

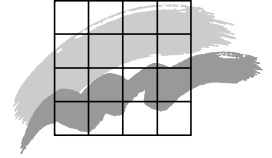


Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Naturnær skovrejsning

- et bæredygtigt alternativ?

Faglig rapport fra DMU, nr. 389



Naturnær skovrejsning - et bæredygtigt alternativ?

*Faglig rapport fra DMU, nr. 389
2002*

*Erik Aude
Ditte Nan Hansen*
Afdeling for Landskabsøkologi

Peter Friis Møller
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser

Torben Riis-Nielsen
Forskningscentret for Skov- og Landskab

Datablad

Titel:	Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ?
Forfattere:	Erik Aude ¹ , Ditte Nan Hansen ¹ , Peter Friis Møller ² , Torben Riis-Nielsen ³
Institutioner:	¹ Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Landskabsøkologi ² Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, Afdeling for Miljøhistorie og Klimaudvikling ³ Forskningscentret for Skov- og Landskab, Afdeling for Skovøkologi.
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 389
Udgiver:	Miljøministeriet Danmarks Miljøundersøgelser©
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	4. februar 2002
Redaktionen afsluttet:	30. januar 2002
Redaktion:	Erik Aude, Annie Laursen
Korrektur:	Tove Ø. Petersen
Faglig kommentering:	Flemming Skov
Bedes citeret:	Aude, E., Hansen, D. N., Møller, P.F. & Riis-Nielsen, T. 2002: Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ? Danmarks Miljøundersøgelser. 47 s.- Faglig rapport fra DMU nr. 389. http://faglige-rapporter.dmu.dk
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Danmark er et skovland, og skoven vil etablere sig uden menneskelig indgriben med forskellig hastighed på (de fleste) jordbundstyper. Ud fra egne feltundersøgelser og tidligere danske erfaringer kan det konkluderes at naturlig succession er en glimrende skovrejsningsmetode når man ønsker en naturnær skovrejsning. Hvis formålet er at gavne forskellige naturtyper i landskabet, anbefales at der udlægges store sammenhængende arealer. Hvis formålet er at producere hurtigt gavntræ, skal der prioriteres mindre arealer i nærhed til etableret skov. Erfaringen viser at en hurtig etablering af en ny skov er meget afhængig af kombinationen af gode frøkilder og gode etableringsbetingelser de første par år hvor der stadig er bar jord.
Emneord:	Successionsstadier, danske erfaringer, vegetationsundersøgelser, tilgroningshastighed, biologiske perspektiver.
Finansiel støtte:	Rapporten er støttet af Skov- og Naturstyrelsen, under ordningen "Tilskud til praksisnære forsøg".
ISBN:	87-7772-661-8
ISSN (elektronisk)	1600-0048
Sideantal:	47
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://faglige-rapporter.dmu.dk

Forord

Naturlig tilgroning bliver ofte fremhævet som en billig og naturvenlig metode til at udvide skovarealet i Danmark. Op til i dag har skovrejsning ved naturlig succession imidlertid kun været anvendt i meget begrænset omfang. Det skyldes dels problemer med eksisterende lovgivning og forvaltningspraksis, men der har også manglet viden om metodens potentiale: hvilken type succession kan vi forvente i forskellige områder af Danmark, hvor hurtigt vil der dannes egentlig skov og kan vi forvente et højere naturindhold i naturlig tilgroningsskov i sammenligning med plantet skov?

Denne rapport har til formål at besvare nogle af disse spørgsmål. Undersøgelsen bygger dels på den eksisterende litteratur om emnet, dels på nye feltobservationer og analyser. Formålet med rapporten er at give en redskabsorienteret sammenfatning af de problemer og muligheder der ligger i tilgroningsskov under forskellige forhold.

Projektet er udført i samarbejde mellem tre af Miljøministeriets Sektorforskningsinstitutter: Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Forskningscentret for Skov- og Landskab (FSL) og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS) og er støttet af Skov- og Naturstyrelsen under ordningen "Tilskud til praksisnære forsøg".

Tak til Molslaboratoriet for det gode samarbejde samt lån af mødelokale. Tak til Jens Gregersen og Sus på Vorsø for hjælp og gæstfrihed. Tak til Kaj Halberg for rundvisning på Vorsø og hjælp til at genfinde markeringspinde. Til sidst en stor tak til de private lodsejere for at tillade adgang til tilgroningsarealer.

Indhold

1. Sammenfatning	4
2. Indledning	4
3. Naturlig tilgroning som skovrejsnings- metode	6
Biologiske perspektiver	6
Træer og tilgroningsfaser	6
Tilgroningshastighed 7	
Hvad kan hæmme tilgroningen?	8
Afstand til frøkilde	9
Muligheder	9
4. Anbefalinger	13
5. Feltundersøgelser	14
Feltdata	14
Trædata	14
Jordbundsdata og alder	16
Digitalisering	16
Vegetationsanalyse	16
Begrænsninger i dataanvendelsen	17
6. Resultater af feltundersøgelserne	18
Areal og alder af de forskellige successionsstadier	18
Relativ tilgroningsgrad	21
Vegetationsanalyse	21
Sammenhængen mellem successionsstadie og alder	26
Afstand til frøkilde	26
Træerne	26
7. Forskellige træarters potentiale og mulighed	28
8. Danske erfaringer med naturlig tilgroning	30
<i>Vorsø</i>	30
<i>Nørholm Hede</i>	32
<i>Molslaboratoriet</i>	34
<i>Tilgroningsarealer på Djursland, Holst 1987</i>	35
<i>Karup Hede</i>	37
<i>Militære områder</i>	37
<i>Midt- og vestjydske brakarealer. Mogensen 1994</i>	37
<i>Specialer</i>	38
<i>Upubliceret viden om tilgroningsarealer</i>	39
Læsø	39
Suserup	39
Draved Skov	40
9. Litteratur	41

1. Sammenfatning

Rapporten består af tre delelementer. 1. En gennemgang af forskellige aspekter og diskussion af naturlig tilgroning som skovrejsningsmetode. 2. gennemgang af resultaterne fra feltundersøgelsen. 3. Gennemgang af den vigtigste danske viden om tilgroningsarealer.

1. Biologiske perspektiver og ulemper ved skovrejsningsmetoden diskuteres i lyset af egne og ældre data. Derudover belyses tilgroningshastigheder og de vigtigste tilgroningshæmmende faktorer. Afsnittet afsluttes med en række anbefalinger. Det konkluderes at naturlig succession er en glimrende skovrejsningsmetode når man ønsker en naturnær skovrejsning. Hvis formålet også er at gavne forskellige naturtyper i landskabet, anbefales at der udlægges store sammenhængende arealer. Hvis formålet er at producere hurtigt gavntre, skal der prioriteres mindre arealer i nærhed til etableret skov. Erfaringen viser at en hurtig etablering af en ny skov er meget afhængig af kombinationen af gode frøkilder og gode etableringsbetingelser de første par år hvor der stadig er bar jord.

2. Besøg på 43 lokaliteter spredt ud over landet resulterede i gennemgang af ca. 163 ha tilgroningskov inkluderende 84 prøvefelter. I prøvefelterne blev vegetationen undersøgt i 20x20 m felter samtidigt med at dbh blev målt for alle træer og buske med en diameter større end 3 cm. Resultatet af analyserne viste at de vigtigste parametre for vegetationen er jordbundsforhold, alderen og afstanden til nærmeste frøkilde.

3. Gennemgangen af de danske erfaringer med naturlig tilgroning vedrører en række lokaliteter hvoraf to, Vorsø og Nørholm Hede, har en størrelse og undersøgelsesgrad som gør dem internationalt interessante. I alt behandles tilgroningsarealer på 29 geografisk adskilte lokaliteter.

2. Indledning

I 1989 besluttede Folketinget at det danske skovareal skal fordobles inden for én trægeneration. Denne fordobling skulle fortrinsvis ske ved skovrejsning på agerland. Hidtil er den stedfundne skovrejsning helt overvejende sket ved plantning og kun i meget begrænset omfang gennem naturlig tilgroning.

Danmark er under de nuværende klimaforhold naturligt et skovland, og uden dyrkning eller andre indgreb vil den overordnede dynamik i landskabet næsten overalt gå i retning af en skovtilstand - endda i en grad så det opfattes som et indsatskrævende problem i forhold til bevarelsen af ekstensivt udnyttede naturtyper som bl.a. enge, overdrev og heder. Det er derfor oplagt når det gælder skovrejsning på agerland at stille spørgsmålet: Hvorfor ikke lade naturen selv gøre arbejdet?

I 1994 slog regeringen i sin redegørelse til Folketinget om en samlet dansk skovpolitik i lyset af Rio- og Helsinkikonferencerne fast at "der fra flere sider er peget på, at naturlig tilgroning vil være en billig og naturvenlig metode til at udvide skovarealet. Regeringen er enig i dette og vil fremme mulighederne for, at naturlig tilgroning indgår i skovrejsningen" (Miljøministeriet, Landbrugsministeriet og Udenrigsministeriet 1994). Wilhjelmudvalget (2001) anbefaler desuden (s. 26) at 20% af den fremtidig skovrejsning skal foretages ved naturlig tilgroning.

I Danmark er der hidtil foretaget en række enkeltundersøgelser af successionsforløb på 'opgivne' arealer (f.eks. Bornebusch 1938, Wiinstedt 1938, Bornebusch 1952, Holmsgaard 1986, Lorenzen 1988, Halberg 1996, Madsen 1998, Rehfeldt 1999), men en egentlig redskabsorienteret sammenfatning og analyse af de muligheder såvel som problemer der ligger i tilgroningsskov under forskellige forhold mangler stadig og vil være af stor betydning ved den fremtidige skovrejsning.

Dette projekt har haft til formål at samle og analysere den eksisterende viden og erfaring om naturlig tilgroning og i forening med feltstudier på udvalgte lokaliteter at belyse etablerings- og tilgroningshastigheder samt naturpotentialer af ny skov etableret gennem naturlig tilgroning i Danmark. Det har bl.a. været projektets mål at belyse

- **Hvilke arter der kan forventes ved naturlig tilgroning**
- **Frøkildernes betydning**
- **Naturforholdenes og udgangssituationens betydning**
- **Tilgroningshastigheder under forskellige forhold**
- **Tilgroningsskoves sammensætning og struktur**
- **Fordele og ulemper ved naturlig skovrejsning**

Rapporten består af tre delelementer. 1. Først gennemgås forskellige aspekter ved naturlig tilgroning. 2. Herefter gennemgås de vigtigste resultater fra projektets feltarbejde. 3. Endeligt præsenteres den vigtigste danske viden inden for emnet naturlig tilgroning.

Projektet er udført i samarbejde mellem Miljø- og Energiministeriets sektorforskningsinstitutioner DMU, FSL og GEUS og er støttet af Skov- og Naturstyrelsen under ordningen "Tilskud til praksisnære forsøg".

3. Naturlig tilgroning som skovrejsningsmetode

Biologiske perspektiver

Når naturen selv får lov til at råde, fås en større "vildhed". Vildhed er nævnt som en vigtig parameter ved naturkvalitetsbedømmelsen. "Vildhed er den frie udfoldelse af de naturlige processer uden menneskelig påvirkning" (Nygaard m. fl. 1999). Konstruktion af forskellige naturtyper ved hjælp af forskellige entreprenørløsninger for at tilgodese ønsket om en pæn og ordnet natur er uautentisk. Biologisk set er det indlysende at naturen er bedst til at skabe natur af høj kvalitet; men hvordan ser det ud på disse naturligt tilgroede arealer, udvikles der faktisk en anderledes og værdifuld natur? Formålet med dette projekt har imidlertid ikke været at sammenligne traditionel skovrejsningsteknik med naturnær skovrejsning, og derfor kan det ikke med sikkerhed konkluderes at naturindholdet er større i den naturnære type. I den undersøgte naturnære skovrejsning udvikles typisk en mosaik af flere forskellige naturtyper / successionsstadier / udviklingstrin samtidigt. Det er kendetegnende at der forekommer en større habitatheterogenitet under tilgroningsprocessen. Flere af disse udviklingstrin kan rumme naturtyper som har det svært i det danske landskab, og som har international interesse. Udover egentlige skovsamfund vil der i en overgangsfase også kunne udvikles internationalt værdifulde lysåbne naturtyper i delområder. I dette projekt er der på nogle næringsfattige lokaliteter eksempelvis registreret EU-habitattype: 4030 "Tørre dværgbusksamfund" og 2330 "Indlandsklitter med åbne græsarealer med sandskæg og hvene" (Buchwald & Søgaard 2000). På den lerede jordbund er der også fundet værdifulde naturtyper (højstaudesamfund) som er sjældne i landskabet, og som sandsynligvis ikke var udviklet hvis skovetablering var foregået efter traditionelle skovrejsningsprincipper. Derudover har det vist sig at der kan forekomme arter, som for eksempel lyngstar og almindelig månerude, af høj naturbeskyttelsesinteresse. Der er meget som tyder på at det ikke kun er urteplanter som har fordel af naturlig tilgroning. På Vorsø er der under tilgroningsprocessen fundet 14 forskellige vedplantearter (i gennemsnit) på tre permanente prøvefelter på bare 20x20 meter.

Det ser således ud til at naturlig tilgroning kan fungere som grønne trædestene og spredningskerner for arter og naturtyper som har det svært i det danske intensiverede landskab. Det må endvidere konkluderes at naturlig tilgroning som udgangspunkt har en højere naturkvalitet og kan give grobund for en række værdifulde naturtyper.

Træer og tilgroningsfaser

Den naturlige udvikling fra opgiven mark til lukket skov er utrolig kompleks og har tiltrukket mange forskeres opmærksomhed i tidens løb. Hvis man fokuserer på træetableringer, kan tilgroningsprocessen generelt og groft inddeles i en række faser:

Dyrkningsophør muliggør at frø (o.l.) der kontinuerligt spredes til området, får mulighed for at slå an og etablere sig - hvis de øvrige forhold (jordbund, vandstand, prædation, konkurrence o.s.v.) gør det muligt

↓

Etablering af de første vedplanter. Hvilke arter som indvandrer først afhæn-

ger af afstand til og art af frøessource.

↓

Opvæksten tiltrækker fugle og øger dermed frøspredningen.

↓

Først indvandrede træer når frøsætningsalder og spreder sig mere eller mindre talstærkt på arealet.

↓

Skovtilstand nås hvor større eller mindre grad af slutning forhindrer nyetablering af nye lyskrævende arter og individer.

↓

Etablering af skyggetræarter som f.eks. bøg, ædelgran, taks.

↓

Skyggetræarter bliver dominerende.

Naturlig skovrejsning er i sagens natur beroende på de tilgængelige frøkilder. Langt de fleste arter fra skov og landskab vil være på tale som potentielle kolonisatorer, først og fremmest gennem frøspredning, men også ved hjælp af rodsrud o.l. Kun få arter er ikke-spredende, f.eks. visse poppelkloner, bl.a. landevejspoppel.

Jo mere diverse de mulige frøkilder er, desto større artsrigdom i tilgroningsskoven, og i flere af de undersøgte områder er der tale om endog særdeles artsrige tilgroningsskove. På en enkelt prøveflade er registreret 17 forskellige arter af vedplanter (heraf 7 skovdannende træarter), men oftest ligger antallet på mellem 3 og 8 forskellige arter hvoraf 2-5 er skovdannende træarter. Blandt de undersøgte arealer har skovfyr, stilkeg, birk, alm. røn og hvidtjørn været de mest udbredte arter. Ud af 66 prøveflader med vedplantevegetation (bevoksede flader; dvs. successionsstadiet >0) er eg således antruffet på de 39 (60%) og de øvrige nævnte arter på omkring halvdelen. Men også ær og ask har en høj repræsentation (på 20-25% af de bevoksede flader), og deres repræsentation er særlig markant hvor de pågældende arter findes som frøkilde i nærheden. I modsætning til eg der ofte udkonkurreres af andre arter ved tilgroning på næringsrig bund, vil forekomst af ask og ær oftest føre til at de bliver dominerende eller i det mindste betydende i tilgroningsskoven.

Derimod er andre almindelige og udbredte skovtræarter som rødgran, sitka-gran og bøg kun antruffet på få af prøvefladerne. Der er dog en tendens til at især bøgen indvandrer sekundært.

Tilgroningshastighed

Det er igennem projektet dokumenteret at opgivet landbrugsjord gror til i skov hvis man venter længe nok. Det er ikke muligt at angive nogle almen-gyldige værdier for tilgroningshastigheden. Tilgroningshastigheden afhænger primært af jordbundsforholdene, men også af afstand til frøkilde og vildtbid. Der er to ekstremer i materialet. Mindre arealer på god bonitet og med kort afstand til frøkilde vil gro helt til i forstlig flot moden skov på 80-100 år. I modsætning hertil vil større arealer, med en relativ lille randfor-trængningsandel, på næringsfattig jordbund med lang afstand til frøkilde først opnå total skovdækning efter meget længere tid. Måske vil der aldrig opnås den samme totale trædækning som førstnævnte type fordi dele af arealet vil komme i modenhedsfasen, og nedbrydningsfasen inden skoven vil nå at etablere sig på hele arealet. Nielsen og Jensen (1979) postulerede imidlertid at successionen mod skov generelt foregår hurtigere på næringsfattig jord. Denne hypotese er der imidlertid ikke opbakning til i dette projekt. De største relative tilgroningsgrader findes således på lokaliteter på leret under-

grund. Der er knyttet en række forbehold til udregningerne af den relative tilgroningsgrad på de besøgte lokaliteter. Til trods for disse forbehold er det alligevel muligt at komme med få generelle tendenser for skovetableringen. De første 20-25 år af en naturlig tilgroning kommer der ikke noget som kan kaldes skov. Herefter begynder det imidlertid at accelerere med stor variation afhængig af jordbund og arealstørrelse.

Tilgroningshastigheden har ændret sig de sidste 40-50 år. Gennemgangen af tilgroningsarealerne på Djursland viste at tilgroningshastigheden er højere i dag end den var for 30-40 år siden (se afsnit om Tilgroningsarealer på Djursland). Der er flere mulige forklaringer på dette fænomen. Der er således sket en øget tilgroning af landskabet (Niels-Christiansen 1985) hvilket giver en større sandsynlighed for at et træfrø spirer og etablerer sig på en given lokalitet. Det er også sandsynligt at der i samme periode er sket en eutrofiering af disse næringsfattige lokaliteter hvilket giver ændrede successionsretninger og/eller successionshastigheder (Lorenzen 1987, Hansen m. fl. 2001, submit). Generelt vil der strukturmæssigt være tale om en muldtilstand der bl.a. vil indebære fordele for arter som f.eks. ask og ær. Disse forhold skønnes gennemgående at øge tilgroningshastigheden selvom væksten af konkurrerende urtevegetation der kan hæmme etablering af vedplanter, også fremmes. At klimatiske ændringer og ændret pH kan spille en rolle for de ændrede tilgroningshastigheder kan dog ikke afvises.

En oversigtlig analyse af landskabets frøkildepotentiale

I Østdanmark er der op gennem 1900-tallet generelt sket en nedgang af potentielle løvtræs frøkilder som følge af omvandling af løvskov til nåleskov, rydninger af vejtræer og artsrige levende hegn, men arealet af nu fertile småplantninger o.l. er generelt øget, ligesom skovbrynene i langt de fleste tilfælde er artsrige og løvtrædominerede. Vestdanmark har langt op i 1900-tallet generelt været kendetegnet af meget lav løvtræandel i såvel skove (der bortset fra egekrat, sø- og årandskov helt overvejende er nåletræsplantager) og læhegn (der helt overvejende bestod af hvidgran og sitkagran). I sidste halvdel af 1900-tallet er løvtræandelen og -forekomsten øget markant. Det gælder både i plantagernes skovbryn og i bevoksningerne, men i særdeleshed gennem den stedfundne etablering af artsrige, flerrækkede løvtræslæhegn. Mange af disse er nu så gamle at de vil fungere som frøkilder.

Hvad kan hæmme tilgroningen?

Vegetationen

Tilstedeværelsen af nøgen jord er gunstig for de fleste træarters etablerings-succes. Frøspredning i de første år inden urte- eller græsvegetation etableres, kan derfor være afgørende for det endelige resultat. Konkurrence fra højstaudesamfund, græsvegetation og krat har vist sig at hæmme træopvæksten. Undersøgelser på Vorsø har vist at nogle højstaudesamfund hæmmer træopvæksten mere end græsvegetation (Nitschke 1997). Der er således registreret stabile gederamspopulationer som har hæmmet træopvækst i mere end 20 år. Det er primært konkurrencen om lys og næringsstoffer samt allelopatiske egenskaber der hæmmer træopvæksten. Det er velkendt at græs hæmmer træopvæksten, men det er forskelligt hvor meget de enkelte arter af græs hæmmer træopvæksten. Almindelig hvene og rødsvingel hæmmer f.eks. mere end sandskæg (Lorenzen 1987) hvilket sandsynligvis hænger sammen med tætheden af vegetationen. Bølget bunke er i øvrigt også kendt for at danne tykke måtter af litter og mos der gør træetablering vanskelig. På flere af de undersøgte tilgroningsarealer har den indførte gyvelvariant opført sig

ekstremt invasivt og hæmmet træopvæksten og anden naturligt forekommende vegetation.

Vildt

Efter 1950 er bestandene af såvel kronhjort som rådyr øget ganske betragteligt (Madsen m.fl. 1996). Mens kronhjort endnu kun forekommer i begrænsede dele af landet, er rådyr udbredt over hele landet. Begge arter bider træopvækst, og de fleste steder kan der konstateres en vis nedbidning af opvækst. Dette vildttryk forsinker højdevækst og tilgroningshastigheden med flere år, ligesom det kan påvirke artssammensætning og -fordeling, men ser generelt dog ikke ud til at kunne forhindre tilgroningen. Vildtgræsning (og husdyrgræsning) kan dog have en positiv betydning for tilgroningen. Dyrenes græsning og tramp skaber markant bedre spiringsbetingelser, og de kan medvirke til at sprede frø (Petersen, 1995, Buttenschøn & Buttenschøn 1999). Med en temporær græsning skulle man teoretisk kunne øge tilgroningshastigheden, men der findes næppe praktiske erfaringer.

Afstand til frøkilde

I sammenligning med jordbundsforhold og alderen af arealet spiller afstanden til nærmeste potentielle frøkilde en mindre rolle for successionen i dette projekt. De undersøgte prøveflader er meget forskelligartede og spænder over vidt forskellige naturgeografiske forhold - og jordbundsmæssigt fra meget fattig, sandet bund til næringsrig leret bund og fra arealer der ikke eller kun i begrænset omfang har været gødsket, til marker udsat for meget intensiv gødskning. Tolkningen af afstandens betydning kompliceres ved at afstandsparameteren i dette datamateriale er korreleret med alderen. Det tyder på at der er en skævhed i data således at de ældste arealer også ligger længst fra en potentiel frøkilde. Det har imidlertid ikke været formålet med projektet at eftervise hvor vigtig afstand til frøkilden er for tilgroningshastigheden, og generelt ligger prøvefladerne så tæt på frøkilderne at "støjen" fra andre forhold spiller stærkt ind. Det er i øvrigt velkendt at frøspredningen falder logaritmisk (eller eksponentielt) med afstanden fra kilden. Mange undersøgelser har vist at afstanden til en frøkilde er af stor vigtighed for etableringen på lokaliteten. Den optimale situation med hensyn til tilgroningshastighed opnås således ved at lokaliteten ligger lige op af en anden skov. Afstandens betydning ligger først og fremmest i at frøfaldet pr. areal - og dermed sandsynligheden for at et eller flere frø slår an og fører til etablering - i langt de fleste tilfælde er størst tæt på kilden og aftager stærkt med afstanden. Et udlagt skovrejsningsområde kan endvidere betragtes som en ø i landskabet, og her kan man med rette anvende klassiske og velunderbyggede ø-biogeografiske betragtninger (Mac Arthur 1967, Begon m.fl. 1986). Arealer der ligger langt fra skov og træer, vil i højere grad blive koloniseret af arter der spredes af fugle - navnlig arter med bær og stenfrugter - og arter med små, lette vindbårne frø.

Muligheder

Danmark er under de nuværende klimaforhold naturligt et skovland, og langt de fleste steder i landet vil en udvikling efter dyrkningsophør bevæge sig i retning af skov. Dette mønster ses afspejlet i bl.a. pollendiagrammer fra de sidste 3-4000 år og er også en generel erfaring fra nutiden selvom det kun i ringe omfang har været fulgt og underbygget med videnskabelige undersøgelser. Det vil således langt de fleste steder i Danmark kunne lade sig gøre at opnå en form for overvejende løvtrædomineret skov- eller krattilstand inden for en overskuelig fremtid gennem naturlig tilgroning af opgivne marker. Forholdene ved naturlig tilgroning på markarealer adskiller sig på en række punkter markant fra forholdene ved tilgroning på f.eks. renafdrifter, heder,

overdrev, græsland, moser, dræningspåvirkede vådområder osv. Generelt kan situationen på en mark betragtes som en næsten total nulstilling:

- Ingen skovfrøbank til stede (hverken af vedplanter eller svampe)
- Indledningsvist intet plantedække
- Intet humuslag
- Lavt humusindhold i jorden
- Intensivt dræningssystem
- Ensartet jordtekstur
- Højt indhold af næringssalte fra kunstgødning (NPK)
- Høj pH som følge af kalkning (CaCO_3)
- Evt. pesticidrester i jordbunden?
- Ofte stor afstand til frøkilder
- Tilfældige frøkilder (levende hegn, læhegn, haver, plantager, skov)

Alle arter - såvel vedplanter som den tilhørende flora og fauna - skal således indvandre eller på anden måde spredes til det pågældende areal.

Box 1:

Følgende er nævnt i den danske litteratur som faktorer der fremmer trætilgroningen:

- C Blotlagt jord.
- C Kort afstand til frøkilde.
- C Fordelagtig placering af frøkilde i forhold til fremherskende vindretning.
- C Hurtig træetablering er særlig vigtig på den gode jordbund.
- C Tilgroning er selvforstærkende - træer tiltrækker fugle der spreder frø - etablerede træer producerer frø - og følgelig stiger frøfaldet på arealet.
- C Høj bonitet.
- C Øget frøfald/areal i dag i forhold til tidligere.
- C Høj næringsstofstatus.

Det er vigtigt at bemærke at der mangler videnskabeligt bevis for de tre sidstnævnte faktorer

Det vil således i stor udstrækning være muligt at foretage skovrejsning ved hjælp af naturlig tilgroning, men resultatet vil afhænge af en lang række generelle og lokale forhold (se i øvrigt box 1 og 2):

- Naboarternes frøspredningsmåde og koloniseringsevne
- Afstand til frøkilder og rodskydende træ- og buskarter
- Fremherskende vindretning i forhold til frøkilder
- Tilstedeværelse af relevante vektorer (specifikke fuglearter, kronhjorte, ræv, mus etc.)
- Forholdene på marken/koloniseringsstedet
 - Jordbundsforholdene
 - Fugtighed
 - Tidligere drift af arealet, f.eks. anvendte gødskningsmængder
 - Afslutningsafgrøde
 - Afslutningsbehandling (urørt stubmark, pløjning, sprøjtning osv.)
- Koloniseringsforløb. Ofte vil arten af den eller de først ankomne være bestemmende for forløbet
- Tilfældigheder
 - f.eks. vindretning ved stormepisoder
- Vildttryk
- Drift/forvaltning af arealet

Box 2:

Følgende er nævnt i den danske litteratur som faktorer der hæmmer trætilgroningen:

- D Museangreb.
- D Højstaudesamfund.
- D Rådyr- og haregræsning.
- D Græsvegetation.
- D Gyvelkrat.
- D Mostæppe.
- D Sandflugt.
- D Lav bonitet.

Hæmningsgraden af ovennævnte faktorer er kun meget dårligt belyst

Vurderingen af om naturlig skovrejsning er et velegnet instrument afhænger helt af hvilket formål der skal opfyldes på det pågældende areal, f.eks.:

- Økonomisk orienteret gavntreproduktion (skovdrift)
- Vedproduktion til brændselsformål
- Rekreative formål
- Dæknings- og værnskov (f.eks. mod sandflugt, erosion etc.; samt på støjvolde o.l.)
- Naturformål (biodiversitet), herunder bl.a. urørt skov. Ud over egentlige skovsamfund vil der i en overgangsfase også kunne udvikles internationalt værdifulde lysåbne naturtyper i delområder (f.eks. EU-habitatype: 4030 og 2330). Atter andre naturtyper var bestemt ikke udviklet hvis der havde foregået en skovetablering efter traditionelle skovrejsningsprincipper. Derudover har det vist sig at der kan forekomme arter af høj naturbeskyttelsesinteresse.

Fordele sammenlignet med traditionel plantning

- Højeste grad af naturnærhed
- I overensstemmelse med flere internationale anbefalinger, bl.a. Rio-deklarationen om biologisk mangfoldighed og andre tiltag og strømninger i tiden, f.eks. i forhold til Naturskogsstrategien og Wilhjelmudvalgets anbefalinger
- Der kan etableres naturtyper som har det svært i det danske landskab, og herved kan disse arealer fungere som grønne trædestene og spredningskerner
- Meget lavt omkostningsniveau. Praktisk taget ingen anlægsomkostninger
- Afhængig af frøkilder m.v. vil der også kunne opnås etablering af økonomisk betydningsfulde træarter, f.eks. ær, ask, fuglekirsebær
- Særdeles naturskånsom - kræver ingen indsats af maskiner, pesticider eller lignende
- Skåner fortidsminder o.l. under pløjelaget sammenlignet med den ofte anvendte dybdepløjning
- Højere grad af tilpasning til lokale naturforhold
- Tilgroningsskove har som regel høj grad af strukturel og artsmæssig variation sammenlignet med traditionelle plantninger

Ulemper sammenlignet med traditionel plantning

- Usikkerhed og uforudsigelighed i forhold til artssammensætning, dækning og tidsforløb
- Bevoksningerne kan i nogle situationer blive meget uens og af meget lav kvalitet til vedproduktion

- Visse invasive fremmede arter kan udgøre et uønsket element. Arter som gyvel, bjergfyr og glansbladet hæg har potentialet til dette.
- Kan "støde" den lokale befolknings holdning idet arealet efterlades "ubenyttet" i en længere årrække hvilket kræver formidling.

4. anbefalinger

Danmark er et skovland, og skoven vil etablere sig uden menneskelig indgriben med forskellig hastighed på (de fleste) tørre jordbundstyper. Naturlig succession er således en glimrende skovrejsningsmetode når man ønsker en naturnær skovrejsning.

- Før brug af naturlig tilgroning må formålet nøje overvejes.
- Hvis formålet er at gavne forskellige naturtyper i landskabet, anbefales at der udlægges store sammenhængende arealer. Hvis formålet er at producere hurtigt gavntræ, skal der prioriteres mindre arealer i nærhed til etableret skov.
- Naturlig tilgroning er en oplagt metode til skovrejsning, navnlig i tilknytning til eksisterende gamle løvskove, ved udlæg af urørt skov og generelt ved rejsning af skove hvor vedproduktion er et underordnet formål.
- Naturlig tilgroning kan anvendes hvor formålet er rekreativt. Fordelen kan være at man på længere sigt kan lade naturligt opståede værdifulde naturtyper bestå og lade skoven brede sig på andre arealer. Erfaringer med brugen til dette formål mangler dog. For dette formål er afstand til frøkilder af underordnet betydning.
- Inden en skovrejsning detailplanlægges, bør det stedlige frøkildepotentiale vurderes med henblik på udnyttelse af naturlig skovrejsning.
- Ved mere traditionel skovrejsning bør der overvejes kombinationer af indplantning af grupper og enkelttræer af udvalgte arter og udsåning af frø af f.eks. ask, birk, skovfyr på jordbehandlede arealer.
- Hvis man ønsker at fremme tilgroningshastigheden, må man sikre fertile træer, evt. med plantning af enkelte større træer (danske arter og proveniens) i nærheden af skovrejsningsområdet. Hvis der plantes større træer i eller på skovrejsningsområdet, er det bedst at plante dem i den vestligste del af området fordi den fremherskende vindretning i frømodningsperioden er vestenvinden.
- Når træarter som skal spredes til skovrejsningsområdet kommer fra det omkringliggende landskab, er det vigtigt at komme med en generel opfordring til at man planter danske arter og lokale herkomster (provenienser) i landskabet, både i læhegn og plantager. At vælge planter som er tilpasset det danske klima og geologi, er den bedste beskyttelse mod store forstyrrelser i forbindelse med f.eks. storme.
- Erfaringen viser at en hurtig etablering af en ny skov er meget afhængig af kombinationen af gode frøkilder og gode etableringsbetingelser de første par år hvor der stadig er bar jord.

5. Feltundersøgelser

Feltdata

I feltsæsonen 2000 og 2001 er der i alt undersøgt 43 tilgroningslokaliteter (Tabel 1). Det samlede undersøgte areal er ca. 163 ha, fordelt over store dele af de forskellige danske geologiske og klimatiske regioner (Figur 1). Før besøget blev der udarbejdet farveluftfotos (Orthofoto i målestoksforholdet 1:3000) for alle lokaliteter. På disse farveluftfotos blev der under besøget indtegnet forskellige successionsstadier (Tabel 2). Hvis arealet af successionsstadiet var stort nok (min. 500 m² og 20 m bred), blev der tilfældigt placeret og undersøgt et prøvefelt à 20 x 20 m. I alt blev der undersøgt 84 prøvefelter (Tabel 1). I centrum af 20 x 20 m feltet blev et felt på 2 x 2 m undersøgt for dækningsgrad af alle karplanter. Arternes dækningsgrad blev vurderet ved hjælp af en kombineret skala (van der Maarels skala) hvor: 1 = ét individ som dækker mindre end 5%, 2 = to til fem individer som dækker mindre end 5%, 3 = 6-20 individer som dækker mindre end 5%, 4 = > 20 individer, og som dækker mindre end 5%, 5 = arten dækker fra 5 til 12,5%, 6 = arten dækker fra 12,5 til 25%, 7 = arten dækker fra 25 til 50%, 8 = arten dækker fra 50 til 75%, 9 = arten dækker mere end 75%. Herefter blev der udarbejdet en supplerende artsliste for resten af prøvefeltet under en systematisk gennemgang af arealet i 10 minutter.

Trædata

I 20 x 20 m prøvefeltet blev diameteren i brysthøjde (dbh) målt på alle træer og buske med en diameter på mere end 3 cm. Efterfølgende er der udregnet en simpel værdi for vedmassen i prøvefeltet uden brug af formtal. Grundfladen som er beregnet ud fra de registrerede mål af dbh, er efterfølgende ganget med minimumshøjden i den registrerede højdeklasse træet eller busken tilhører (se nedenfor). Minimum af intervallet er valgt for at undgå en overestimering af vedmassen. For hver lokalitet er den relative tilgroningsgrad beregnet som summen af prøvefelternes vedmasse vægtet med den procentvise arealdækning af de tilhørende successionsstadier 0 til 5. Metoden er behæftet med en betydelig usikkerhed og er ikke brugt til at angive en absolut vedmasse. Den giver et groft estimat som med forsigtighed kan anvendes til en indbyrdes sammenligning af prøvefladerne og lokaliteterne.

Højden blev estimeret til følgende klasser: 1: <25cm, 2: 25-50cm, 3: 50-100, 4: 100-200, 5: 200-400, 6: 400-800, 7: 800-1600, 8: >1600. Den "gennemsnitlige" højde i meter er beregnet ud fra minimumshøjderne i de højdeklasser træerne og buskene tilhører. Ud fra denne beregnede "gennemsnitshøjde" findes den tilsvarende højdeklasse som herefter benævnes "gennemsnitlig højdeklasse". Beregningerne er udført særskilt for træ- og buskvegetation med dbh på henholdsvis mindre end- og større end- eller lig med 3 cm. Træer og buske med en diameter på mindre end 3 cm (eksklusiv krybende pil, brombær, lyng, revling, pors) er noteret i stamtalsskasser: 1-5, 5-10, 11-20, 21-50, >51. Eventuelle bid- og frostskafer er endvidere noteret.

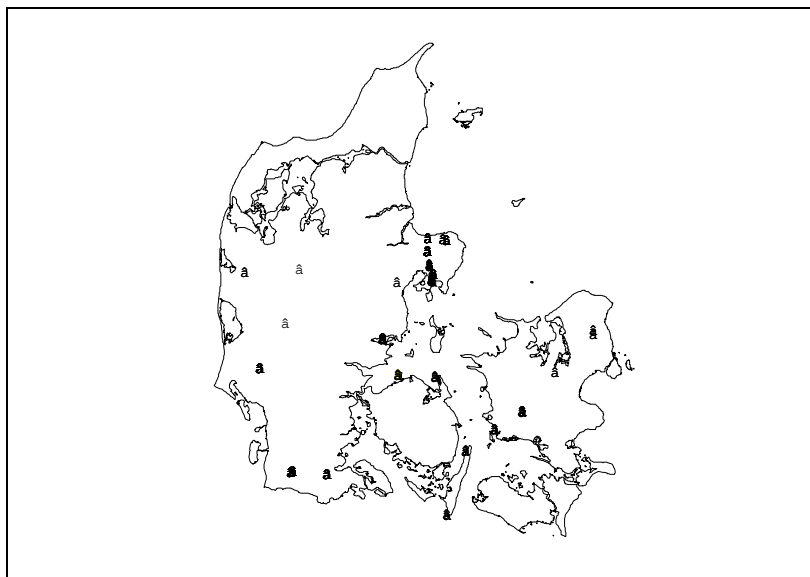
Tabel 1: Liste over alle besøgte lokaliteter, lokalitetens alder, det undersøgte areal på lokaliteten samt antallet af undersøgte prøvefelter

Lokalitetsnavn	Alder (år)	Undersøgt areal (ha)	Antal prøvefelter
Bladsøgård_Djursland	58	1,33	2
Bolderslev øst	1	5,58	3
Bolderslev vest_10	10	0,17	1
Bolderslev vest_5	5	2,91	2
Bulbrogård1_Djursland	58	3,16	3
Bulbrogård2_Djursland	58	1,97	3
Dravedhus	8	2,80	3
Ebdrup mark_Djursland	59	0,42	2
Ebdrup_Djursland	44	0,11	1
Femmøller_Djursland	32	0,45	2
Femmøller_Molslab,	100	2,09	1
Fynshoved_20N	8	1,31	1
Fynshoved_22N	8	1,17	1
Gl.Råsted_bny	15	9,63	1
Gl.Råsted-1	15	12,04	1
Gl.Råsted-2	15	5,39	1
Gulstav	2	0,11	1
Havreballe_Djursland	39	0,58	2
HøvelteA	50	1,48	1
HøvelteB	80	1,29	1
Karup hede_Degn	25	0,26	2
Krumfen_Draved	5	1,87	2
Lejre	35	0,86	1
Lisbjerg_od	9	2,34	1
Lisbjerg skov	100	1,92	1
Molslaboratoriet	17	2,28	2
Nørholm hede	126	34,16	4
Poppelhøj_Djursland	35	0,56	2
Skælskør	21	8,12	4
Skarrildhus	13	7,65	1
Skovgårde_Djursland	29	1,00	4
Søgård	3	2,88	1
Stigtehave_nord	6	0,58	1
Stigtehave_syd	3	0,80	1
Suserup_nord	3	8,64	2
Suserup_øst	25	0,58	1
Svapkæret_Djursland	5	1,50	2
Vorsø_22	22	9,17	5
Vorsø_70	70	19,14	4
Æbelø_A	2	0,50	1
Æbelø_B	2	1,22	1
Østenfeld_Djursland	39	3,13	7
Østenfeldgård_Djursland	44	0,69	1
Total		163,82	84

Jordbundsdata og alder

I hvert prøvefelt på 2 x 2 m er der indsamlet fem jordprøver 5-10 cm under førnelaget. De fem delprøver er blandet til en jordprøve og analyseret for pH (H₂O) i overensstemmelse med Sørensen & Bülow-Olsen (1994) med en tripel bestemmelse.

Alderen af arealet, altså perioden arealet har ligget urørt, er fundet via litteraturen eller ved lodsejerinterviews.



Figur 1: Geografisk beliggenhed af de 43 undersøgte lokaliteter

Digitalisering

På alle lokaliteter er de forskellige successionsstadier (Tabel 2) digitaliseret i ArcView. På hver lokalitet er polygoner med samme successionsstadium efterfølgende lagt sammen. Afstand til nærmeste sandsynlige frøkilde er målt for alle prøvefelter på luftfotos.

Vegetationsanalyse

Urte- og trævegetationen på de 84 undersøgte prøvefelter har været udsat for en ordinationsanalyse (DCA) (Fig 7). Arternes dækningsgrad er anvendt i analysen og for at reducere støjen er arter som kun forekommer på to lokaliteter ikke medtaget. Ved en ordination "ordnes" prøvefelterne, så dem der ligner hinanden mest med hensyn til forekomst af forskellige plantearter, ligger tæt på hinanden. Prøvefelter som derimod ikke har nogle arter fælles, vil ligge langt fra hinanden. Førsteaksen i ordinationen repræsenterer den største gradient i materialet, anden aksens den næststørste osv. Korrelation af akserne med forskellige forklarende variable som f.eks. pH og alder kan give en indikation af hvilke faktorer som er bestemmende for forskelligheden mellem prøvefelterne. Til hjælp for tolkningen af ordinationsanalysen er der udregnet et gennemsnit af planternes økologiske indikatorværdi med hensyn til lys, fugtighed, temperatur, reaktionstal (pH) og kvælstof (Ellenberg m.fl. 1992). Der er desuden udregnet et skovindeks. Dette indeks går fra 0 (ikke skovtilpassede arter) til 3 (arter der kun findes i skov). Indeksverdierne der danner baggrund for skovindekset, er udarbejdet for samtlige danske arter og baseret på Dansk Feltflora (Hansen 1976).

Begrænsninger i dataanvendelsen

Inden for projektets rammer har det ikke været muligt at give en dybdegående undersøgelse af alle lokaliteter. De indsamlede data giver derfor kun et begrænset billede af hele tilgronings- og successionsproblematikken. De store lokaliteter Vorsø og Nørholm Hede er kun meget overfladisk dækket mht. prøvofelter og digitalisering af successionsstadier. En dybdegående gennemgang af disse to lokaliteter vil kræve større ressourcer. Det er endvidere vigtigt at være opmærksom på at enhver opdeling af naturens glidende overgange giver stor mulighed for subjektive skøn. I dette projekt har fire personer fordelt på tre institutioner været involveret i afgrænsningen af de forskellige successionsstadier. Det samme successionsstadium på forskellige lokaliteter kan indeholde forskellige grader af vedtilgroning. Ved den rent tilfældige placering af et enkelt 20 x 20 m felt kan et enkelt stort træ betyde meget for den beregnede vedtilgroning. Desuden er den opbyggede vedmasse træartsafhængig.

6. Resultater af feltundersøgelserne

Areal og alder af de forskellige successionsstadier

På alle lokaliteter er arealet af de forskellige successionsstadier udregnet og omregnet til procent af totalarealet. På Figur 1 vises samtlige 43 lokaliteter og de forskellige successionsstadiers procentvise fordeling på lokaliteten. Lokaliteterne er sorteret efter alder hvilket betyder at den yngste (2 år) ses yderst til venstre (Æbelø_A) og den ældste (126 år) yderst til højre (Nørholm Hede). Det fremgår tydeligt at landbrugsarealer som overlades til sig selv, vil gro til i skov. Danmark er et skovland! Det viser sig endvidere at der er nogen forskel på både tilgroningshastigheden og successionsretningen. På gamle arealer som Nørholm Hede er der stadig, 126 år efter dyrkningsophør, store arealer med lysåben vegetation. På den anden side skrider successionen meget hurtigt fremad på andre arealer som f.eks. Dravedhus hvor der er sket en kraftig trætilgroning (successionsstadium 3) på bare 8 år. Derudover er der opnået total dækning med moden skov (successionsstadium 5) på 80-100 år på lokaliteter med en bedre bonitet. Der er dog en generel tendens til at der går ca. 20 år før der kommer noget man kan kalde skov (successionsstadium 4, ung højskov).

Efter godt 20 år kan der på nogle næringsfattige og tørre arealer udvikles hedevegetation (Gl. Råsted og Karup hede). Hvis denne succession får lov at fortsætte på denne jordbundstype, sker der en langsom indvandring af primært skovfyr og stilkeg som det f.eks. er tilfældet på Østenfeldgård_Djurs (44 år) og Nørholm Hede (126 år). At jordbundsforholdene har stor betydning for tilgroningshastigheden fremgår i øvrigt ved sammenligning af to lokaliteter med den samme alder på 25 år (Karup hede og Suserup Øst). Førstnævnte har udviklet sig til en lynghede og sidstnævnte til en moden skov med mere end 75% kronedækning. Ud over forskel i jordbundsforhold er der også forskel på de to arealers afstand til frøkilder.

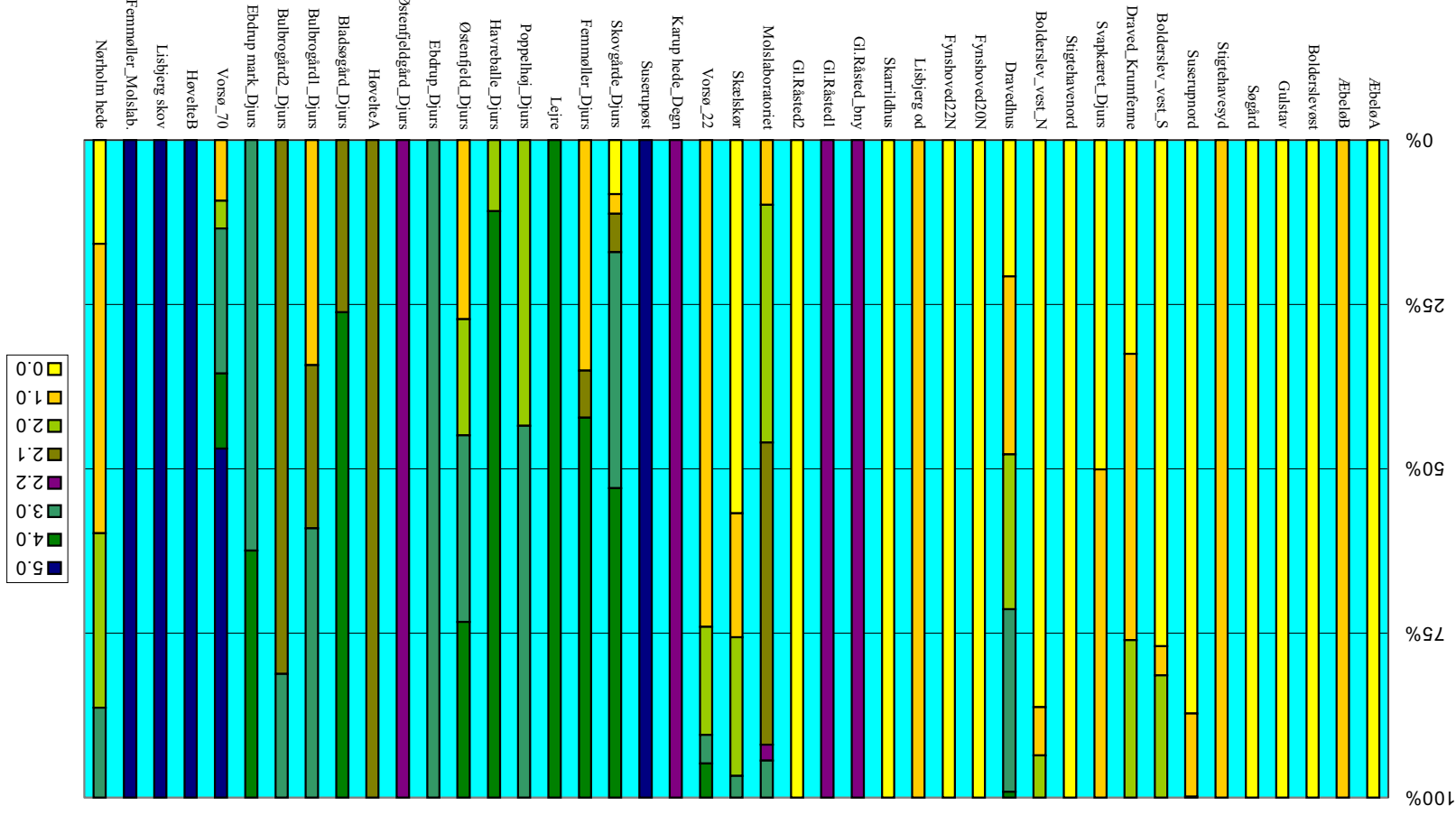
På andre lidt ældre arealer er tilgroningen mod skov forsinket af forskellige kratdannelser. På HøvelteA findes et tjørnekrat og på Bulbrogård2_Djurs et næsten totaldækkende gyvelkrat.

På Figur 2 ses det endvidere hvordan mere end halvdelen af lokaliteterne (13 ud af 22) som er ældre end 20 år, udvikler en mosaik af forskellige successionsstadier. Ved traditionel skovrejsningsmetodik vil der efter 20 år være etableret skovdække overalt. Altså en lavere lokalitetsheterogenitet. Med naturnær skovrejsning er det anderledes, her kan der undervejs mod den totale skovdækning udvikles naturtyper af international interesse. Det gælder f.eks. habitatype 4030 (Europæiske tørre heder) og 2330 (Indlandsklitter med åben Corynephorus og Agrostis græsarealer) (Buchwald & Søgård 2000). Det er dog ikke kun på næringsfattige lokaliteter at der kan udvikles interessante naturtyper. På den bedre bonitet som findes på Vorsø, er der også udviklet interessante naturtyper undervejs i successionen mod skov. Et tilfældigt placeret prøvefelt fra vores dataindsamling i 2000 viste således et sjældent højstaudesamfund. Her fandtes tre arter af perikon hvoraf den ene (bjergperikon) er temmelig sjælden (Hansen 1993). Det er tvivlsomt om dette plantesamfund var udviklet efter dybdepløjning, plantning af monokultur og mekanisk renholdelse m.m. Naturlig tilgroning resulterer således i en større habitatheterogenitet, og en stor habitatheterogenitet resulterer alt andet lige i en større biologisk diversitet. I Holsts (1987) undersøgelser fra Djursland fandtes i øvrigt flere arter med bevaringsinteresse som f.eks. lyngstar og almindelig månerude.

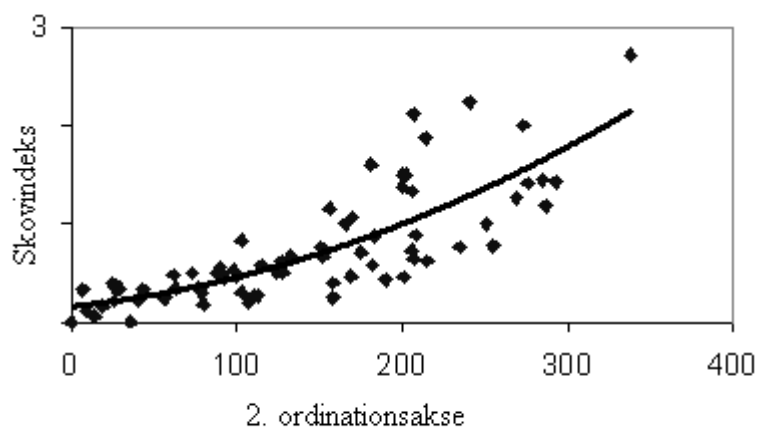
Tabel 2: Opdeling i forskellige successionsstadier

Nr.	Successionsstadiet	Udseende på luftfoto samt beskrivelse	Kronedækning
0	≅ dominans af enårige, græsser eller høje/lave stauder	Ingen synlig træopvækst på luftfoto hvilket betyder at arealet kan være domineret af enårige urter, flerårige græsser eller højstauder, det betyder i flere tilfælde på grund af fotografiets begrænsede opløsning at der kan være ret tæt med juvenile vedplanter. De forskellige plantesamfund forekommer ofte i en mosaik	0 %
1	≅ tidlig pionerfase	Enkeltstående træer og større buske med >> 20 m imellem træerne.	< 5 %
2	≅ areal med parkstruktur, opbygningsfasen	Afstanden mellem træerne er oftest/ gennemsnitligt mindre end 20 m. Den lysåbne vegetation (græs, dværgbuske, højstauder) udgør stadig mere end 25% af arealet, men begynder at blive skygget væk.	5-25 %
2A	≅ krat	Tæt krat af at slåen, gyvel, pil, rose, tjørn o.l.	
2B	≅ dominans af dværgbuske	Dominans af dværgbuske (hedelyng, revling m.fl.)	
3	≅ moden opbygningsfase	Kraftigt trætilgroet areal. Den lysåbne vegetation (græs, dværgbuske eller højstauder) udgør maksimalt 50% af arealet.	25-50 %
4	≅ ung højskov	Kronedækket næsten totalt dækkende. Lysåben vegetation forekommer i pletter og udgør i alt meget mindre end 50%.	> 50%
5	≅ moden skov	Kronedækket dækker stort set området. Lysåben vegetation udgør mindre end 5%.	> 75%

Figur 2: Succesionsstadiernes procentvise dækning på samtlige 43 lokaliteter. Værdierne i legendboksen angiver de forskellige succesionsstadier: "0.0" = ruderat, "1.0" = tidlig pionerfase, "2.0" = parkstruktur, "2.1" = krat, "2.2" = dværgbuiske, "3" = moden opbygningfase, "4" = ung højskov, "5" = moden skov.

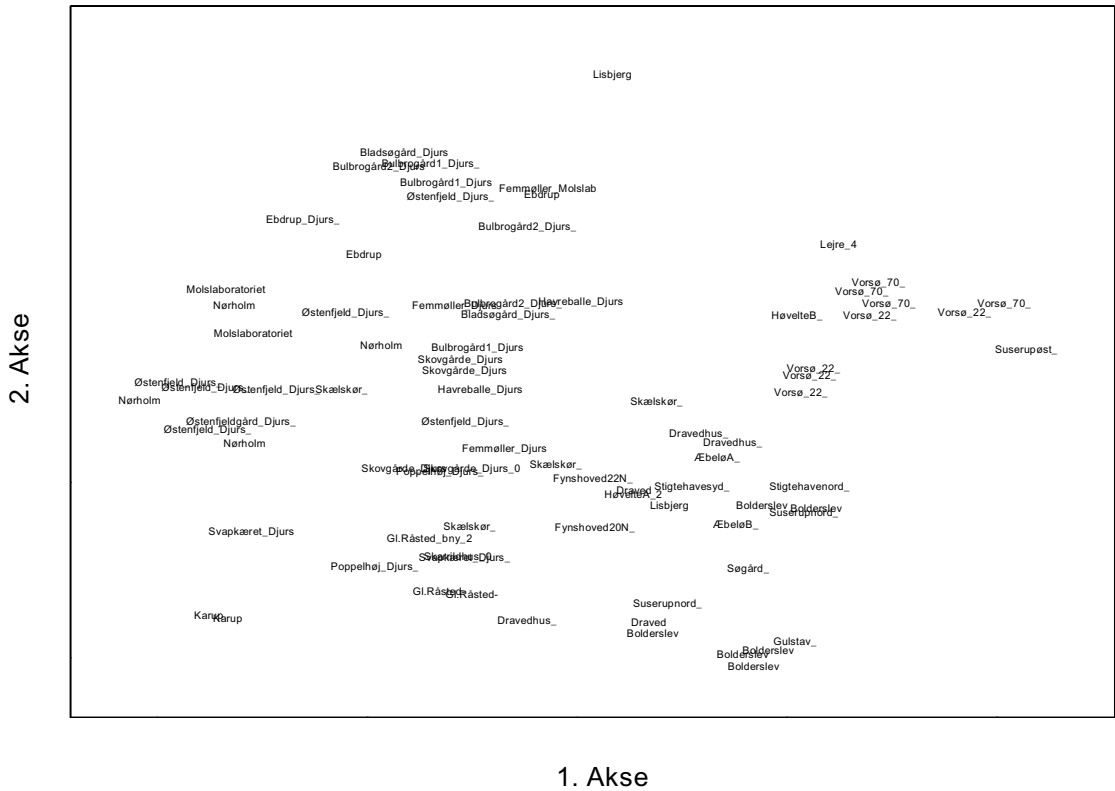


prøvefelternes indbyrdes placering. Figur 6 angiver den målte pH-værdi i jordprøven for alle prøvefelter. Store cirkler angiver høje pH-værdier og vice versa. Der ses en tydelig gradient i datamaterialet hvor lokaliteter på den østdanske muldjord ligger til højre, og lokaliteter på næringsfattig jordbund ligger til venstre i diagrammet. At plantesammensætningen ændres med tiden kan ses på Figur 7 (til venstre). Store cirkler indikerer høj alder og små cirkler det modsatte. Anden akse er således en tilgroningsgradient som korrelerer med et skovindeks (Figur 4) baseret på plantearternes skovtilknytning, Ellenbergs lysindeks, alderen, antal træer (>3 cm i dbh) samt med den målte vedmasse. Tilsammen tyder dette på at første akse primært er en jordbundsgradient, og anden akse er en tilgronings gradient. Det er en meget forsimplet fortolkning af ordinationsanalysen, og det skal bemærkes at pH værdierne også har en stor variation på anden akse. Det kan forklares med et fald i pH ved tilgroning af landbrugsarealer. Alle korrelationer kan ses i Tabel 3 (korrelationsmatricen). Korrelationerne mellem akserne og de forklarende variable bekræfter at første akse primært viser jordbundsgradienten, og at anden akse primært viser en tilgroningsgradient.

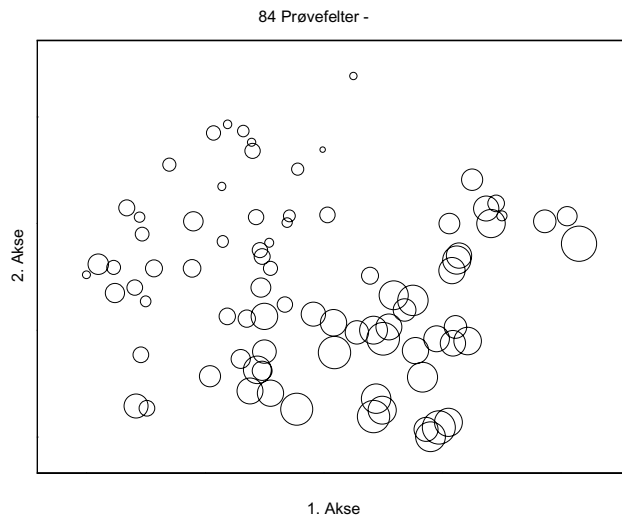


Figur 4: Sammenhængen mellem 2. ordinationsakse og skovindeks. Der ses en meget tæt sammenhæng. Anden akse udtrykker således vegetationens skift fra en lysåben vegetation til en skovvegetation.

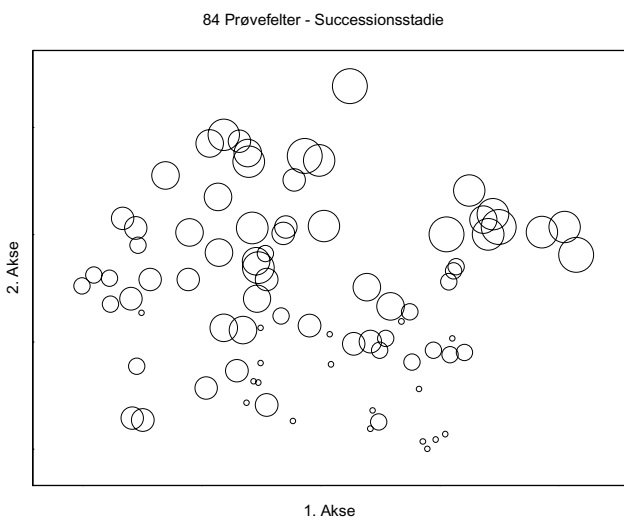
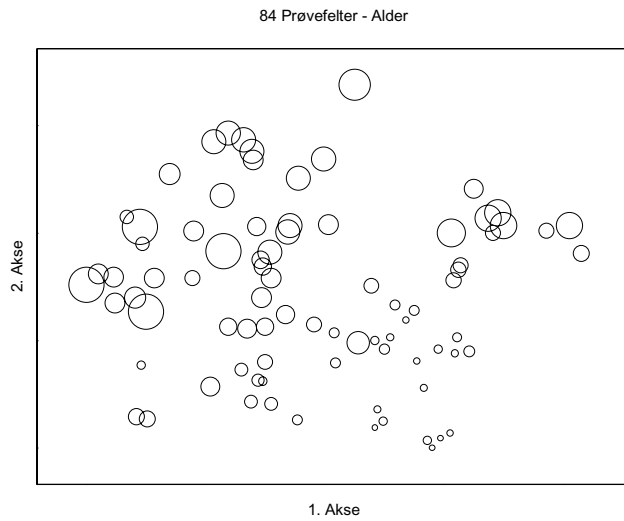
84 Prøvefelter -



Figur 5: Indbyrdes placering af alle prøvefelter efter ordination. Efter lokalitetsnavnet ses et nummer som henviser til successionsstadiet (Tabel 2).



Figur 6: Ordinationsresultat hvor den målte pH-værdi i prøvefeltet er indikeret ved cirklerens størrelse. Det betyder at de sureste lokaliteter har de mindste cirkler (Sammenlign evt. med Figur 5 hvor lokalitetsnavnene er indikeret).



Figur 7: Ordinationsresultat hvor prøvefeltets alder og successionsstadiet er indikeret ved cirklernes størrelse (øverst) henholdsvis successionsstadiet (nederst). (Sammenlign evt. med Figur 5 hvor lokalitetsnavnene er indikeret).

Tabel 3

Pearson's product-moment korrelationer. * angiver at Spearman's rho (rank korrelationer) er anvendt for de tre klassevariable: Højde træer & buske dbh > 3 cm, højde træer & buske dbh < 3 cm, samt successionsstadie

	Alder	pH	An- tal>3	An- tal<3	Ved- masse	Afst_- frøk	1. Akse	2. Akse	3. Akse	Lys	Temp	Fugt	Reakt	Kvælst	Sk.inde x	Høj- de>3*	Høj- de<3*	Succ_- stf*	
Alder	1																		
pH	-0.67	1																	
Antal>3	0.23	-0.15	1																
Antal<3	0.02	-0.04	0.17	1															
Vedmasse	0.41	-0.29	0.45	-0.01	1														
Afstand_frøkilde	0.62	-0.27	-0.12	0.02	-0.12	1													
1. Akse	-0.28	0.54	0.21	0.13	0.25	-0.32	1												
2. Akse	0.62	-0.65	0.51	0.08	0.47	0.07	-0.08	1											
3. Akse	0.50	-0.28	0.14	0.05	0.18	0.41	-0.15	0.32	1										
Lys	-0.49	0.25	-0.53	-0.14	-0.67	0.04	-0.45	-0.67	-0.31	1									
Temperatur	-0.32	0.19	-0.25	0.14	-0.41	-0.06	-0.31	-0.50	-0.06	0.49	1								
Fugtighed	-0.01	0.28	0.09	0.12	0.14	0.02	0.67	-0.06	-0.03	-0.27	-0.48	1							
Reaktion	-0.36	0.51	0.15	0.11	0.11	-0.38	0.78	-0.18	-0.19	-0.24	-0.10	0.44	1						
Kvælstof	-0.32	0.46	0.20	0.09	0.20	-0.36	0.90	-0.06	-0.33	-0.34	-0.33	0.62	0.74	1					
Skovindex	0.55	-0.33	0.54	0.12	0.67	0.03	0.38	0.74	0.37	-0.96	-0.52	0.24	0.15	0.26	1				
HøjdeTræ&Busk>3*	0.47	-0.40	0.82	0.53	0.89	0.04	0.18	0.69	0.21	-0.66	-0.50	0.23	0.05	0.20	0.65	1			
HøjdeTræ&Busk<3*	0.53	-0.35	0.40	0.26	0.42	0.14	0.06	0.51	0.03	-0.41	-0.21	-0.05	0.04	0.06	0.43	0.38	1		
Successionsstadie*	0.56	-0.43	0.86	0.68	0.86	-0.08	0.09	0.69	0.40	-0.72	-0.42	0.16	0.04	0.12	0.69	0.78	0.38	1	

Sammenhængen mellem successionsstadiet og alder

Ved at sammenligne de to diagrammer i Figur 7 (84 Prøvefelter- Alder) og (84 Prøvefelter- Successionsstadiet) ses det at der ikke er en simpel og entydig sammenhæng mellem de forskellige successionsstadier og alderen. Udviklingen og overgangene mellem de forskellige successionsstadier og alder er ikke lineær. Forskellige begivenheder som indvandringen af gyvelkrat kan forsinke successionen mod total skovdække.

Afstand til frøkilde

Afstanden til nærmeste potentielle frøkilde har i projektets specifikke feltundersøgelser vist sig at være af mindre betydning for prøvefeltets artssammensætning. De to vigtigste gradienter i materialet er jordbundsforhold og alderen. Det viser sig imidlertid at 3. akse er korreleret med afstand til frøkilde og alder (se i øvrigt afsnittet "Afstand til frøkilde").

Træerne

I Tabel 4 ses de 10 mest betydningsfulde vedplanter som er fundet på de 84 prøvefelter for så vidt angår vedmasse. Kun fyr (skovfyr), ær, ask, eg og birk har nogen større betydning. Det er samtidig nogenlunde de arter der dominerer antallet større end 3 cm i dbh. (Tabel 5). Ser man på antallet i alt, bemærker man at de 4 hyppigste arter er vindsprede arter som f.eks. birk og ær (Tabel 6). Bidskader er især registreret på eg, ask, ær, alm. røn og tjørn (Tabel 7).

Tabel 4. De 10 vigtigste arter hvad angår vedmasse

Art	Vedmasse
Fyr	55
Ær	38
Ask	32
Eg	31
Birk	23
Seljepil	7
Sitka	3
Prunus sp.	3
Æble	3
Almindelig røn	2

Tabel 5. De 10 vigtigste arter med hensyn til antal > 3 cm i diameter

Art	Antal
Fyr	670
Ask	227
Birk	154
Ær	124
Almindelig hylde	98
Eg	69
Tjørn	58
Grå pil	43
Almindelig røn	38
Seljepil	33

Tabel 6. De mest betydningsfulde træarter med hensyn til antal uanset diameter

Art	Antal
Birk	6.432
Ær	3.345
Fyr	911
Ask	486
Gyvel	386
Eg	380
Almindelig hyld	228
Tjørn	213
Grå pil	204
Almindelig røn	193

Tabel 7. De 10 arter med hyppigst registrerede bidskader

Art
Eg
Ask
Ær
Almindelig røn
Tjørn
Birk
Seljerøn
Fuglekirsebær
Seljepil
Almindelig hyld

7. Forskellige træarters potentiale og mulighed

Artssammensætning og i nogen grad forløb og omfang af en naturlig tilgroning vil indlysende nok være stærkt afhængig af de frøkilder o.l. der er til stede i nærheden.

Langt de fleste arter fra skov og landskab (dvs. levende hegn, fritstående træer, haver, vildtplantninger, krat osv.) vil være på tale som potentielle kolonisorer, først og fremmest gennem frøspredning, men også ved hjælp af rodsrud o.l. Kun få arter er ikke-spredende (f.eks. visse poppelkloner, bl.a. landevejspoppel, *Populus x canadensis*).

Træetablering på et areal kan ske langsomt ved randforskydning fra eksisterende skov eller hurtigere ved langdistancefrøspredning. Randforskydning sker ved kortdistancefrøspredning og evt. rodsrud og fremmes af at opvæksten kan ske nogenlunde beskyttet af den eksisterende vegetation. Jo mere skovbryn der er på en lokalitet i forhold til hele arealet, jo mere vil randforskydningen bidrage til skovetableringen. De forskellige arter har forskellige fortrin gennem deres forskellige spredningsformer, ligesom deres frøspætningsalder spiller en vigtig rolle i selve koloniseringen efter de første etableringer (Tabel 8). Det er indlysende at en art kun kan slå an på en lokalitet hvis: 1) den er i stand til at sprede sig dertil, 2) de rette miljøforhold er til stede samt 3) konkurrenter, prædatorer og parasitter tillader det. Men det er klart at jo flere frø af en given art der falder på det pågældende areal, desto større er chancen for at en etablering kan finde sted.

Frøspredningen er forskellig fra art til art, men det er en generel opfattelse at vindspredte arter ankommer først til et areal og dernæst fugle- og pattedyrspredte arter. Tabel 8 giver en oversigt over art, formeringsform, formeringsalder og maksimal frøspredningsafstand hos de vigtigste danske vedplanter som vil kunne komme på tale ved naturlig tilgroning af markarealer. Ud over de her anførte spredningsformer har spredning med vand en væsentlig betydning for enkelte arter, bl.a. for rødæl. Som det fremgår har arter med fuglespredte frø og små vindspredte frø den største mulighed for fjernkolonisering af opgivne marker.

Generelt er der også meget store forskelle i arternes anslags- og etableringssevne under forskellige forhold, bl.a. under forskellige jordbunds-, fugtigheds- og konkurrenceforhold.

Groft set skønnes frø af arter som bl.a. bævreasp og seljepil at have langt bedre etableringssevne på opgivne marker end generelt på eksempelvis naturarealer og renafdrifter, mens det omvendte lader til at være tilfældet for eksempelvis rødgran, sitkagran og alm. røn.

Tabel 8. Oversigt over træ- og buskarter af betydning ved naturlig skovrejsning i Danmark. Angivelserne bygger på personlige erfaringer (PFM) og generelle litteraturoplysninger. Der er tale om generelle gennemsnitstal som selvfølgelig kan udvise meget store lokale variationer fra år til år som følge af jordbundsforhold, bonitet, lysstilling, vindforhold og tilfældigheder som f.eks. kombinationen af modernt frø og stormepisoder eller store forekomster af aktive frøspredere. For spredningsformen angiver: 0: ingen betydning, x: nogen betydning, xx: stor betydning, xxx: meget stor betydning.

Art	Rod-skud o.l.	Frøsætningsalder Fri/skov	Vindspredte frø	Fuglespredte frø	Anden dyrespredning af frø	Spredningsafstand med frø i meter
Træer						
Ask, <i>Fraxinus excelsior</i>	0	20/30	x	x	0	100
Avnbøg, <i>Carpinus betulus</i>	0	15/30	x	x	x	10-20
Birk, Dun-, <i>Betula pubescens</i>	0	10/20	xx	0	0	300
Birk, Vorte-, <i>B. verrucosa</i>	0	10/20	xx	0	0	300
Bævreasp, <i>Populus tremula</i>	xxx	15/20	xxx	0	0	>1000
Bøg, <i>Fagus sylvatica</i>	0	25/40	0	xx	x	20 til >1000
Eg, Stilk-, <i>Quercus robur</i>	0	10/30	0	xx	x	20 til >1000
Eg, Vinter-, <i>Q. petraea</i>	0	15/40	0	xx	x	20 til >1000
El, Rød-, <i>Alnus glutinosa</i>	0	10/20	xx	x	0	100
El, Hvid-, <i>A. incana</i>	xxx	15/20	xx	x	0	100
Elm, Storbl., <i>Ulmus glabra</i>	0	10/20	xx	x	0	100
Fyr, Skov-, <i>Pinus sylvestris</i>	0	10/30	xxx	x	x	200
Fyr, Bjerg-, <i>P. mugo</i>	0	10/20	xx	x	x	200
Gran, Rød-, <i>Picea abies</i>	0	15/30	xxx	x	x	200
Gran, Sitka-, <i>P. sitchensis</i>	0	10/30	xxx	x	x	200
Gråpoppel, <i>P. canescens</i>	xxx	ikke fertil	0	0	0	-
Hassel, <i>Corylus avellana</i>	0	10/10	0	x	xx	5 til >1000
Kirsebær, Fugle-, <i>Prunus avium</i>	xx	10/20	0	xxx	xx	>1000
Kirsebær, Sur-, <i>P. cerasus</i>	xx	10/-	0	xxx	xx	>1000
Lind, Småbl., <i>Tilia cordata</i>	(x)	25/40	xx	x	x	100
Navr, <i>Acer campestre</i>	0	15/20	xx	x	0	50 - 200
Røn, alm. <i>Sorbus aucuparia</i>	xx	10/20	0	xxx	xx	>1000
Røn, Selje-, <i>S. intermedia</i>	0	10/-	0	xxx	xx	>1000
Skovabild, <i>Malus sylvestris</i>	(x)	10/25	0	xx	xx	>1000
Spidsløn, <i>Acer platanoides</i>	0	10/25	xx	x	0	50 - 200
Æble, <i>Malus sp.</i>	0	10/-	0	xx	xx	>1000
Ær, <i>Acer pseudoplatanus</i>	0	10/20	xx	x	0	200
Buske						
Dunet gedeblad, <i>Lonicera xylosteum</i>	0	5/-	0	xxx	0	>1000
Ene, <i>Juniperus</i>	0	15/-	0	xx	x	>1000
Gyvel, <i>Sarothamnus scop.</i>	x	5/-	0	?	x	20
Hvidtjørn, <i>Crataegus spp.</i>	x	10/-	0	xxx	x	>1000
Hyld, alm. <i>Sambucus niger</i>	(x)	5/5	0	xxx	xx	>1000
Hyld, Drue- <i>S. racemosus</i>	0	5/5	0	xx	x	>1000
Hæg, Alm., <i>Prunus padus</i>	x	5/15	0	xxx	xx	>1000
Hæg, Glansbladet, <i>P. serotina</i>	x	5/-	0	xxx	xx	>1000
Kvalkved, <i>Viburnum opulus</i>	x	10/-	0	xx	0	>1000
Mirabel, <i>Prunus cerasifera</i>	x	10	0	xxx	xx	>1000
Pil, Grå-, <i>Salix cinerea</i>	x	5/-	xxx	0	0	>1000
Pil, Selje-, <i>S. caprea</i>	x	5/15	xxx	0	0	>1000
Pil, Øret, <i>S. aurita</i>	x	5/-	xxx	0	0	>1000
Roser, <i>Rosa spp.</i>	0/xx	5/-	0	xxx	x	>1000
Slåen, <i>Prunus spinosa</i>	xxx	5/-	0	xxx	xx	>1000
Syren, <i>Syringa vulgaris</i>	xx	5/-	x	0	0	10
Tørst, <i>Frangula alnus</i>	0	5/10	0	xxx	xx	>1000

8. Danske erfaringer med naturlig tilgroning

Vorsø

Vorsø er en ø på ca. 63 ha, beliggende i Horsens Fjord. Vorsø er den største og mest velundersøgte tilgroningslokalitet på den østdanske muldjord. Det er en sjældenhed både nationalt og internationalt at så store lokaliteter på relativ god landbrugsjord ligger urørt. Adskillige personer er igennem de sidste 60-70 år blevet tiltrukket af øens naturlige tilgroning hvilket har ført til talrige både danske og internationale publikationer (Wiinstedt 1938, Müller & Nielsen 1953, 1964, Jessen 1968, Löhr & Nielsen 1975, Adersen 1978, Nielsen & Jensen 1979, Lorenzen 1982, Sørensen & Lund-Hansen 1991, Dal m.fl. 1991, Dal & Fabricius 1995, Halberg 1982, 1984, 1993, 1994, 1996, Nitschke 1997). På store dele af øen (ca. 26 ha) blev landbrugsdriften opgivet i 1928, og jorden har ligget urørt siden. På andre arealer (ca. 15 ha) blev landbrugsdriften først opgivet i 1978. Successionsforløbet efter landbrugsdriftens ophør i 1938 kan meget forsimplet opdeles i: dominans af enårige- og toårige urter \Rightarrow græsland med spredte buske og træer \Rightarrow højstaudesamfund med især gederams og hindbær \Rightarrow dominans af almindelig mangeløv \Rightarrow krat af tjørn, hyld og slåen \Rightarrow ungskov \Rightarrow moden skov. Successionen på de opgivne arealer fra 1978 ser ud til at gennemløbe samme stadier, men det ser ud til at forløbe hurtigere. Om det skyldes øget næringsstofberigelse, vandstandshævning, øget frøpres eller klimatiske ændringer vides ikke.

Følgende er i den righoldige litteratur om Vorsø blevet nævnt som vigtige faktorer som sandsynligvis har fremmet tilgroningen:

- C Blotlagt jord: f.eks. mosegriseaktivitet og harvning (især omkring frømodning).
- C Startbetingelserne, stubmark vs. harvet stubmark.
- C Kort afstand til frøkilde. Negativ sammenhæng mellem frøfald og afstand til frøkilde.
- C Fordelagtig placering af frøkilde i forhold til fremherskende vindretning: Den fremherskende vindretning om efteråret når frøene modnes er vigtig for spredning af træer. Det er således iagttaget at skovmigrationen mod vest er langsom hvorimod den er meget hurtig og effektiv mod øst.
- C Hurtig træetablering er særlig vigtig på den gode jordbund. Planter som trives på den gode jordbund (f.eks. stor nælde, gederams og hindbær), hæmmer frøspiring og etablering af andre arter.
- C Den gode bonitet (sandblandet ler).

Følgende er derimod blevet nævnt som faktorer som eventuelt har hæmmet tilgroningen på Vorsø:

- D Museangreb.
- D Højstaudesamfund. Nitschke (1997) fandt at både ask og ær regenererer bedre i "græspels" sammenlignet med andre højstaudesamfund.
- D Gederams: Der er iagttaget monokulturer som er ældre end 30 år.
- D Rådyrgræsning. Der har i perioder været store populationer af rådyr. Efter bestanden er halveret fra ca. 45 til 15-20 individer, er tilgroningen forøget.

Den masserigeste træart på Vorsø er ær (ahorn), men der er også fundet en stribe andre interessante træarter som er beskrevet af Halberg (1993). På tre

permanente prøvelfelter på blot 20 x 20 m er der i gennemsnit fundet 14 arter af vedplanter under tilgroningsprocessen.

Tilgroningshastighed

Vorsø er et godt eksempel på at naturlig tilgroning er en glimrende skovrejsningsmetode som også kan resultere i vedproduktion. Allerede seks år efter dyrkningsophør er der noteret mandshøje træer på nogle marker (Wiinstedt 1938), og 46 år senere blev det opgjort at skoven havde etableret sig på 26% af arealet (Nielsen & Jensen 1979). På et af prøvelfelterne med skov havde der indfundet sig tæt skov med ær. Bevoksningen er eller har været en af landets masserigeste bevoksninger (på ca. 50 år) med en vedproduktion der overstiger produktionen på mange forstligt etablerede og passede bevoksninger (Tabel 9). Over en 20 års periode fra 22-42 år er der registreret en tilvækst på 17,7 m³/ha/år. Det skal dog pointeres at denne udvikling kun har fundet sted på 53% af arealet (egen opgørelse, se Figur 2). Det er en udbredt opfattelse at opbygningen af den relativt store træbiomasse på Vorsø er helt unik og opstået ved en række tilfældige hændelser. Det drejer sig om ahorn med modne frugter, en efterårsstorm og jordbehandling på en opgiven kornmark som er baggrunden bag denne massive opvækst. Om det hele er tilfældigt og unikt, kan der dog rejses spørgsmål ved. Om efteråret ved frømodning forekommer der stort set altid efterårsstorme. På en kornhøstet mark som er nabo til en blandskov med mange vindspredte træarter, findes der i hundredvis af små trækimplanter i stor afstand fra skoven. Efterårsharvning er ligeledes et velkendt fænomen i det danske landskab. Processen som er foregået på Vorsø, og som har ført til en kraftig vedmasseopbygning, kan således ske i de fleste danske landskaber. Det unikke på Vorsø var at landbrugspligten ophørte på arealet.

Tabel 9: Vedmasseopgørelse på prøveflade D XI.
Data fra Löhr og Nielsen (1975)¹,
*Dal & Fabricius² (1995)

Alder	Totalmasse (m ³ /ha)
22 ¹	135
32 ¹	275
42 ¹	490
52 ²	752
62 ²	850

Biologiske perspektiver

Som det fremgår af ovenstående, så er der på bare 50 år etableret en tæt bevoksning af ær på en stor del af arealet. Urtevegetationen i bunden af denne monobestand af ahorn er botanisk set uinteressant. Diversiteten er ekstremt lav hvilket primært skyldes den lave lysintensitet. Denne mørke del af bevoksningen adskiller sig ikke (endnu) fra forstligt etablerede bevoksninger. De biologiske fordele ved denne skovrejsningsmetode er derfor at nogle delområder bliver holdt lysåbne i længere tid end ved traditionelle skovrejsningsmetoder. Der findes således en større habitatheterogenitet som resulterer i en større artsdiversitet. Et tilfældigt placeret prøvelfelt fra vores dataindsamling i 2000 viste således et sjældent højstaudesamfund. Her fandtes således tre arter af perikon hvoraf den ene (bjergperikon) er temmelig sjælden (Hansen 1993).

Nørholm Hede

På Nørholm Hede som dels består af gamle dyrkningsarealer og dels udyrkede områder, er successionen fra lynghede mod revlinghede, græshede og mod skov forløbet frit i ca. 100 år. Forløbet af successionen kendes over det meste af dette tidsrum gennem langtidsundersøgelser startet i 1921. Undersøgelserne består af en analyse af floraprøveflader samt analyser af træindvandringen (Oppermann & Bornebusch 1930, Bornebusch 1938, 1952, Løfting & Sheurer 1963, Holmsgaard 1986, Binding 1997 og Frandsen 1997). Undersøgelserne gør i dag Nørholm Hede til et undersøgelsesområde af international forskningsmæssig betydning inden for hedesuccession og naturlig trætilgroning.

Nørholm Hede består ikke blot af gammel hede, men også af forskellige tilgroningsstadier efter dyrkning. Således har hovedparten af den vestlige del af heden tidligere været opdyrket gennem århundreder og endelig opgivet i 1870'erne. Omkringliggende arealer har været dyrket i kortere tid enten i form af kortvarige dyrkninger eller i form af langvarige dyrkninger opgivet før 1770'erne. Efter al dyrkning blev opgivet, græssedes området endnu nogle tiår af kvæg samt nogle får med en lav intensitet. Kvæggræsningen blev opgivet i 1890'erne. Siden da har området ligget i fri succession.

Frøkilderne til spredning af træer på heden er Nørholm Skov vest for Varde, Parken omkring godset samt et bjergfyrhegn rejst langs hedens syd- og østgrænse. Hovedresultatet af træindvandringen er at den initielle fase stort set er eksponentiel for samtlige træarter. Birk og bjergfyr er de dominerende arter for arealet som helhed. Af stor betydning antalmæssigt er også eg, skovfyr, røn og tørst. Fordoblingstiden med hensyn til antal er for de betydende træarter omkring 8–12 år (Tabel 10). På det tidligere dyrkede areal er birk så absolut hovedtræarten med bjergfyr, eg, bævreasp, røn og skovfyr som vigtig indblanding. Træarterne kan opdeles i flere grupper. Bævreasp er helt speciel. Den fandtes som den eneste træart i større antal på heden fra starten. Den breder sig klonvis med udløbere. Derimod ser nyspiring af arten ud til at være en ret sjælden begivenhed. Bævreasp har derfor en meget ringe fordoblingstid.

Bjergfyr, skovfyr og andre nåletræarter spredes med vinden, men ikke ret langt. De har evne til at spire trods noget vegetationsdække, men foretrækker blotlagt mineraljord (Henriksen 1988). Disse arter – og specielt bjergfyr – breder sig som en front ind over heden.

Birk producerer mange små og lette frø og stiller krav om nøgen jordbund for at spire. Birken har specielt spredt sig til steder med tidligere grusgravning, på afbrændte flader og langs bredden af temporære søer langt ude på heden. For det enkelte delareal ses en meget springvis udvikling, men for området som helhed er udviklingen eksponentiel. Øret pil er en anden art der ligner birken ved også at reagere mest på forekomst af et egnet substrat.

Eg, røn og tørst spredes i høj grad med fugle og pattedyr. De kommer især der hvor der i forvejen er andre træer. Både eg og røn bides samtidig meget stærkt og når der først er sket en tilgroning med birk, er det meget få af disse der vil kunne gro op. Der vil komme flere og flere, men de vil forblive små. Kombinationen af øget frøspredning og øgede bidskader giver en meget skæv størrelsesfordeling med mange små individer og få store. Uden beskyttelse fra ammetræer kan eg således findes som meget gamle individer på under 50 cm's højde. Med nåletræer som amme har de større chance for at undgå rådyrenes bid og vokse op.

Successionen starter således med bjergfyr eller birk alt efter jordbundsforholdene og hvor åben vegetationen er. Næste trin efter bjergfyr er en bland-skov med eg, birk, røn, tørst m.fl. og efter birk et egekrat med tørst i bunden.

Kronen fra en falden birk eller fyr beskytter egne mod vildtbid således at de kan komme over bidhøjde. Både bøg og ædelgran foryrer sig villigt under egen, men er endnu meget fåtallige. Fordoblingshastigheden for bøg og ædelgran er meget usikkert bestemt, men ligger på omtrent samme lave niveau som eg.

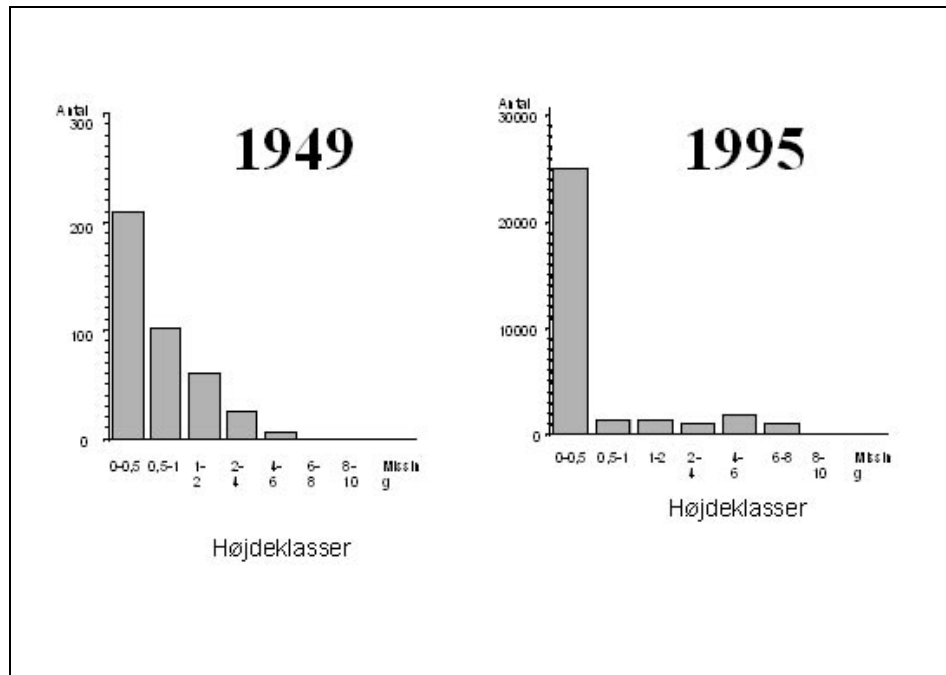
De vigtigste successionsforløb er således: Græsland med spredte dværgbuske => hede => bjergfyr => blandskov med eg, birk, røn => eg? => bøg / ædelgran?

Tilgroningen på de tidligere dyrkede arealer synes i højere grad end på heden at være afhængig af forstyrrelser af vegetationsdækket. Det mest åbne område på heden er et tidligere dyrket areal. Men det er også på de dyrkede arealer de mest skovtilgroede arealer findes. Det gælder således de arealer der er tilgroet hvor vegetationsdækket har været brudt som følge af grusgravning samt de områder som har været udsat for brand.

Nørholm Hede er undersøgt i forbindelse med dette projekt, og de forskellige successionsstadier kan ses på Figur 2.

Tabel 10. Tæthed og fordoblingstid for de almindeligste træarter (træartsgrupper) på Nørholm Hede inden for det dyrkede areal.

Art	Antal/ha i 1995	Fordoblingstid	Kommentar
Birk	230	13,4	
Eg	98	6,9	
Bævreasp	41	15,0	
Gran	5	12,2	
Tørst	20	6,4	
Røn	23	10,2	
Bjergfyr	125	9,1	(efter 1949)
Skovfyr	68	11,9	



Figur 8. Højdefordeling af eg 1949 og 1995.

Faktorer, som har fremmet tilgroning

- C Forstyrrelser af vegetationsdækket (brand, grusgravning). Dette gælder især birk.
- C Nærhed til frøkilde. Dette gælder især bjergfyr.
- C Facilitering. Tilgroning er selvforstærkende. Bjergfyr tiltrækker fugle der spreder frø og kan virke som amme.

Følgende viser sig at hæmme tilgroningen

- D En tæt græsvegetation af bølget bunke.
- D Rådyrgræsning (specielt eg og røn). Græsningseffekten stiger med tilgroningen.

Molslaboratoriet

I forbindelse med forskningsaktiviteter på Molslaboratoriet blev et tidligere lyngdomineret hedeareal på omkring to hektar nulstillet i 1981. Det var en 60 årig hede som således blev opdyrket og konverteret til rugmark i to år. Herefter blev arealet efterladt og har ligget urørt med naturlig succession i 18 år (Rehfeldt 1999). Vegetationen er løbende registreret, både før og efter kultiveringen. På arealet er der foregået en succession hvor en række forskellige successionsstadier findes side om side. Agerjorden med tilhørende en- og toårige arter er dog forsvundet fra arealet, men følgende ses stadig: græs-, lyng-, gyvel- og fyrrekratdominerede plantesamfund. Af træer og buske er skovfyr, stilkeg, ene og gyvel indvandret på arealet. Arealet er undersøgt i forbindelse med dette projekt, og de forskellige successionsstadier kan ses på Figur 2.

Følgende viser sig at fremme tilgroningen
C Nærhed til frøkilde.
C Øget frøpres i dag i forhold til tidligere.

Følgende viser sig at hæmme tilgroningen
D Gyvelkrat.
D Mostæppe.
D Hare- og rådyrgræsning.

Tilgroningsarealer på Djursland, Holst 1987

I 1986 undersøgte Holst (1987) vegetationsudviklingen på femten opgivne landbrugsarealer på Djursland. Han beskriver fire mulige successionsforløb på disse sandede lokaliteter (græslands-, vindbruds-, lynghede- og fyrretilgroningen) som har hver sine successionsstadier og med en del overlap.

- En forsimpning af successionsforløbet efter dyrkningsophør: enårig vegetation \Rightarrow flerårige græs og urtesamfund \Rightarrow gyvel- eller fyrrekrat \Rightarrow fyrreskov.
- Ved vindbrud ses andre indledende stadier: sandskægstadiet \Rightarrow håret høgeurtstadiet \Rightarrow evt. græslandsstadie \Rightarrow skovfyrkrat eller gyvelkrat \Rightarrow fyrreskov.
- I specielle tilfælde ses en lynghedetilgroning som kan starte med sandskægstadiet som udvikler sig til lyng/græsstadier \Rightarrow evt. græsdominans \Rightarrow krat \Rightarrow skov.

Rapportens diskussionsafsnit har fokus rettet mod udviklingen i græs- og urtevegetationslaget, og det konkluderes at der på 25 til 40 år etableres botanisk set værdifulde habitater på de undersøgte tørre sandede marginaljorde på Djursland. Som eksempel på botaniske værdier nævnes fund af lyngstar, enghavre og almindelig månerude.

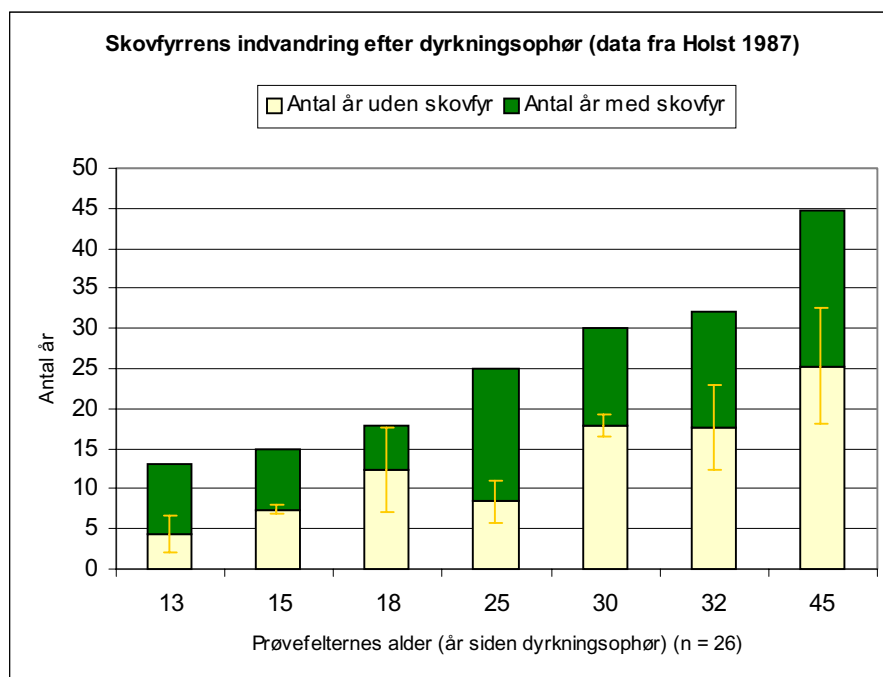
Rapporten indeholder særskilte registreringer af vedplanter højere end urtevegetationslaget samt registreringer af alderen på skovfyr. Skovfyr viser sig at være det træ som indvandrer på størsteparten af arealerne. Dog primært på de arealer som henføres til vindbrudsvegetationstyperne (Holst 1987). At det primært er i vindbrudsvegetationstyperne og ikke i græslandsvegetationstyperne, kan skyldes at skovfyrrens muligheder for spiring og etablering er størst på blotlagt mineraljord (Henriksen 1988). Holst rapporterer ikke særskilte analyser af sine vedplantedata hvorfor vi har foretaget efterfølgende dataanalyse. J. Holst foretog vegetationsundersøgelser på i alt 40 prøvefelter fordelt på 15 lokaliteter. (Vi har her udeladt tre prøvefelter. To felter fordi de var placeret på et 100 år gammelt areal der havde været fåregræsset de første 60 år, og et felt fordi det var placeret på et areal med plantet skovfyr). Analyserne viser at der i 1986 var indvandret vedplanter på 30 af i alt 37 prøvefelter med alderen 1 til 45 år. (De syv prøvefelter hvor der ikke var registreret vedplanter i 1986 omfatter fem felter som kun havde ligget i ét til otte år samt to felter som var placeret på en sandbanke dannet ved en sandstorm midt i 1940'erne). På 26 af de 37 prøvefelter, med en alder på 2-40 år, var der indvandret skovfyr i 1986. I 2000 var skovfyr etableret på yderligere fire prøvefelter (denne rapport) hvilket giver en skovfyrindvandring på 30 ud af 37 prøvefelter.

Det fremgår at tilgroningen med skovfyr er foregået hurtigere på de yngre arealer sammenlignet med de ældste arealer idet de ældste felter tilsyneladende har ligget længere tid uden skovfyr end de yngre felter (Figur 9). Efterfølgende statistisk analyse af data viser da også en signifikant positiv kor-

relation mellem prøvefelternes alder og antal år uden skovfyr (Spearmans $\rho = 0,71$, $p = 0,0004$). Det skyldes sandsynligvis at landskabet har ændret sig i denne periode. Der er sket en kraftig tilgroning af landskabet (Niels-Christiansen 1985) hvilket har betydet mindre sandflugt end tidligere og et større træfrøkildepotentiale. Derudover er der sket en generel næringsberigelse af landskabet.

Det er velkendt at jordbundsforhold også har betydning for tilgroningshastigheden. Til belysning af denne sammenhæng mellem tilgroningshastigheden og tilgængeligheden af vand og næringssalte har vi beregnet Ellenbergs indikatorværdier (Ellenberg m. fl. 1992) for hvert af de 26 prøvefelter. Analyserne indikerer at jo længere tid et areal har ligget inden skovfyr er etableret, jo lavere er tilgængeligheden af vand og kvælstof - bedømt på baggrund af vegetationens artssammensætning i 1986 (Spearmans $\rho =$ hhv. $-0,49$ og $-0,40$; $p =$ hhv. $0,0141$ og $0,0452$). Det betyder at tilgroningen foregår langsommere på de mest tørre og næringsfattige arealer sammenlignet med de lidt mere fugtige og næringsrige arealer. Tilgængeligheden af vand og næringssalte der også afspejler arealernes sandflugtshistorie, kan dog kun delvis forklare de varierende etableringstider. Afstanden til fertile skovfyr i det omgivende landskab har sandsynligvis stor betydning for tilgroningsmønstret. Holst (1987) skriver således at tilgroning med skovfyr kun sker hvor frøsættende skovfyr findes inden for en radius af ca. 200 meter. Ud over skovfyr er der indvandret følgende arter af træer og buske på de undersøgte arealer: gråel, vortebirk, dunbirk, alm. hvidtjørn, engriflet hvidtjørn, gyvel, bøg, ene, skovæble, rødgran, hvidgran, mirabel, surkirsebær, pære, stilkeg, vintereg, arter af rose, seljepil, gråpil, alm. hyld, druehyld, alm. røn og seljerøn.

I forbindelse med denne rapport blev der på otte af de femten lokaliteter J. Holst undersøgte i 1986 foretaget vegetationsundersøgelser i 27 prøvefelter. For 11 prøvefelters vedkommende var det muligt at lokalisere og genundersøge nøjagtigt de samme felter som i 1986 (Hansen m.fl. 2001 submit).



Figur 9. Søjlediagrammet viser de aritmetriske middelværdier af *antal år uden og med skovfyr* sammenholdt med prøvefelternes alder. Standardfejlen (SE) på middelværdien af antal år uden skovfyr er angivet.

Faktorer som ifølge undersøgelsen af opgivne landbrugsarealer på Djursland ser ud til at kunne fremme tilgroningen

- C Kort afstand til frøkilde (mindre end 200 m).
- C Eutrofiering (Hansen m. fl. 2001).
- C Jordeksponering ved jordboende pattedyr.

Faktorer som nævnes at kunne hæmme tilgroningen

- D Sandflugt.
- D Græsvegetation.
- D Dårlig bonitet.

Karup Hede

Degn (1987, 2001) har over en periode på 22 år (1976-1997) undersøgt successionen på en opgivet mark der på begge langsider er omgivet af hede domineret af hedelyng, revling og tyttebær. Marken er beliggende på det militære område ved Flyvestation Karup i Midtjylland. Før marken blev opgivet, havde den været dyrket i mere end 60 år. Ved dyrkningsophør blev marken efterladt i pløjet og harvet tilstand. Successionsforløbet de første 22 år er noget forsimplet: dominans af enårige urter \Rightarrow dominans af flerårige græsser og urter \Rightarrow begyndende dominans af dværgbuske. Der var i 1997 endnu ikke indvandret vedplanter på arealet ud over dværgbuskene hedelyng og revling. Dette selvom forekomsten af bjergfyr gennem de senere år af undersøgelsesperioden øgedes nord for arealet. Degn (2001) konkluderer at naturlig succession på opgivne marker nær hede har adskillige fordele, herunder en varieret flora- og faunasammensætning, idet planter og dyr der ikke findes på hverken marker eller i heder får mulighed for at etablere sig i de forskellige stadier af successionsforløbet. Degn (2001) foreslår opdyrkning af mindre hedearealer i en kortere årrække idet en mosaik af successionsstadier med forskellig alder vil sikre biotoper for langt flere arter end et helt landskab dækket af hedelyng (Degn 2001).

I forbindelse med denne rapport blev der foretaget vegetationsundersøgelser i to prøvefelter på samme areal som H. J. Degn har undersøgt. Der var i 2000 stadig ikke indvandret vedplanter på arealet, men da der forholdsvis tæt på arealet findes både bjergfyr, skovfyr, stilkeg, bævreasp og birk, er det højst sandsynligt kun et spørgsmål om tid før en eller flere af disse arter vil indfinde sig på arealet.

Militære områder

På en række af de militære arealer spiller naturlig tilgroning en stor rolle. Men tilgroningen har kun været undersøgt detaljeret på Høvelte Kassernes arealer ved Sjælsø (Madsen 1998). Udgangspunktet har været vedvarende græsarealer hvilket falder uden for projektets arbejdsområde. De vigtigste træarter har været fuglespredte arter: kirsebær, hvidtjørn, stilkeg, alm. røn og hyld. Tilgroningsprocessen er i høj grad selvforstærkende idet mange arter især spreder sig på de arealer der skygges af pionervegetationen f.eks. hvidtjørn.

Midt- og vestjydske brakarealer. Mogensen 1994

I 1993 undersøgte Mogensen (1994) vegetationsudviklingen på tørre, sandede opgivne marker i Midt- og Vestjylland. Undersøgelserne omfatter 13 marker fordelt på otte lokaliteter hvoraf syv lokaliteter ligger i umiddelbar

nærhed af hede. Markerne har ligget fra to til 40 år siden dyrkningsophør, og undersøgelserne viser at der inden for denne tidshorisont kan etableres værdifulde botaniske lokaliteter (Mogensen 1994). Der blev registreret indvandring af arter af træer og buske på alle arealer bortset fra én af de to-årige marker. Indvandringen var hovedsageligt sket fra levende hegn og plantager i umiddelbar nærhed af markerne. De registrerede træer og buske omfatter vortebirk, engriflet hvidtjørn, ene, hvidgran, bjergfyr, skovfyr, bævreasp, mirabel, alm. hæg, glansbladet hæg, slåen, stilkeg, arter af rose, øret pil, krybende pil, alm. hyld, gyvel, alm. røn og seljerøn. Kronedækningsgraden af disse arter udgjorde meget mindre end 1 procent på de to til otte-årige marker og mindre end 1% på to16-årige samt på en 30-årig mark. På to 11-årige marker samt på en 40-årig mark udgjorde kronedækningsgraden 5-10 procent. Den store variation i kronedækningsgrad sammenholdt med markerens alder viser at andre faktorer end arealernes alder har betydning for vedplantetilgroningen. Jordbundens næringsindhold ved dyrkningsophør spiller i flg. Mogensen (1994) en væsentlig rolle for vegetationsudviklingen. Markerne ligger på grovsandede jorde hvor næringssalte hurtigt udvaskes, og hvor vegetationsudviklingen i første omgang går mod dominans af dværgbuske som hedelyng og revling. Flere af arealerne er da også braklagt netop med henblik på hedeetablering.

I forbindelse med denne rapport blev der på to af de otte lokaliteter B. Mogensen undersøgte i 1993, foretaget vegetationsundersøgelser i fire prøvefelter (Tabel 1).

Faktorer som i følge Mogensen (1994) ser ud til at fremme tilgroningen

C Nærhed til frøkilde.

C Næringsstofstatus.

Specialer

Der er i de senere år udført en del specialestudier som belyser aspekter af naturlig tilgroning.

Morten Jørgensen 2000, Naturlig tilgroning i statens skovrejsning.

Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Økonomi, Skov og Landskab. Specialet er udført som en interviewundersøgelse omkring anvendelsen af naturlig tilgroning på statens arealer kombineret med en gennemgang af den eksisterende litteratur. Den blotlægger en række reelle og holdningsmæssige barrierer der begrænser anvendelsen af naturlig tilgroning. Rapporten viser også hvordan der er betydelige forskelle i hvordan og med hvilket formål naturligt tilgroning anvendes. I praksis bruges naturlig tilgroning til: at skabe variation, at udvide naturarealer, at tage hensyn til friluftsmål, at undgå investeringer i kulturer på dårlig jord. Derimod bruges naturlig skovrejsning ikke til at skabe produktionsskov. Forvalterne er blevet opmærksomme på naturlig tilgroning som et delelement ved skovrejsningen. Når nye arealer til naturlig tilgroning udpeges, er det væsentligste mål at tage naturhensyn. Ved lokaliseringen udpeges især arealer hvor tilgroningen forventes at være særlig hurtig. Mange viger tilbage for at anvende naturlig tilgroning hvor tilgroningen vil tage lang tid. Det kan støde på modstand fra lokalbefolkningen. Et af de største problemer synes at være at der er en manglende viden om hvordan tilgroning kan tilfredsstille de mange flersidige formål i skovloven. Hvilken rekreativ betydning har f.eks. et tilgroningsareal. Det påpeges at man ved naturlig tilgroning må arbejde med kortsigtede formål, formål på længere sigt og helt langsigtede formål.

Birthe Høgh Andersen. Skovrejsning og succession på opgiven landbrug. Botanisk Institut. Vejleder Henning Adsersen. Projektet undersøger flora-indvandring som følge af skovrejsning. Etablering af vedplanter som følge af frøspredning fra eksisterende frøkilder undersøges også. Der er en sammenhæng med afstanden til frøkilder. Projektet er igangværende.

Jette Andersen. Indvandring af boreal-montane arter til danske klitplantager. Vejleder: Henrik Ærenlund Pedersen, Botanical Museum, og Marianne Philipp, Botanisk Institut. Projektet er igangværende

Upubliceret viden om tilgroningsarealer

Læsø

Læsø har op gennem 1900-tallet udvist en særdeles høj øgning i skovareal - gennem plantning såvel som ved naturlig tilgroning af heder, strandenge og hævet havbund, græstørvsskrællede arealer og opgivne marker - fra en skovandel på få procent i omkring 1920 til over 21% i 1984 og nu skønsvist op mod 30%. Selvom denne tilgroning på mange arealer, navnlig naturarealer imødegås gennem aktiv naturpleje i form af bl.a. græsning og kratrydning, tegner skovarealet til fortsat stigning.

På hedearealer ses overvejende bl.a. skovfyr, stilkeg, vortebirk og alm. røn, og på markarealer der hovedsagelig er sandede, stedvis lerede og varierer fra tørre til fugtige med forholdsvis højtstående grundvandsspejl, kommer bl.a. skovfyr, dun- og vortebirk, bævreasp, stilkeg, rødæl, gråpil, øret pil og pors. Selvom Læsø har en betydelig bestand af rådyr, virker vildttrykket tilsyneladende kun meget lidt hæmmende på træopvæksten.

Faktorer som antages at fremme tilgroningen

- C Stærkt stigende areal og forekomst af træer har stærkt forøget frøproduktionen.
- C De fleste arealer kan nås med vindspredte frø.

Faktorer som antages at hæmme tilgroningen

- D Vildttryk - men tilsyneladende kun i ringe omfang.

Suserup

Suserup Skov på Midsjælland er en klassisk og velundersøgt, gammel urørt skov på knap 20 ha.

Med henblik på en langsigtet udvidelse af det urørte skovareal blev de tilgrænsende marker under den statsejede Suserupgård udlagt til naturlig tilgroning. Det nordlige areal blev dyrket med korn til og med høst 1991 og derefter tilsået med græs med henblik på afgræsning. I perioden 1993-97 (begge år inklusive) blev arealet græsset let i sommermånederne hvorefter det blev lagt urørt.

Det 50 x 50 meter kvadratnet der er etableret i skoven, blev i 1998 forlænget ud over den nordlige mark i et 100 x 100 meter-net, og vedplantetilgroningen har siden 1999 været fulgt af den stedlige statskovfoged, A. W. Hansen, med årlige opgørelser af træopvæksten på et 5 x 5 meter-felt i hvert felt - i alt 9 prøveflader (Hansen 2001).

Frøspredning sker dels fra selve skovens skovbryn af navnlig ask, fra en fritstående ær i sydøstsiden og fra enkelte ege og rødæl i tilknytning til bebyggelse i hhv. den nordlige og nordøstlige del af arealet. Endnu er opvæk-

sten af begrænset omfang. Den tætteste ses i områdets sydøstdel og nærmest skoven, men kimplanter af især ask kan træffes over hele arealet. Ær og ask er de vigtigste, men også stilkeg, bøg, rødæl, birk og hvidtjørn forekommer.

Draved Skov

Draved Skov i Sønderjylland omfatter 250 ha nu urørt skov. Mindre dele med gammel artsrig naturskov af lang vedvarighed har været genstand for videnskabelige undersøgelser siden 1948 (Møller 1987, 2000). I umiddelbar tilknytning til selve Draved Skov er i hhv. 1992 og 1996 udlagt to markarealer, Dravedhus mark (nord for skoven) og Krumpfennen (vest for skoven) på hhv. 4,5 ha og 2,2 ha som urørt skov til naturlig tilgroning. I begge tilfælde ses en stærk udvoksning af bævreasp med rodsrud på skønsvis $\frac{1}{2}$ -1 $\frac{1}{2}$ meter årligt. Desuden forekommer dunbirk, vortebirk, rødæl, stilkeg, seljepil, øret pil, gråpil samt som det mere usædvanlige: frøplanter af småbladet lind.

Faktorer som antages at fremme tilgroningen

- C Kort afstand (højest 50-100 m) til et varieret udbud af frøkilder samt rodsrudskilde (bævreasp) i stort set alle retninger omkring områderne.
- C Højere nedbør end landsgennemsnittet fremmer givetvis frøspiring og etablering.

Faktorer som antages at hæmme tilgroningen

- D Svag hæmning som følge af rådyrbid (i størrelsesordenen nogle år i højdevækst på visse arter og individer).
- D Kørsel og etablering af stormfaldsdepot på arealet.

9. Litteratur

- Adersen, H. (1978): Vorsø's flora. - *Kaskelot* 35: 3-12.
- Anonym. (1994): Skovpolitisk redegørelse. - *DST, Dansk Skovforenings Tidsskrift* 79(2): 211-222.
- Begon, M. & Harper, J.L.; Townsend, C.R.. (1986): Patterns of species richness. - In: Begon, M., Harper, J.L., and Townsend, C.R. (eds.): *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, s. 816-844.
- Binding, T. (1997). Nørholm Hede - Succession eller Pleje? Specialrapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 105 s.
- Bornebusch, C.H. (1938): Nørholm hede. Anden beretning. - *Det forstlige Forsøgs-væsen* 15: 33-80.
- Bornebusch, C.H. (1952): Nørholm Hede, tredje beretning. - *Det forstlige Forsøgs-væsen* 21(1): 1-41.
- Buchwald, E. & Søgaard, S. (2000): Danske naturtyper i det europæiske NATURA 2000 netværk. Skov- og Naturstyrelsen, s. 1-88.
- Buttenschøn R. M. & Buttenschøn, J. (1999). Population dynamics of *Malus sylvestris* stands in grazed and ungrazed, semi-natural grasslands and fragmented woodlands in Mols Bjerge, Denmark. *Ann. Bot. Fennici* 35: 233-246.
- Böcher, T.W. & Jørgensen, C.A. (1972): Jyske dværgbuskheder-Eksperimentelle undersøgelser af forskellige kuturindgrebs indflydelse på vegetationen. - *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter* 19(2): 1-55.
- Børgesen, F. & Jensen, H. (1904): Utoft Hedeplantage. - *Botanisk Tidsskrift* 26(2): 177-220.
- Brown, V.K. & Southwood, T.R.E. (1987): Secondary succession: patterns and strategies. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): *Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London*. Blackwell Scientific Publications, s. 315-337.
- Brunet, J., Falkengren, G.U. & Tyler, G. (1996): Herb layer vegetation of south Swedish beech and oak forests - effects of management and soil acidity during one decade. - *Forest Ecology and Management* 88: 259-272.
- Brunet, J. & von Oheimb, G. (1998): Migration of vascular plants to secondary woodlands in southern Sweden. - *Journal of Ecology* 86: 429-438.
- Cromack, Jr.K. (1981): Below-ground processes in forest succession. - In: West, D.C., Shugart, H.H. & Botkin, D.B. (eds.): *Forest succession. Concepts*

- and application. Springer - Verlag, New York, s. 361-373.
- Dal, T., Fabricius, P. & Nielsen, J. (1991): The forest of Vorsø, Denmark: Succession towards a natural, deciduous boreal forest influenced by breeding cormorants. - *Nord. J. Bot.* 11(6): 641-649.
- Dal, T. & Fabricius, P. (1995): Vorsø Skov V, Registrering af vedvegetationen i skovene og udvalgte prøveflader på Vorsø 1992. Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen; København. s. 1-77.
- Dalsgaard, K., Eriksen, P., Jensen, J. W., Rømer, J. R. (2000). Mellem Hav og Hede - Landskab og bebyggelse i Ulfborg herred indtil 1700. Århus Universitetsforlag.
- Degn, H.J. (1987): Succession på en opgivet mark nær hede. - *Flora og Fauna* 93(1-2): 31-36.
- Degn, H.J. (2001): Succession from farmland to heathland: a case for conservation of nature and historic farming methods. - *Biological Conservation* 97(3): 319-330.
- Departementet & Miljø- og energiministerens besvarelse af spørgsmål nr. 233-244 stillet af Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg (alm del - bilag 595).[Unpublished] (1999)
- Drury, W.H. & Nisbet, I.C.T. (1973): Succession. - *Journal of the Arnold Arboretum* 54(3): 331-368.
- Dzwonko, Z. & Loster, S. (1989): Distribution of vascular plant species in small woodland on the Western Carpathian foothills. - *Oikos* 56: 77-86.
- Dzwonko, Z. & Loster, S. (1992): Species richness and seed dispersal to secondary woods in southern Poland. - *Journal of Biogeography* 19: 195-204.
- Edwards, P.J. & Gillman, M.P. (1987): Herbivores and plant succession. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications, s. 295-314.
- Ejrnæs, R., Hansen, H.A., Henningsen, A.C., Klausen, B. & Vinther-Larsen, K.M. (1991): Skovrejsning. Biologisk projektarbejde. Københavns Universitet, København. s. 1-31.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - *Scripta Geobotanica* XVIII
- Fenner, M. (1987): Seed characteristics in relation to succession. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications, s. 103-114.
- Frandsen, B. L. (1997). Langtidssuccessionsmønstre på Nørholm Hede. Specialrapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 134 s.

- Frandsen, B. L, Binding, T. & Riis-Nielsen, T. (under forberedelse). Nørholm Hede, 6. Beretning. En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning.
- Grashof, B.C. (1997): Forest species in an agricultural landscape in the Netherlands: Effects of habitat fragmentation. - *Journal of Vegetation Science* 8: 21-28.
- Grubb, P.J. (1987): Some generalizing ideas about colonization and succession in green plants and fungi. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications, s. 81-102.
- Halberg, K. (1982): Botaniske undersøgelser, Vorsø 1981-82. Fredningsstyrelsen, København. s. 1-23.
- Halberg, K. (1984): Ændringen i floraen på 3 prøveflader på opgivet landbrugsjord, reservatet Vorsø 1933-1983. - *Flora og Fauna* 90: 35-43.
- Halberg, K. (1993): Vorsø. Vegetationsudviklingen på naturreservatet 1929-92. Feltstationsrapport. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, København. s. 1-32.
- Halberg, K. (1994): Vorsø - et fristed. - *Kaskelot* 103: 2-31.
- Halberg, K. (1996): Flora og vegetation på naturreservatet Vorsø 1930-1992. - *Flora og Fauna* 101(3/4): 79-100.
- Hansen, A. W. (2001): Pers. medd. vedr. Suserup Skov.
- Hansen, D.N., Aude, E. & Ejrnæs, R. (2001): Nitrogen deposition and landscape changes alter secondary succession in abandoned fields. - *Biological Conservation* submit
- Hansen, K. (1993): Dansk feltflora. Gyldendalske boghandel, Nordisk forlag, København.
- Hermý, M., van den Bremt, P. & Tack, G. (1993): Effects of site history on woodland vegetation. - In: Broekmeyer, M.E.A., Vos, W. & Koop, H. (eds.): 1992. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, s. 219-231.
- Holmsgaard, J.E. (1986): Nørholm hede. Femte Beretning. - *Det forstlige Forsøgsvæsen* 40: 271-357.
- Holst, J. (1987): En undersøgelse af vegetation og flora på opgivne tørre, sandede landbrugsarealer på Djursland. Teknikerrapport nr. 17. Skov- og Naturstyrelsen, København. s. 1-184.
- Honnay, O., Hermý, M. & Coppin, P. (1999): Impact of habitat quality in forest plant species colonization. - *Forest Ecology and Management* 115: 157-170.
- Ibsen, S.R., Jensen, H.E. & Madsen, B. (1996): Skovforvaltning, -et studie over skovrejsningsplanen i forbindelse med muligheden for skovrejsning via successionsskov. Københavns Universitet, Botanisk Afdeling, Biologisk

Projektarbejde. 60 s.

- Jensen, K.M. (1976): Opgivne og tilplantede landbrugsarealer i Jylland. Dansk Kartografisk Selskab,
- Jensen, T.S. & Nielsen, O.F. (1986): Rodent as seed dispersers in a heath - oak wood succession. - *Oecologia* (Berlin) 70: 214-221.
- Jessen, K. (1968): Flora og vegetation på reservatet Vorsø i Horsens Fjord. - *Botanisk Tidsskrift* 63(1-2): 1-201.
- Jørgensen, M. (2000): Naturlig tilgroning i Statens skovrejsning. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Økonomi
- Kiirikki, M. (1993): Seed bank and vegetation succession in abandoned fields in Karkali Nature Reserve, southern Finland. - *Ann. Bot. Fennici* 30: 139-152.
- Kimmins, J.P. (1997): Ecological succession: Processes of change in ecosystems. - In: Kimmins, J.P. (ed.): *Forest ecology*. Macmillan Publishing Company / Collier Macmillan Publishers, New York / London, s. 385-429.
- Leuschner, C. (1994): Walddynamik auf Sandböden in der Lüneburger Heide (NW-Deutschland). - *Phytocoenologia* 22(3): 289-324.
- Lorenzen, H.P. (1982): Sekundær succession på Vorsø. Licentiatafhandling (København). 122 s.
- Lorenzen, H.P. (1987): Plante- og dyrelivet på tørre og sandede arealer. Marginaljorder og Miljøinteresser. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986. Teknikerrapport nr. 16. Skov- og Naturstyrelsen, s. 1-50.
- Lorenzen, H.P. (1988): Indvandringen af vilde planter på Vorsøs marker efter dyrkningens ophør. - In: Meltofte, H. (ed.): *Naturpejlinger. 16 undersøgelser af planter og dyr på danske naturreservater*. Skov- og Naturstyrelsen, København, s. 99-111.
- Löhr, E. & Nielsen, J. (1975): Vorsø skov III. - *Botanisk Tidsskrift* 69(4): 271-290.
- Løfting, E.C.L. & Scheurer, E. (1963): Nørholm hede. Fjerde beretning. - *Det forstlige Forsøgsvæsen* 28: 33-66.
- Madsen, B.M. (1998): Succession fra græsland mod skov. En undersøgelse af vedplanteindvandring og successive ændringer i urteflora og frøbank i et militært øvelsesområde. Økologisk afdeling, Københavns Universitet. 162 s.
- Madsen, J., Asferg, T., Clausager, I. & Noer, H. (1996): Status og jagttider for danske vildtarter. TEMA-rapport fra DMU. Danmarks Miljøundersøgelser, pp 1-112.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967): *The theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, New Jersey.
- McDonnell, M.J. & Stiles, E.W. (1983): The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. - *Oecologia* 56: 109-116.
- McIntosh, R.P. (1981): Succession and Ecological Theory. - In: West, D.C., Shugart, H.H. & Botkin, D.B. (eds.): *Forest succession. Concepts and applica-*

- tion. Springer - Verlag, New York, s. 10-23.
- Miles, J. (1987): Vegetation succession: past and present perceptions. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications, s. 1-29.
- Miljøministeriet, Landbrugsministeriet og Udenrigsministeriet. (1994): Redegørelse til folketinget om en samlet dansk skovpolitik i lyset af Rio- og Helsinki-konferencerne. s. 1-10.
- Mogensen, B. (1994): Succession på opgivne marker. Økologisk Afdeling, Botanisk Institut. 124 s.
- Mortimer, A.M. (1987): Contributions of plant population dynamics to understanding early succession. - In: Gray, A.J., Crawley, M.J. & Edwards, P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. The 26th symposium of the British Ecological Society held jointly with the Linnean Society of London. Blackwell Scientific Publications, s. 57-80.
- Müller, D. & Nielsen, J. (1953): Vorsø skov. - Botanisk Tidsskrift 50: 35-55.
- Müller, D. & Nielsen, J. (1964): Vorsø Skov II. - Botanisk Tidsskrift 60: 58-89.
- Myster, R.W. & Pickett, S.T.A. (1992): Effects of palatability and dispersal mode on spatial patterns of trees in oldfields. - Bulletin of the Torrey Botanical Club 119(2): 145-151.
- Møller, P. F. (1987): Overvågning af naturskov i Draved Skov, Sønderjylland. - Naturovervågning - rapport fra et symposium i Middelfart. Skov- og Naturstyrelsen: 357-362.
- Møller, P.F (2000): Natur og forskning i Draved Skov i fortid, nutid og fremtid. Sønderjysk Månedsskrift 2000/4: 81-93.
- Niels-Christiansen, V. (1985): Udviklingen i de landbrugsmæssige marginaljorder i Danmark. Naturfredningsrådet, s. 1-105.
- Nielsen, J. & Jensen, S.L. (1979): Reservatet Vorsø, urørte skove og opgivne landbrugsarealer. - Dansk Skovforenings Tidsskrift 64: 237-259.
- Nielsen, K.E., Dalsgaard, K. & Schill, H.-P. (1987): Effects on soil of an Oak Invasion of a Calluna Heath, Denmark, 1. Morphology and Chemistry. - Geoderma 41: 79-95.
- Nitschke, M.E. (1997): Ærens og askens reproduktive formåen på Vorsø fredmarker; - en nøglefaktor i ens successionsforløb? Bacheloropgave. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 45 s.
- Nygaard, B., Mark, S., Baattrup-Pedersen, A., Dahl, K., Ejrnæs, R., Fredshavn, J., Hansen, J., Lawesson, J., Münier, B., Møller, P.F., Risager, M., Rune, F., Skriver, J., Søndergaard, M. (1999). Naturkvalitet - kriterier og metodeudvikling. Faglig rapport fra DMU. Miljø- og Energiministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser. 116 s.

- Olsson, E.G. (1987): Effects of dispersal mechanisms on the initial pattern of old-field forest succession. - *Acta Oecologica Oecol. Gener.* 8(3): 379-390.
- Olsson, G. (1984): Old field forest succession in the Swedish West coast archipelago. Doctor of Philosophy Faculty of Science, University of Lund.
- Oppermann, A. & Bornebusch, C.H. (1930): Nørholm skov og hede. - In: Oppermann, A. (ed.): *Det forstlige forsøgsvæsen i Danmark. Beretninger udgivne ved Den Forstlige Forsøgskommission. Den Forstlige Forsøgskommission, København, s. 257-360.*
- Otto, H.J. (1995): Naturlig dynamik som model for skovens dyrkning. - In: Forfang, A.-S., Sørensen, P. & Feilberg, P. (eds.): *Skovbrugets grønne alternativ - en debatbog om naturnær skovdyrkning. Nepenthes forlag, Århus, s. 9-16.*
- Petersen, P. M., (1995). Dåvildtets indflydelse på vegetationen i Maglemose i Gribskov. *Urt* 1995:107-111.
- Petersen, P.M. (1998): Occurrence of Woodland Herbs in an Area Poor in Woodland: NW Zealand, Denmark. - In: Kirby, K. & Watkins, C. (eds.): *The Ecological History of European Forests. CAB international, London, s. 293-300.*
- Prach, K. & Pysek, P. (1999): How do species dominating in succession differ from others? - *Journal of Vegetation Science* 10: 383-392.
- Rasmussen, J.N. (1987): Hedeslette og bakkeøer, arealanvendelse på tørre, sandede jorde. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986. 4. Skov- og Naturstyrelsen, København. s. 1-237.
- Rehfeldt, N. (1999): Vegetation succession after temporary cultivation of a Danish heathland site. - *Natura Jutlandica Occasional papers no. 1: 1-129.*
- Riis-Nielsen, T., Binding, T. & Frandsen, B.L. (1998): Succession og konkurrence på heden. - In: Strandberg, M. (ed.): *Hedens kultur og natur. Rhodos, s. 33-39.*
- Riis-Nielsen, T., Søchting, U., Johansson, M. & Nielsen, P., (1991). *Hedeplejebogen - de danske heders historie, pleje og udforskning. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen 1991: 248 s.*
- Shugart, H.H. (1984): Forest succession. - In: Shugart, H.H. (ed.): *A theory of forest dynamics. The ecological implications of forest succession models. Springer-Verlag, New York, s. 5-27.*
- Skov- og Naturstyrelsen & Forskningscentret for Skov- og Landskab (2000): *De nye skove, viden om skovrejsning. Skov- og Naturstyrelsen.*
- Sørensen, F.B. & Lund-Hansen, L.C. (1991): *Jordbundsundersøgelser på Vorsø 1990 - fredmarker, skove og skarvkolonier. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, s. 1-56.*
- Sørensen, L.D.M. (1998): *Sekundær succession i Vestjyske egekrat. Specialrapport Århus Universitet.*
- Sørensen, M.M. (1998): *Vegetationsanalyse af en succession fra hede til krat. Spe-*

cialerapport Århus Universitet.

- Sørensen, M.M. & Tybirk, K. (2001): Vegetation analysis along a successional gradient from heath to oak forest. - Nord. J. Bot. 20(5): 537-546.
- Sørensen, N.K. & Bülow-Olsen, A. (1994): Fælles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser. - In: Landbrugsministeriet, P. (ed.): Landbrugsministeriet, Plantedirektoratet.
- Tilman, D. (1988): Succession. - In: Tilman, D. (ed.): Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, s. 213-239.
- Wilhelmudvalget, A. (2001): En rig natur i et rigt samfund. Foreløbig publikation til offentliggørelsen den 23. august 2001. s. 1-68.
- Warming, E. (1897): Ekursionen til Skagen i Juli 1896. - Botanisk Tidsskrift 21(1): 59-112.
- West, D.C., Shugart, H.H. & Botkin, D.B. West, D.C., Shugart, H.H. & Botkin, D.B. (eds.) (1981): Forest succession. Concepts and application. Springer Verlag,
- Wiinstedt, K. (1938): Vegetationen paa Vorsø i Horsens Fjord. - Botanisk Tidsskrift 44(3): 260-306.
- Wulf, M. (1997): Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. - Journal of Vegetation Science 8: 635-642.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Havmiljø
Afd. for Mikrobiel Økologi og Bioteknologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

Overvågningssektionen
Afd. for Sø- og Fjordøkologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Vandløbsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

- Nr. 357: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual report for 1999. By Kemp, K. & Palmgren, F. 74 pp. (electronic)
- Nr. 358: Partikelfiltre på tunge køretøjer i Danmark. Luftkvalitets- og sundhedsvurdering. Af Palmgren, F. et al. (Foreløbig elektronisk udgave)
- Nr. 359: Forekomst af "afvigende" isbjørne i Østgrønland. En interviewundersøgelse 1999. Af Dietz, R., Sonne-Hansen, C., Born, E.W., Sandell, H.T. & Sandell, B. 50 s., 65,00 kr.
- Nr. 360: Theoretical Evaluation of the Sediment/Water Exchange Description in Generic Compartment Models (Simple Box). By Sørensen, P.B., Fauser, P., Carlsen, L. & Vikelsøe, J. 58 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 361: Modelling Analysis of Sewage Sludge Amended Soil. By Sørensen, P., Carlsen, L., Vikelsøe, J. & Rasmussen, A.G. 38 pp., 75,00 DKK.
- Nr. 362: Aquatic Environment 2000. Status and Trends – Technical Summary. By Svendsen, L.M. et al. 66 pp., 75,00 DDK.
- Nr. 363: Regulering på jagt af vandfugle i kystzonen. Forsøg med døgnregulering i Østvendssyssel. Af Bregnballe, T. et al. 104 s., 100,00 kr.
- Nr. 364: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 2000/2001 i Danmark. Wing Survey from the 2000/2001 Hunting Season in Denmark. Af Clausager, I. 53 s., 45,00 kr.
- Nr. 365: Habitat and Species Covered by the EEC Habitats Directive. A Preliminary Assessment of Distribution and Conservation Status in Denmark. By Pihl, S. et al. 121 pp. (electronic)
- Nr. 366: On the Fate of Xenobiotics. The Roskilde Region as Case Story. By Carlsen, L. et al. 66 pp., 75,- DKK
- Nr. 367: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 2001. Af Noer, H. et al. 43 s., 60,00 kr.
- Nr. 368: The Ramsar Sites of Disko, West Greenland. A Survey in July 2001. By Egevang, C. & Boertmann, D. 66 pp., 100,- DKK
- Nr. 369: Typeinddeling og kvalitetselementer for marine områder i Danmark. Af Nielsen, K., Sømod, B. & Christiansen, T. 105 s. (elektronisk).
- Nr. 370: Offshore Seabird Distributions during Summer and Autumn at West Greenland. Ship Based Surveys 1977 and 1992-2000. By Boertmann, D. & Mosbech, A. 57 pp. (electronic)
- Nr. 371: Control of Pesticides 2000. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Petersen, K.K. & Christoffersen, C. 28 pp., 50,00 DKK
- Nr. 372: Det lysåbne landskab. Af Ellemann, L., Ejrnæs, R., Reddersen, J. & Fredshavn, J. 110 s., 120,00 kr.
- Nr. 373: Analytical Chemical Control of Phthalates in Toys. Analytical Chemical Control of Chemical Substances and Products. By Rastogi, S.C. & Worsøe, I.M. 27 pp., 75,- DKK
- Nr. 374: Atmosfærisk deposition 2000. NOVA 2003. Af Ellermann, T. et al. 88 s. (elektronisk)
- Nr. 375: Marine områder 2000 – Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Henriksen, P. et al. (elektronisk)
- Nr. 376: Landovervågningsoplande 2000. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. (elektronisk)
- Nr. 377: Søer 2000. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. et al. (elektronisk)
- Nr. 378: Vandløb og kilder. NOVA 2000. Af Bøgestrand, J. (red.) (elektronisk)
- Nr. 379: Vandmiljø 2001. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Boutrup, S. et al. 62 s., 100,- kr.
- Nr. 380: Fosfor i jord og vand – udvikling, status og perspektiver. Kronvang, B. (red.) 88 s., 100,00 kr.
- Nr. 381: Satellitsporing af kongeederfugl i Vestgrønland. Identifikation af raste- og overvintringsområder. Af Mosbech, A., Merkel, F., Flagstad, A. & Grøndahl, L. (i trykken)
- Nr. 382: Bystruktur og transportadfærd. Hvad siger Transportvaneundersøgelsen? Af Christensen, L. (i trykken)
- Nr. 383: Pesticider 2 i overfladevand. Metodafprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 45 s. + Annex 1, 75,- kr.
- Nr. 384: Natural Resources in the Nanortalik Area. An Interview Study on Fishing, Hunting and Tourism in the Area around the Nalunaq Gold Project. By Glahder, C.M. 81 pp., 125,- kr.
- Nr. 385: Natur og Miljø 2001. Påvirkninger og tilstand. Af Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. 368 s., 200,00 kr.
- Nr. 386: Pesticider 3 i overfladevand. Metodeafprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B. 94 s., 75,00 kr.
- Nr. 387: Improving Fuel Statistics for Danish Aviation. By Winther, M. 56 pp., 75,- DKK

2002

- Nr. 388: Microorganisms as Indicators of Soil Health. By Nielsen, M.N. & Winding, A. (in press)
- Nr. 389: Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ? Af Aude, E. et al. (elektronisk)