitzler and Borlea 1998). Da skovbunden huser en betragtelig del af skovens biodiversitet, kan man ved brug af faste kørespor, samt begrænset brug af renafdrifter, jordbearbejdning, pesticider og gødning forbedre vilkårene for bundvegetation og jordlevende organismer betragteligt.

Ligeledes er det muligt at genskabe en del af den naturlige hydrologi i dyrkede skove ved at lukke grøfter, genskabe vådområder og øge anvendelsen af lokalitetstilpassede træarter (Møller 2000). Ved at genskabe den naturlige vandbalance i den dyrkede skov sikrer man også en variation i habitater og dermed også en potentiel forbedring for biodiversiteten. Det drejer sig om alt fra bække og moser til sører og kystlinjer.

Mange af de områder som i dag er drænet repræsenterer en marginal værdierent skovdyrkningsmæssigt, og det er desuden bekosteligt at vedligeholde grøfterne. Sådanne tidlige vådområder kan genetableres ved simple tiltag såsom aktiv lukning af drængrøfter (Møller 2000) – eventuelt kombineret med større projekter som re-establering af vådområder i landskabsskala eller genudsætning af bævere i egnede skov- og vådområdehabitater (Nolet and Rossell 1998).

En tredje mulighed for at "producere" biodiversitet er at fokusere på mængden, størrelsen og kontinuiteten af dødt ved. Netop forekomsten af dødt ved udgør én af de mest markante forskelle på urørt og dyrket skov. Selv korte brud i kontinuiteten af skovdækket og tilgangen af dødt ved kan medføre arters forsvinden fra et område.

I den dyrkede skov kan man lade 3-5 gamle, gerne krogede og grovgrenede

træer pr. hektarstå til forfald, da disse træer oftest repræsenterer en lav økonomisk værdi. Herved kan man bidrage til sikringen af vigtige levesteder for insekter, svampe, planter, lav, jordfauna og fugle (Schnitzler og Borlea 1998, Bjørnlund et al. 2002, Heilmann-Clausen og Christensen 2003).

En kontinuert "forsyning" af dødt ved vil bidrage til at vedligeholde en stor biologisk mangfoldighed – i forhold til en diskontinuert "forsyning", som f.eks. efter en renafdrift eller oprydning efter stormfald. For svampe kan et brud i kontinuiteten af dødt ved i så kort tid som 10 år betyde et tab af højt specialiserede arter (Heilmann-Clausen og Christensen 2000).

Man bør også efterlade rodkager fra stormfældede træer og stående døde træer (relikt træer) til naturlig nedbrydning, idet disse skaber små niches med større lystilgang og blottet mineraljord (Bigler 2005). I praksis er det dog nødvendigt at afbalancere den rumlige fordeling af dødt ved, gamle træer og rodskager med de teknisk-operationelle muligheder og økonomiske forhold.

### 3.3 Hvordan skaber vi billigere foryngelser med forbedret stabilitet?

Naturnær skovdrift kan efterligne naturskovens mønstre og strukturer ved at sikre en bred vifte af størrelser og former på lysbrønde i et gruppevist skovdyrkningssystem. Med inspiration i Suserups dynamik hvor asken indgår i en mikrosuccession med bøgen kan man i bøgedyrkningen arbejde mod blandinger så som bøg-ask, bøg-ær eller bøg-ædelgran. Hermed kan man øge bevoksningsgens stabilitet (resistens/modstandskraft og resiliens/selv-reparationsevne) og foryngelsespotentiale.

Det er relevant at stille sig selv det spørgsmål om hegning og jordbearbejdning er nødvendig for foryngelsens succes. På steder hvor græsningstrykket er højt, f.eks. som følge af den første jagt-politik eller fravær af naturlige prædatorer for rådyr og evt. krongry (lav rævebestand, udryddelse af los og ulv) kan det være svært for foryngelsen at komme over dyrenes bidehøjde (Madsen 1995, Zerbe 2002).

Vildtet påvirker konkurrenceforholdet mellem træarterne og ændrer dermed skovens udviklingsretning. Dette gælder i naturlige skove såvel som dyrkede skove. At insistere på en bestemt arts-sammensætning kan vise sig at være dyrt, da det ikke bare kræver en proaktiv bestandsregulering, men også indplantning og hegning af ønskede træarter. I stedet kan det være relevant f.eks. at studere de forskellige træarters overlevelsesstrategier under naturlige forhold eller også at studere betydningen af det naturlige økosystems struktur. F.eks. vil en skov kendtegnet ved fler-etaget struktur og spredt eller gruppevis foryngelse give et helt anderledes udbud og fordeling af føde end i en dyrket skov med ensaldrende bevoksninger og foryngelse gennemført over store flader (Andersen 2000, Pedersen og Petersen 2002).

Ønsket om billigere foryngelser fører også til spørgsmålet om man kan undgå de tidlige tyndinger i traditionel skovdrift, som ofte har et negativt dækningsbidrag. Ideen her er at efterligne den naturlige selvtyndings-proces, hvor man i bøg f.eks. kan fremskyde den første kommercielle tynding til alder 30.

Et studie fra Tyskland viser at både kvalitet og diametertilvækst er højest i bevoksninger hvor den første tynding er

udskudt indtil alder 25-35 og derefter tyndet 3-4 gange inden alder 50 (Astrup og Ohff 1998). Jo mere skoven selv kan klare uden vores indgriben, og stadig bevæge sig i en ønsket retning – jo flere penge kan vi spare på udgiftssiden.

Dette står i skarp modsætning til den traditionelle fladebehandling, hvor store arealer først tyndes hårdt hen imod afslutningen af omdriften for at øge diametertilvæksten maksimalt og en efterfølgende afdrivning over ganske kort tid. Sådanne indgreb åbner bevoksningen op og lader ganske meget lys slippe igennem til skovbunden med det resultat at græsser og andre lyskrævende arter når at etablere sig inden foryngelsen af bevoksningen går i gang. Dette er en klassisk problemstilling, hvor etableringssuccessen for foryngelsen kan være ganske lav.

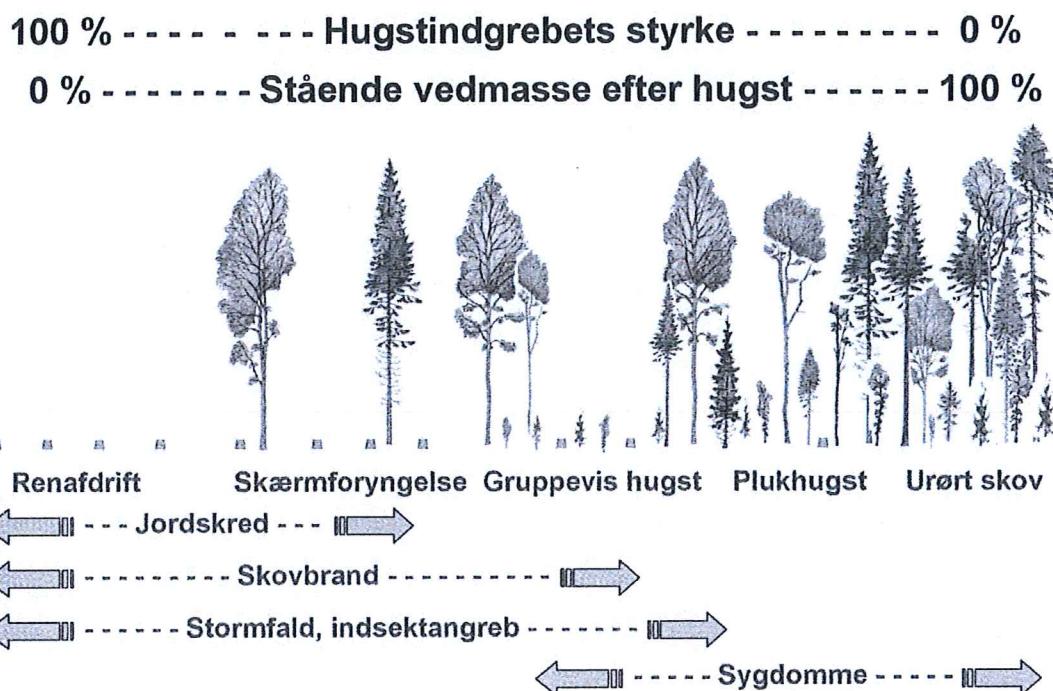
Hvis man i stedet kan kontrollere lys, mikroklima og jordbundsforhold ved at bevare bevoksningen lukket i f.eks. 10 år før foryngelsen planlægges igangsat – bl.a. ved at bevare en tæt underskov – så kan lysforholdene vendes til at være et styringsinstrument for skovdyrkeren, hvor foryngelsens etablering kan styres ved at foretage hugst i egnede frøår.

### 3.4 Naturlig forstyrrelsedsdynamik som skovdyrningsredskab

Forstyrrelserne er de begivenheder der ændrer økosystemets udviklingsretning og sikrer dets fortsatte beståen gennem foryngelse. Det er derfor oplagt at arbejde med forstyrrelser som et skovdyrningsredskab.

Ved at indarbejde ”kunstige” forstyrrelser i forskellig skala og hyppighed, når man udvikler skovdyrkningssystemer for et bestemt område, bliver det muligt at sammenkæde bevoksningsstrukturen

## SKOVDYRKNING OG FORSTYRRELSER



*Figur 9. Koblingen mellem naturlig dynamik og skovdyrkningstiltag er et af værktøjerne i den naturnære værktøjskasse.*

med den naturlige dynamik – f.eks. med henblik på at skabe et robust skovøkosystem der er tilpasset områdets naturlige forstyrrelsесregime (Figur 9).

Forskning i naturlige forstyrrelser og de deraf følgende fornyelsesmønstre og -processer kan hjælpe os til at forstå hvad der betinger en succesfuld fornyelse, med hensyn til struktur, frøkilder, jordbundsforhold, mikroklima og vildt (Madsen 1994, Madsen 1997, Peltier et al. 1997, Collet et al. 2001).

Den heterogene struktur i en naturskov kan være med til at skabe gode mikroklima- og jordbundsbetegnelser for en kontinuerlig etablering af fornyelse. I takt med at overetage-trærne i en lukket bevoksning bryder sammen og dermed skaber gode lysforhold for fornyelsen kan (den allerede etablerede) for-

nyelse reagere hurtigt og udfylde det frigjorte rum i bevoksningen (Schmidt 1996, Emborg 1998, Topoliantz 2000). Viden om den naturlige forstyrrelsес-/foryngelsesdynamik kan inspirere til at opbygge skovbevoksninger der rummer de samme brugbare egenskaber. For eksempel er forstyrrelsernes omfang centrale ved opretholdelse af mere lysstrædominerede skovtyper. Hvis man ønsker at bevare en egedominans så kræver det større, men ikke nødvendigvis flere indgreb, end ved en styring hen imod en skyggetrædomineret bevoksning.

### 3.5 Naturlig træartsblanding som inspiration i (eksotisk) nåleskov

Mange af de nåleskovsområder, som findes i bl.a. Midtjylland, Nordsjælland og Vestjylland er baseret på nåletræer

som er langt hjemmefra. En del af disse er egentlig velfungerende bevoksningstyper, men med 'forkerte' træarter.

Der er ingen grund til partout at konvertere disse bevoksninger til løvskov. Der er etableret et skovklima, naturlig foryngelse er i gang, og der kan være en rimelig økonomi hvor store dimensjoner kan opnås. Målet er derfor ikke nødvendigvis en omlægning til potentiel naturlig vegetation, men at sikre stabile og vellykkede naturnære bevoksninger, hvor kontinuitet, artsblanding og strukturrigdom er opprioriteret.

I sådanne bevoksninger kan man søge inspiration to steder. Det kan være i dokumenterede undersøgelser af nåletræarternes rolle i Danmark i tidligere tider (pollenanalyser), eks. skovfyrrens rolle på magre lokaliteter, men primært ud over landets grænser, bl.a. i Sverige (rødgran, skovfyr) og i det nordvestlige USA (sitkagran, douglasgran, contortafyr). Viden om træarternes økologi på deres naturlige voksesteder kan kombineres med egne/danske erfaringer under lokale vækstforhold.

#### 4. Naturskovens værktøjskasse

Som illustreret i eksemplerne ovenfor kan man ved naturnær skovdrift efterligne processer og elementer fra *flere* forskellige 'naturlige' udviklingsstadier eller tilstande – i og med der ikke findes én enkelt reference for alle naturskove. De regionale, topografiske og lokalitets-bestemte forskelle med hensyn til skala og frekvens af forstyrrelser bør derfor afspejles i skovdyrkningen for at sammenkæde bevoksningsstruktur og -dynamik. Spørgsmålet er så, hvor langt man skal gå i efterligning af naturskoven i en given produktionsskov. Hvor mange

gamle træer skal man efterlade til forfald, hvor meget dødt ved skal man efterlade, hvor skal det ligge, osv. Dette er en afvejning som nødvendigvis må inddrage holdningsgrundlaget fra driftsplanen, graden af hensyn til biodiversitet, krav i forbindelse med en eventuel certificering, økonomiske forhold etc.

I forbindelse med en omlægning til naturnær skovdrift vil man typisk søge at bygge videre på de allerede eksisterende natur-elementer i bevoksningen med strategiske regulerende punktvise indgreb. En intensiv kampagne for at genskabe kendeteogn fra naturskoven vil i de fleste tilfælde være for omfattende, dyr eller uoverkommelig.

Man går altså normalt ikke i gang med eksempelvis en dramatisk hugst som bringer diameterfordelingen i overensstemmelse med naturskoven, f.eks. omvendt J-kurve, med mindre det giver mening ud fra bevoksningens alder kombineret med en hugst-økonomisk betragtning.

Med udgangspunkt i de fem præsenterede eksempler på hvordan viden om naturskove kan omsættes til dyrknings tiltag i dyrkede skove ønsker vi at give et lidt bredere indtryk af hvordan den naturnære værktøjskasse ser ud. Vi håber værktøjskassen (Tabel 1) kan fungere som en "øje-åbner" eller et ide-katalog hvorfra man selv kan gå videre med at lade sig inspirere af naturen og med teori og modeller som guide tilvirke sine egne værktøjer.

De typiske forskningstemaer i naturskoven (strukturer, processer, vækstbetingelser) rummer alle "værktøjs-viden" om hvordan vi i fremtiden kan udvikle praksis for skovdrift på bevoksnings-, ejendoms-, eller nationalt niveau. Denne viden kan så rettes mod forskellige for-

mål med skovdriften – således at skove drevet med henblik på at øge naturværdierne trækker på ét sæt af videnskabelige resultater, mens skove drevet med henblik på maksimal træproduktion bygger på resultater fra andre grene af naturskovsforskningen.

Skovdyrkeren må derfor bruge en kombination af personlig viden om egen lokalitet, forskningsresultater, erfaringer fra andre steder, suppleret med kreativ tænkning og anvendelse af værktøjer fra kassen for at opfylde de lokale mål med skovdyrkningen. Husk at der som regel ikke kun er én riktig løsning – men mange forskellige gode løsninger til en given problemstilling 2).

I den forbindelse er det også vigtigt at huske på, at *ting tager tid*. Beslutninger og løsninger har deres tid og som regel justeres/aændres med tiden – en dynamisk natur – en dynamisk verden.

Herefter er det op til læseren selv at eksperimentere og fylde nyt værktøj i kassen. Det er vigtigt at understrege, at værktøjer fra den naturnære og den traditionelle værktøjskasse sagtens kan kombineres. De to tilgange til skovbrug

- 
- 2) Dette er en spaendende og ofte overset pointe – mange kræfter spildes, og mange ufrugtbare diskussioner gennemføres under forestillingen om én – den bedste/rigte løsning... Men sådan er virkelighedens verden ikke – der er ofte flere eller mange gode/brugbare løsninger.

I mange sammenhænge vil en moderat målsætning om *at forbedre situationen* (frem for ultimativt at løse alle problemer på én gang) give et mere konstruktivt grundlag for en kreativ faglig diskussion/dialog. Dette kan i sidste ende føre til bedre og mere tilfredsstilende løsninger.

udelukker bestemt ikke hinanden, tværtimod – de kan supplere hinanden.

## 5. Vigtige naturskovslokaliteter – kvalitet og referenceværdi

Naturskoven giver mulighed for studie, forskning, ekskursioner, case studier mv. for skovdyrkere, naturforvaltere, forskere og undervisere. Naturskovslokaliteterne kan skabe rammerne for udveksling af erfaring og motivere integration mellem videnskabelige resultater og praksis-baseret erfaring.

At forstå naturskoven og udnytte inspirationen til den praktiske skovdyrkning er derfor ikke kun et spørgsmål om at koble det teoretiske og videnskabelige grundlag til en færdig praktisk værktøjskasse. Det drejer sig også om selv at komme ud og opleve naturskovene, få indtryk og danne sig sin egen mening om hvad der er muligt og hvad der er perspektiv i. Dette kan ses som starten på en livslang videreuddannelse, hvor egne oplevelser og observationer kan danne basis for enændret forståelse for skovdyrkningens økologi og dynamik. Den enkeltes initiativ og motivation er drivkraften til at opsøge naturskovene f.eks. i form af studieture, besøg, ekskursioner, diskussioner med forskere og andre, der arbejder med naturskove. For at lette processen giver vi her en oversigt over en række nærliggende naturskovs karakteristika, kvalitet og referenceværdi, så det er ligetil at tage af sted. Husk dog altid at spørge om lov hos ejeren eller forvaltningen. Nogle naturskove er lettilgængelige statsskovarealer, mens andre er privatejede 'perler' med begrænset offentlig adgang.

De fleste naturskovsreservater i Nordvesteuropa er præget af en lang historie

*Tabel 1. Oversigt over hvordan forskellige skovdyrkningsværktøjer kan bruges og kombineres under forskellige forhold – fra plantage til naturbeskyttelse. Tabellen viser hvordan forskellige økologiske forhold og mål med skovdriften afgør hvilke skovdyrkningsværktøjer der foretækkes. Det er i dette beslutningsfelt naturnære skovdyrkningsværktøjer kan betragtes som brugbare muligheder på linie med (eller i konkurrence med) en række andre muligheder.*

Emne	<i>Eksempler på integrerede forvaltningstiltag i en naturnær skovdyrkning baseret på vedproduktion og biodiversitetsbeskyttelse som hovedformål</i>		
	BEVOKSNINGS-NIVEAU	EJENDOMS-NIVEAU	LANDSKABS-NIVEAU
<i>Processer</i>			
Lysbrøndsdynamik (små-skala forstyrrelser)	Hugst af mindre lysbrønde, hvor eksisterende opvækst af skyggetolerante arter fremmes	Brug af gruppevis hugst	
Stormfald (stor-skala forstyrrelse)	Brug underskovsvegetationen som byggesten efter stormfald, brug lyskrævende pionerarter på store stormfaldsarealer (selvsåning eller aktiv såning).	Sikring af frøkilder til genetablering af skov efter stor-skala forstyrrelser.	
Naturlig foryngelse	Frøtræer af ønskede, lokalitetstilpassede art.	Monitering og kontrol af vildtskader	Udvikling af en jagtpolitik med muligheder for aktiv bestandsregulering. På nationalt plan: Overvejelser om gen-indførsel af naturlige prædatorer
Konkurrence og stamtalsreduktion	Fremskynd første tynding, udnyt selvtynding, fjern krukker i foryngelsesgrupper		
<i>Strukturer-mønstre</i>			
Dødt ved (stående og liggende)	Bevar stående og liggende dødt ved til naturligt forfald	Registrering af nøglehabitater. Kontinuert tilgang af dødt ved og store, gamle træer.	Udvikling af en dødt ved strategi med retningslinjer for mængder, størrelsesklasser og rumlig fordeling
Store/gamle træer i forfald	Forlæng rotationen, efterlad et antal store, gamle træer til naturligt sammenbrud	Afbalancering af den rumlige fordeling af biodiversitetselementer men teknisk-operationelle muligheder og økonomi	Udvikling af en strategi for gamle og store biodiversitetstræer
Topografi-relateret hydrology	Brug/indplant hjemmehørende, lokalitetstilpassede arter på fugtig jordbund	Forvaltning af vand i skoven ved at undlade oprensning af grøfter eller aktiv lukning	Genskabelse af vådområder på landskabsniveau, evt. genudsættelse af bævere
Rodkager	Se rodkager og andre topografiske 'ujævheder' som en berigelse af jordbundsforholdene		

Emne	<i>Eksempler på integrerede forvaltningstiltag i en naturnær skovdyrkning baseret på vedproduktion og biodiversitetsbeskyttelse som hovedformål</i>		
	BEVOKSNINGS-NIVEAU	EJENDOMS-NIVEAU	LANDSKABS-NIVEAU
<i>Sammensætning</i>			
Uensaldrende struktur	Brug gruppevis foryngelse, grupper i forskellige størrelser og former, eventuelt kombineret med skærmstillinger med varierende skærmtíæthed		
Varieret størrelsesklassefordeling	Forlængelse af om-driftsalderen	Efterlad urørte områder i skoven	Strategi for udvikling og sikring af landskabsvariation, åbne områder og sammenhæng mellem områder
Blandede (løvskovs)træarter	Skabelse af tilstrækkeligt store lysbrønde for at sikre lys-krævende arter	Supplering af naturlig foryngelse med såning eller plantning for at sikre den ønskede artsblanding på skovniveau	Beskyttelse og genopretelse af områder med beskyttede og sjældne planteresamfund
<i>Vækstforhold</i>			
Relativt stabilt mikroklima	Vedvarende skovdække (undtagen i gaps) for at bevare et gunstigt og stabilt skovklima		
Relativt stabil næringsstof-tilgængelighed	Vedvarende skovdække (undtagen i gaps) for at fremme stabile nedbrydnings rater og minimere næringsstofudvaskning		
Relativt uforstyrret jordbund	Konsekvent brug af permanente kørespor i bevoksninger		

med aktiv skovudnyttelse og -dyrkning. Først indenfor de seneste 10-50 år er der blevet oprettet nye naturskovsreserver, hvor skovene får lov at ligge urørt hen til fri, spontan udvikling i samspil med det omgivende miljø og forstyrrelses-regime.

Selvom der i de fleste tilfælde er tale om skove hvor alders- eller artsammensætningen er påvirket af menneskelig aktivitet, så forventes det, at disse skove i fremtiden kan udvikle sig til mere 'naturlige' skove, som kan fungere som referenceskove for sammenligning af karakteristiske processer og mønstre mellem urørte og dyrkede skove. Det er derfor ikke let at udpege brugbare naturskovs-referencer, hverken i Danmark eller resten af Europa til trods for det store behov herfor.

De fleste af de tilbageværende naturskovsområder, som har undgået skovdrift i større grad, er både små og fragmenterede (Peterken 1996, Emborg et al. 2001). Netop fragmenteringen og den 'udsatte' beliggenhed i et ellers intensivt kultiveret landskab skaber problemer for bæredygtigheden i de små naturskovsområder og nedsætter desuden spredningen af sjældne og mindre mobile arter (Forman 1997).

Brugen af naturskove som reference for naturnær skovdyrkning kan styrkes ved systematisk forskning og monitering, ved at forbedre de allerede eksisterende netværk mellem naturskovslokaliteter og ved at støtte international og interdisciplinære forsknings-samarbejder som f.eks. COST Action E4 om forskningsnetværk om naturskove i Europe



Figur 10. Vigtige naturskovslokaliteter i Danmark, Sydsverige og Nordtyskland.

(Parviaainen et al. 2000) og E27 om beskyttede skovområder i Europa.

Et af de største problemer er at der mangler gode eksempler på naturskove for mange lokalitetstyper. Det gælder f. eks. oprindelige lindeskove, skovfyrvoksninger, åbne (græssede) skovtyper, fugtige skovtyper (de fleste er blevet drænet) etc. Det kan også være svært at finde en reference for de artsrike løvskove som de så ud inden bøg – med menneskets hjælp – kom til at spille en dominerende rolle.

Den fragmenterede forekomst af naturskove gør det svært at vurdere effekten af og processerne i (sjældne) stor-skala forstyrrelser som stormfald og store herbivorer (græssende dyr). Det er derfor svært at udarbejde retningslinjer for naturnær skovdrift tilpasset den enkelte lokalitet, hvor det beskrives hvordan man forholder sig til disse store forstyrrelser.

**5.1 Eksempler på naturskovslokaliteter**  
 Nogle af de vigtigste naturskovslokaliteter i Danmark og nærmeste udland (Figur 10) er beskrevet nedenfor med hensyn til hvor gode referencer de er, dvs. størrelser, repræsentativitet, træartsammensætning, og historisk menneskelig påvirkning.

#### Suserup skov

er en blandet løvskov (19 ha) på Midtsjælland hvor bøg og ask dominerer med islæt af eg, ær og elm. Skoven er en af de bedst undersøgte i Nordvesteuropa.

Selvom bøg dominerer i store dele af skoven, så spiller ask en stor rolle som 'pioneertræart' og dominerer ofte krone-laget de første 100-150 år førend bøg tager over (Emborg et al. 1996, 2000). Stormfald spiller en vigtig rolle i forstyrrelsedsdynamikken i Suserup skov med stormene i 1967 og 1999 som de vigtig-

ste i nyere tid. Også elmesygen har haft stor indflydelse på skovens artssammensætning, hvor elm nu primært fungerer som en underskovsart. Begge typer af forstyrrelser kan vise os hvordan en naturskov reagerer på udefrakommende faktorer og hvilken betydning de har for den fremtidige udvikling af skoven.

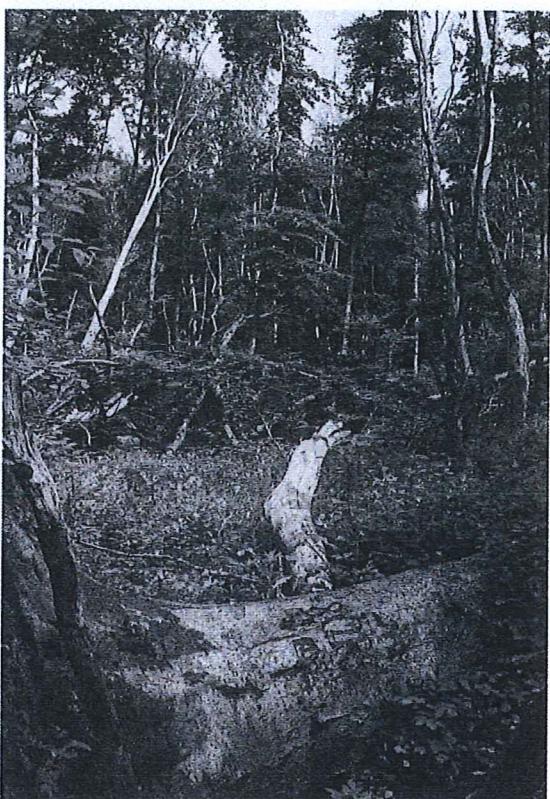
Naturlig hydrologi kan ses i form af væld ved foden af skrænterne nær breden af søen (Møller 2000). Suserup Skov er beskrevet yderligere i en række nye artikler i Ecological Bulletins som udkommer i foråret 2006.

#### *Draved skov*

er et stort skovområde i Sydvestjylland, hvor bl.a. lind (*Tilia cordata*) optræder talrigt, som fragmenter af tidligere tiders store lindeskove. Området har været relativt godt beskyttet mod tidlige tiders skovrydnninger, da det ligger utilgængeligt og omgivet af flere vådområder (Nielsen 1962).

Inde i skoven ligger der to små urørte bevoksninger (Carlsberg-området 4,4 ha og Linde-området 4,3 ha) som er særligt interessante. Disse områder har været grundigt undersøgt med hensyn til pollen, skovhistorie, bevoksningsdynamik og konkurrence mellem træarterne siden 1948 og med 10 års mellemrum frem til i dag (Iversen 1958, Wolf 2003, Wolf 2004). Pollenanalyser viser at artssammensætningen har været nogenlunde uændret de sidste 4.000 år, med den vigtige undtagelse at bøgen indvandrede for ca. 2.000 år siden (Iversen 1973).

Ud over skovhistorie og vegetationsdynamik er Draved Skov et godt sted at se på naturlig hydrologi, idet størstedelen af skovens grøfter er blevet lukket (Møller 2000). Man kan få et godt indtryk af hvor stor en rolle mikrotopogra-



Figur 11. Suserup Skov giver bl.a. mulighed for at studere virkningen af stormfald. (Her stormfaldet i 1999, foto 2002, S. Fodgaard).

fien spiller i forhold til træartssammensætningen.

#### *Strødam reservatet*

(160 ha) er en privatejet (Jarl fonden) skovejendom i Gribskov-komplekset, administreret af Københavns Universitet. Skoven er fredet – og udlagt til urørt skov – siden 1925 for at beskytte naturen og for at give gode muligheder for naturvidenskabelig forskning. Der er ikke offentlig adgang til skoven, men man kan søge om forskningstilladelse eller komme på guidet ekskursion.

Størstedelen af reservatet er skov (125 ha), hvoraf både Strøgårdsvang og Ranke-skoven er interessante. Men der er også gamle græsningsarealer, sører og moser.

Skoven er domineret af bøg, men indslag af bl.a. ask og eg, samt el på de vådere partier. En del af skoven står på relativt mager, stenet/gruset jordbund og skoven kan således fungere som en reference for naturnær løvskovsskov-dyrkning på mere mager bund. Forskningen i skoven omfatter bl.a. næringsstofcyklus i skovbunden, biodiversitet og skovdynamik i relation til vedboende svampe og lysbrønnsforyngelse.

#### *Vinteregene i Eldrupskovene*

er en del af det store skovkompleks Eldrup Skov på Djursland (administreret af Løvenholm Fonden). Bevoksningen indeholder den største naturlige bevoksning af vintereg (*Quercus petrea*) i Danmark og er udlagt til forskningsområde. Vintergeskov er en sjælden naturtype i Danmark, og de indhegnede forskningsarealer er udtaget af den almindelige skovdrift og henligger i naturtilstand. Det er især jordbundens udvikling, skovhistorien og skovøkologien der er af videnskabelig interesse.

Området er domineret af sandede udgangsmaterialer der er afsat af is og smeltevand. Pollenanalyser udført ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse viser at skoven oprindeligt var domineret af birk, senere afløst af hassel og lind. I jernalderen indvandrede bøgen, og siden begyndelsen af 1800-tallet domineredes skoven yderligere af selvsået vintereg. Området har antageligt aldrig har været opdyrket (Møller og Staun 1995).

#### *Vorsø Naturreservat*

(62 ha) i Horsens Fjord har været fredet siden 1928 med det formål at skabe et fristed for planter og dyr – ”også de såkaldt skadelige”. Både skovene og

landbrugsjorden har fået lov til at udvikle sig under fri succession.

Skov- og Naturstyrelsen administrerer øen, og DMU har foretaget en række overvågninger af planter og dyr fra øens feltstation. Bl.a. registreres vedmasse og stamtal i skoven hvert 10. år.

Skovene på Vorsø består af ask, elm, bøg, ær og eg. På de tidlige marker er der nu krat af hassel, tjørn, hyld, slåen, rose og pil, samt selvsået skov, hovedsageligt bestående af ær, der har spredt sig massivt fra få individer som fandtes udplantet i de oprindelige skove.

Skoven har en meget rig svampeflora, og øen huser også en af Danmarks største skarvkolonier med ca. 3.000 ynglepar. Der er generelt adgangsforbud på øen, men interessererde grupper kan opnå tilladelse til besøg i perioden 1. juni – 31. august ved henvendelse til Skov- og Naturstyrelsen.

#### *Tisvilde Hegn*

i Nordsjælland er et udpræget nåleskovsområde, hvor størstedelen af skoven er plantet for at sætte en stopper for 1500-1700 tallets omfattende sandflugt. Plantningerne begyndte omkring år 1800 (skovfyr, gran, birk, bøg og eg), og omkring 1900-tallet var hele området dækket af skov.

Selvom der er tale om relativt ung skov, så er der gode muligheder for at få et indtryk af hvordan et urørt nåleskovsområde kan se ud. Desuden er flere nordiske plante- og dyrearter indvandret til området, bl.a. knærod, vintergrøn og linnea, samt sortspætte.

Den mest interessante del af skoven er *Troldeskoven*, som består af 100-200 år gamle skovfyr. Træerne er med tiden blevet stærkt forkørblede og forvredne. Mange har bugtede stammer, som ligger



Figur 12. Troldeskoven i Tisvilde Hegn har i sin opvækst været stærkt præget af vind, insekter og den magre jord. (Foto S. Fodgaard).

Troldeskoven, som består af 100-200 år gamle skovfyr. Træerne er med tiden blevet stærkt forkørøblede og forvredne. Mange har bugtede stammer, som ligger hen ad jorden eller har lavtsiddende og stærkt krogede grene. Formerne skyldes sandsynligvis både vindens påvirkning, angreb af skadedyr (fyrreviklerens larve) og den magre jordbund i området. Skoven administreres af Skov- og Naturstyrelsen, og der er fri offentlig adgang. *Dalby Söderskog nationalpark* i Skåne er en blandet løvskov (36 ha), som har været beskyttet siden 1918. Der er offentlig adgang til skoven. Jordbunden er forholdsvis næringsrig, og forårsfloraen er rig (Lindgren 1971). Trævegetationen er domineret af ask, elm, eg og bøg, hvor især det massive sammenbrud af elm – forårsaget af elmesyge – og askens mulige over-

tagelse i de opståede lysbrønde er interessant (Leemans 1992).

Umiddelbart nord for Dalby Söderskog ligger græsningsoverdrevet Dalby Hage og Dalby Norreskog naturreservat, som også er værd at besøge.

#### *Siggaboda naturreservat*

i Småland (71 ha) indeholder en spændende urørt kerneområde (10 ha) med bøgeblandingsskov og store klippestykker. Pollenanalyser viser en ubrudt skovkontinuitet i mindst 2.800 år. Denne kontinuitet er bl.a. forudsætningen for tilstede værelsen af ellers truede insekter, svampe, mosser og laver, som kræver dødt ved under nedbrydning og et fugtigt skovklima for at kunne overleve.

Skoven er også interessant fra et indvandringssynspunkt. Bøg indvandret fra syd og rødgran fra nord vokser nu i 'fri'

### *Heilige Hallen*

er en naturskov på 25 ha, der ligger i Mecklenburg-Vorpommern i Tyskland. Den er en gammel bøgeskov med over 300-år gamle træer i sammenbrudsfasen (Scamoni 1961, Borrmann 1996, Jessen og Hofmann 1996). Skoven er i høj grad præget af sammenbrudsfasen, og der er god mulighed for at studere både lysbrønns-dynamik og fordeling af dødt ved og tilknyttede arter (svampe, mosser).

### *Naturreservatet på Vilm*

(96 ha), som er en ø udfør Rügen i Nordtyskland, er overvejende blandet løvskov, hvoraf en del er græsnings-påvirket og under succession fra tidligere åbne områder.

Skoven har været beskyttet siden 1936. I perioden 1959 til 1990 var Vilm ferieø for højtrangerende DDR-folk, og offentligheden var formentlig adgang. I dag er øen administreret af Bundesamt für Naturschutz, og der er officiel adgang til øen, men visse områder er dog underlagt regulering. I skovområderne er bøg en dominerende træart, men oftest i blanding med eg, avnbøg og ær. Der er relativt meget dødt ved i skovene, og foryngelsen foregår primært i lysbrønde. Skovens historie og dynamik er yderligere beskrevet i Schmaltz (1997), Schmaltz og Lange (1999) og Schmaltz og Stanke (1999).

## 6. Litteratur

- Andersen, S.S. 2000: Råvildtets indflydelse på øst-danske bøgeforyngelser: et pilotstudie af mulige værktøjer til objektiv håndtering af råvildtet i det moderne skovbrug. Speciale, KVL.
- Astrup, I., Ohff, P. 1998: Bevoksningsspleje i ung bøg. Skoven 6-7:262-265.
- Aude, E., Hansen, D.N., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T. 2002: Naturnær skovrejsning – et

bæredygtigt alternativ? Faglig rapport fra DMU nr. 389.

Bigler, J. 2005: Rodkager – en del af skovens dynamik. Skoven. 3:146-147.

Björkman, L., Bradshaw, R. 1996: The immigration of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years. Journal of Biogeography. 23:235-244.

Bjørnlund, L., Vestergaard, M., Johansson, S., Nyborg, M., Steffensen, L., Christensen, S. 2002: Nematode communities of natural and managed beech forests – a pilot survey. Pedobiologia. 46(1):53-62.

Boncina, A. 2000: Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. Global Ecology and Biogeography Letters. 9:201-211.

Boncina, A., Gaspersic, F., Diaci, J. 2003. Title: Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia. Forestry Chronicle. 79(2): 227-232

Bormann, F. H., Likens, G. E. 1979: Pattern and process in a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York. 253 pp.

Borrmann, K. 1996: Vierzig Jahre Naturforschung im Heilige Hallen-Bestand. AFZ / Der Wald. 23:1292-1296.

Christensen, M., Emborg, J. 1996: Biodiversity in natural versus managed forests in Denmark. Forest Ecology and Management. 85:47-51.

Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Ódor, P., Standovár, T., Rozenbergar, D., Diaci, J., Wijdeven, S., Meyer, P., Winter, S., Vrska, T. 2005: Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. Forest Ecology and Management. 210: 267-282.

Clements, F.E. 1916: Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Publication no. 242. Washington, D.C.: Carnegie institution of Washington (in Clements 1973).

- Clements, F.E. 1973: Plant Succession and Indicators. A Definitive Edition. Hafner Press, New York. 453 sider.
- Collett, C., Lanter, O., Pardos, M. 2001: Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Ann For.Sci.* 58:127-134.
- Davis, M.B. 1981: Quaternary history and the stability of forest communities. Pp. 132-153 in West, D.C., Shugart, H., Botkin, D.B. (eds.): forest succession, concepts and application. Springer-Verlag, New York, Berlin.
- Drury, W.H., Nisbeth, I.C.T. 1973: Succession. *Journal of the Arnold Arboretum* 54(3): 331-368.
- Embørg, J. 1998: Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*. 106:83-95.
- Embørg, J., Christensen, M., Heilmann-Clausen, J. 1996: The structure of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest and Landscape research*. 1:311-333.
- Embørg, J., Christensen, M., Heilmann-Clausen, J. 2000: The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*. 126:173-189.
- Embørg, J., Hahn, K., Christensen, M. (eds.) 2001: Urørt skov i Danmark – status for forskning og forvaltning. *Skov & Landskab. Skovbrugsserien* 28:1-69.
- Forman, R.T.T. 1997: Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press. 632 sider.
- Gleason, H.A. 1926: The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torr. Bot. Club* 53:7-16 (Amer. Midland Nat. 21:91-108. 1939).
- Gleason, H.A. 1927: Further views on the succession concept. *Ecol.* 8:299-326.
- Graae, B.J., Heskjaer, V.S. 1997: A comparison of understorey vegetation between untouched and managed deciduous forests in Denmark. *Forest Ecology and Management*. 96:111-123.
- Hahn, K., Christensen, M. 2005: Dead wood in European forest reserves – a reference for forest management. *EFI Proceedings*. 51:181-191.
- Hahn, K., Embørg, J., Larsen, J.B., Madsen, P. 2005: Forest rehabilitation in Denmark using nature-based forestry. In Stanturf, J., Madsen, P. (eds.) 2005: Forest restoration in the temperate and boreal zones. 19: 299-317.
- Hannon, G., Bradshaw, R., Embørg, J. 2000: 6000 years of forest dynamics in Suserup Skov, a semi-natural Danish woodland. *Global Ecology and Biogeography*. 9(2): 101-114.
- Heilmann-Clausen, J., Christensen, M. 2000: Svampe på bøgestammer – indikatorer for værdifulde løvskovslokaliteter. *Svampe*. 42: 35-47.
- Heilmann-Clausen, J., Christensen, M. 2003: Fungal diversity on decaying beech logs – implications for sustainable forestry. *Biodiversity and Conservation*. 12: 953-973.
- Iversen, J. 1958: Pollenanalytischer Nachweis des Reliktcharakters eines jütischen Linden-Mischwaldes. Veröff. des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich. 33: 137-144.
- Iversen, J. 1973: The development of Denmark's Nature since the last glacial. *Geology of Denmark III. Danmarks Geologiske Undersøgelser. V. Series. No. 7-C.* 126 s.
- Jessen, M., Hofmann, G. 1996: Der natürliche Entwicklungszyklus des baltischen Perlgras-Buchenwaldes (Melico-Fagetum). Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie. 30 (3): 114-124.
- Kirby, K.J., Reid, C.M., Thomas, R.C., Goldschmidt, F.B. 1998: Preliminary estimates of fallen dead wood and standing trees in managed and unmanaged forests in Britain.

- Journal of Applied Ecology. 35:148-155.
- Kohm, K.A., Franklin, J.F. 1997: Creating forestry for the 21st century. The science of ecosystem management. Island Press. 475 s.
- Leemans, R. 1992: Simulation and future projection of succession in a Swedish broad-leaved forest. Forest Ecology and Management. 48: 305-319.
- Lindbladh, M., Bradshaw, R., Holmqvist, B.H. 2000: Pattern and process in south Swedish forests during the last 3000 years, sensed at stand and regional scale. Journal of Ecology. 88:113-128.
- Linder, P., Elfving, B., Zackrisson, O. 1997: Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. Forest Ecology and Management. 98: 17-33.
- Lindgren, L. 1971: Skötsel av lövskogsområden. Vegetationsförändringar i Dalby Söderskog. Meddelanden från forskargruppen för skötsel av naturreservat. Avd. för ekologisk botanik, Lund. 11: 1-43.
- Madsen, P. 1994: Growth and survival of *Fagus sylvatica* seedlings in relation to light intensity and soil water content. Scandinavian Journal of Forest Research. 9:316-322.
- Madsen, P. 1995: Effects of seedbed type on wintering of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. Forest Ecology and Management. 73:37-43.
- Madsen, P. 1997: Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil moisture content. Forest Ecology and Management. 97:95-105.
- McIntosh, R.P. 1985: The background of ecology. Concept and theory. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York. 383 pp.
- Møller, P.F. 1997: Biologisk mangfoldighed i dansk naturskov. En sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskov. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. 209 sider.
- Møller, P.F. 2000: Vandet i skoven – hvordan får vi vandet tilbage til skoven? Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Rapport 2000/62. 60 sider.
- Møller, P.F., Staun, H. 1995: Danmarks Skove. Gyldendal. s. 105 - 109.
- Nielsen, P.C. 1962: Kongsmosen og Draved Skov. Skovhistorisk Selskabs ekskursion 28. maj 1961. Dansk Skovforenings Tidsskrift (DST). 21-35.
- Niklasson, M., Drakenberg, B. 2001: A 600-year tree-ring fire history from Norra Kvills National Park, southern Sweden: implications for conservation strategies in the hemiboreal zone. Biological Conservation. 101(1): 63-71.
- Niklasson, M., Granstrom, A. 2000: Numbers and sizes of fires: Long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. Ecology 81(6):1484-1499.
- Nolet, B.A., Rosell, F. 1998: Comeback of the Beaver (*Castor fiber*): An overview of old and new conservation problems. – Biological Conservation Vol. 83, No. 2: 165-173.
- Odum, E. P. 1969: The Strategy of Ecosystem Development. Science 164: 262-270.
- Parviainen, J., Bücking, W., Vandekerkhove, K., Schuck, A., Päivinen, R. 2000. Strict forest reserves in Europe: efforts to enhance biodiversity and research on forests left for free development in Europe. Forestry 73(2):107-118.
- Pedersen, C. F. og Petersen, M.B. 2002: Overgang til naturnær skovdrift i Kompedal Plantage: et bidrag til Feldborg Statsskovdistrikts driftsplan. Speciale, KVL. 300 sider.
- Peltier, A., Touzet, M.-C., Armengaud, C., Ponge, J.-F. 1997: Establishment of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* in an old-growth beech forest. Journal of Vegetation Science. 8:13-20.
- Peterken, G.F. 1996: Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press. 522 sider.

- Pickett, S.T.A. 1976: Succession: An evolutionary interpretation. *American naturalist* 110: 107-119.
- Raup, H.M. 1941: Trends in the development of geographic botany. *Assoc. Amer. Geogr.* 32: 319-354.
- Raup, H.M. 1951: Vegetation and Cryoplantation. *Ohio jour. Sci.* 51:105-116.
- Raup, H.M. 1957: Vegetational adjustment to the instability of the site. In proc. 6th techn. Meeting, internat. Union conserv. Nat. & nat. Resources, Edinburgh 1956, pp. 36-48.
- Raup, H.M. 1972: Speech at the ecology program seminar at Rutgers University. In Stout, B. B. (ed.) 1981: forests in the here and now. Montana forest and conservation experiment station. 132 pp.
- Scamoni, A. 1961: Die Wldschutzgebiete im Feldberger Landschaftsschutzgebiete. Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern. Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern. 4 (2-3): 74-80.
- Schmaltz, J. 1997: Ein Buchennaturwald auf der Insel Vilm. *Forst und Holz.* 455-457.
- Schmaltz, J., Lange, A. 1999: Untersuchungen in der Zerfalls- und Verjüngungsphase eines Buchennaturwaldes auf der Insel Vilm. *Forstarchiv.* 70: 66-73.
- Schmaltz, J., Stanke, J. 1999: Entwicklung eines Buchenwaldes auf der Insel Vilm bei Rügen. *Forstarchiv.* 70: 11-17.
- Schmidt, W. 1996: Zur Entwicklung der Verjüngung in zwei Femellücken eines Kalkbuchenwaldes. *Forst und Holz.* 51(7): 201-205.
- Schnitzler, A., Borlea, F. 1998: Lessons from natural forests as keys for sustainable management and improvement of naturalness in managed broadleaved forests. *Forest Ecology and management.* 109:293-303.
- Schön, D.A. 2001: Den reflekterende praktiker. Hvordan professionelle tænker, når de arbejder. *Klim.* 311 sider.
- Spurr, S. H., and Barnes, B. V. 1980: Forest ecology, 3. Edition. John Wiley & sons, New York. 687 sider.
- Svennnig, J.-C. 2002: A review of natural vegetation openness in north-west Europe. *Biological Conservation.* 104: 133-148.
- Tabaku, V., Meyer, P. 1999: Lückenmuster albanischer und mitteleuropäischer Buchenwälder unterschiedlicher Nutzungsintensität. *Forstarchiv.* 70: 87-97.
- Topoliantz, S., Ponge, J.-F. 2000: Influence of site conditions on the survival of *Fagus sylvatica* seedlings in an old-growth beech forest. *Journal of Vegetation Science.* 11: 369-374.
- Ulanova, N.G. 2000: The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest Ecology and Management.* 135: 155-167.
- Warming, E. 1895: Plantesamfund, grundtræk af den økologiske plantogeografi. P. G. Philipsen, København. 335 sider.
- Whittaker, R.H. 1970: Communities and ecosystems. The Macmillan Co. London. 162 pp.
- Wolf, A. 2003: Tree dynamics in Draved Forest. A long-term study of a temperate deciduous forest in Denmark. Ph.D. Thesis. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse og KVL.
- Wolf, A., Møller, P.F., Bradshaw, R.H.W., Bigler, J. 2004: Storm damage and long-term mortality in a semi-natural, temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management* 188: 197-210.
- Yamashita, A., Sano, J., Yamamoto, S.-I. 2002: Impact of a strong typhoon on the structure and dynamics of an old-growth beech (*Fagus crenata*) forest, southwestern Japan. *Folia Geobotanica.* 37:5-16.
- Zerbe, S. 2002: Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous plantations. *Forest Ecology and Management.* 167:27-42.