

# Rådyr, mus og selv- foryngelse af bøg ved naturnær skovdrift

Faglig rapport fra DMU, nr. 203

Carsten Riis Olesen  
Anne Hedvig Andersen  
Tine Sussi Hansen  
*Afd. for Landskabsøkologi*

Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser  
September 1997

# Datablad

Titel: Rådyr, mus og selvforyngelse af bøg ved naturnær skovdrift

Forfattere: Carsten Riis Olesen, Anne Hedvig Andersen og Tine Sussi Hansen  
Afdelingsnavn: Afdeling for Landskabsøkologi

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU, nr. 203

Udgiver: Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser©

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

Udgivelsestidspunkt: September 1997

Redaktion: Kirsten Zaluski  
Layout og korrektur: Hanne Fensbæk og Kirsten Zaluski  
Figurer: Anne Hedvig Andersen og Carsten Riis Olesen  
Fotos: Carsten Riis Olesen

Faglig kommentering: Johnny Lund Jeppesen og Jonas Lawesson, Afd. for Landskabsøkologi  
Søren Rasmussen, Fussingø Statsskovdistrikt

Bedes citeret: Olesen, C.R., Andersen, A.H. & Hansen, T.S. (1997): Rådyr, mus og selvforyngelse af bøg ved naturnær skovdrift. Danmarks Miljøundersøgelser. 61 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 203.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Frie emneord: Rådyr, mus, oldenår, bøg, naturlig selvforyngelse, kimplanter, skovdrift, vildthejning, jordbehandling

Redaktionen afsluttet: 10. september 1997

ISBN: 87-7772-344-9  
ISSN: 0905-815X  
Papirkvalitet: 100 g Cyclus Offset  
Tryk: Phoenix-Trykkeriet as, Århus, Miljøcertificeret BS 7750  
Oplag: 800  
Sideantal: 61  
Pris: Kr. 80,00 (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes i boghandelen eller hos: Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 12-14  
DK-8410 Rønede  
Tlf. 89 20 17 00  
Fax 89 20 15 15

Miljøbutikken  
Information & Bøger  
Læderstræde 1  
DK-1201 København K  
Tlf. 33 37 92 92  
Fax 33 92 76 90

# Indhold

Forord 5

Resumé 7

English Summary 8

1 Indledning 9

2 Metoder 9

2.1 Forsøgsområde og forsøgsopstilling 9

2.2 Hegn for rådyr og mus 12

2.3 Måling af nedfalden bog og bøgekimplanter 13

2.4 Måling af lysintensitet og jordbundsfugtighed 15

2.5 Måling af bestandstæthed for rådyr og mus 15

2.6 Karakterisering af skovbundsfloraen 18

2.6.1 *Ordinationsanalyser* 18

2.7 Estimering af biomasse og kemiske analyser 19

3 Resultater og diskussion 20

3.1 Bestandstæthed for rådyr og mus 20

3.1.1 *Rådyr* 20

3.1.2 *Mus* 20

3.2 Udvikling fra oldenfald til etablerede bøgeplanter 24

3.2.1 *Antal bog og bøgekimplanter* 24

3.2.2 *Biomasse* 25

3.3	Forskelle i de to forsøgsområder	28
3.4	Jordbearbejdningens betydning for foryngelsessucces	30
3.4.1	<i>Bog</i>	30
3.4.2	<i>Bøgekimplanter</i>	32
3.4.3	<i>Biomasse</i>	33
3.5	Mus og rådyrs betydning for foryngelsessucces	35
3.5.1	<i>Rådyr</i>	35
3.5.2	<i>Mus</i>	38
3.5.3	<i>Samlet vurdering af prædation på bøgekimplanter</i>	39
3.6	Skovbundens fugtighed	41
3.7	Lysintensitet i skovbunden	43
3.8	Skovbundsfloraen og konkurrenceforhold	43
3.8.1	<i>Detrended Correspondence Analysis (DCA)</i>	45
3.8.2	<i>Canonical Correspondence Analysis (CCA)</i>	49
3.9	Bøgekimplanters kemiske sammensætning og værdi som fødeplanter	50

## 4 Konklusioner 54

## 5 Tak samt opfølgning 55

## 6 Referencer 56

## Danmarks Miljøundersøgelser 60

## Faglige rapporter fra DMU / NERI Technical Reports

# Forord

Skov- og Naturstyrelsen (Fussingø Statskovdistrikt) har sammen med en række forskningsinstitutioner etableret et forsøg, hvor traditionel skovdrift sammenlignes med naturnær skovdrift. Til sammenligningen er valgt to skove under Kalø gods. Ringelose Skov, som drives konventionelt og Hestehave Skov, hvor driften omlægges. Naturnær skovdrift er en driftsform som indebærer, at skoven konverteres fra den nuværende ensaldrende og enetagerede blandingsskov til en ren løvskov af hjemmehørende danske arter. Skoven omlægges til at bestå af artsblandede og fleretagerede bevoksninger. Foryngelse af skoven skal ske alene ved naturlig selvfor yngelse og den fremtidige hugst vil foregå som plughugst, hvor det enkelte træ udtages ved optimal alder. Der anvendes ikke jordbehandling, pesticider eller gødsning.

Det antages, at en naturnær skovdrift i højere grad vil være flersidig, sikre og forbedre naturindholdet, dyrkningsgrundlaget og skovens mangfoldighed. I dag eksisterer der kun begrænsede erfaringer med naturnær skovdrift fra udlandet. Der rejser sig således en række spørgsmål i forbindelse med etablering af denne tiltalende driftsform af vores skove. Et af de centrale spørgsmål i forbindelse med konverteringsfasen er, om naturlig selvfor yngelse af bøg kan forventes, hvis der ikke anvendes jordbearbejdning eller vildthe gning. Det har således været formålet med dette arbejde, at belyse om vildt eller jordbehandling er betydende faktorer for en naturlig selvfor yngelse af bøg.

Forsøgsarbejdet er gennemført som en del af et større samarbejdsprojekt mellem Forskningscenter for Skov- og Landskab ved Palle Madsen (nu KVL), Skov og Landskab og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU). Skov- og Naturstyrelsen (Fussingø Statskovdistrikt) har støttet projektet gennem puljen af grønne midler.

Rapporten dækker udelukkende forholdene omkring bøgekimplanternes etablering. Perioden fra kimplantestadiet til de små træer er uden for rådyrenes bidhøjde er også af betydning for skovens selvfor yngelsesmulighed. Af denne grund har DMU foreslået, at undersøgelsen følges op hvert andet år i en periode på 6 år.



## Resumé

Undersøgelsen af vilkårene for naturlig selvforyngelse af bøg *Fagus sylvatica* er foretaget i Hestehave Skov under Kalø Gods, Fussingø Statsskovdistrikt ved Rønde på Djursland. I forbindelse med vurdering af vildtets indflydelse på skovens selvforyngelse er det vigtigt at kende dyrebestandenes tæthed. Inden for det bevoksede skovareal i Hestehave Skov er tætheden af rådyr *Capreolus capreolus* ca. 0,75 dyr/ha (vinterbestand), hvilket er en meget høj bestandstæthed for danske forhold. Ved fangstforsøg blev forårsbestanden af rødmus *Clethrionomys glareolus* og halsbåndsmus *Apodemus flavicollis* målt til henholdsvis 18 dyr/ha og 12 dyr/ha.

Oldenfaldet i efteråret 1995 gav i gennemsnit 914 bog per m<sup>2</sup>, hvoraf 818 var potentielt spiringsdygtige. Gennem vinteren reduceres antallet af spiringsdygtige frø til ca. 60 % (470 bog/m<sup>2</sup>).

Beregninger over den aktuelle musebestands behov for føde gennem vinteren viser, at musene har kunnet æde 7 % af de faldne bog. Musenes betydning for bøgeselvforplantningen vurderes som værende sporadisk. Hvis der forekommer markmus *Microtus agrestis* i skoven kan barkgrav udgøre et problem.

Fremspiringen af bøgekimplanterne foregår fra marts til slutningen af juni. De første løvblade kommer i juli/august. Kun mellem 1 og 10 % af de spiringsdygtige frø spirer, flest i den jordbehandlede skovbund (43 bøgekim/m<sup>2</sup>). I den ubehandlede jordbund spirer kun 5 bog/m<sup>2</sup>. Kimplanterne vokser også hurtigere i den bearbejdede jordbund. De opnår 60 % større biomasse i løbet af sommeren.

Jordbearbejdningens betydning for fremspiring af bøgekimplanter er så stor, at vildthejning viser sig formålsløs, hvis der ikke er foretaget nogen form for bearbejdning af skovbunden. Bøgekimplanterne har en kemisk sammensætning, som gør dem attraktive for rådyr både i det tidlige stadium og senere på sommeren, hvor de første blivende blade udvikles. I uhegnede områder med god opvækst kan rådyrenes fouragering reducere antallet af bøgekimplanter med op til 75 %. Midlertidige hegn opsat indtil 1. juli kan ikke anbefales.

Den naturlige skovbundsflora konkurrerer med bøgekimplanterne om pladsen. Der kan konstateres en negativ korrelation mellem antallet af kimplanter og forekomst af skovstar *Carex sylvatica* samt svag negativ korrelation til forekomst af hvid anemone *Anemone nemorosa*, fjerbregne *Athyrium filix-femina* og skovsyre *Oxalis acetosella*, men positiv sammenhæng med den andel af skovbundsarealet, som ikke er plantedækket.

Den naturlige skovbundsflora i forsøgsområdet er stærkt påvirket af jordbundens beskaffenhed, lysmængden gennem kronelaget og rådyrenes fouragering.

## English Summary

The study of the conditions for natural regeneration of beech *Fagus sylvatica* has been carried out in the Hestehave Forest at Kalø Estate, Fussingø State Forest District, Rønne, Djursland, Denmark. Evaluating the significance of the game on the natural regeneration of the forest, it is important to know the density of the animal populations. Within the covered woodland area of the Hestehave Forest the density of roe deer *Capreolus capreolus* is app. 0.75 animals per hectare (winter population), which is a very high population density for Danish conditions. On the basis of capture - recapture trials, the spring population density of bank vole *Clethrionomys glareolus* and yellow-necked field mouse *Apodemus flavicollis* was estimated at 18 animals per hectare and 12 animals per hectare, respectively.

The pannage in the autumn 1995 yielded on average 914 beechnuts per m<sup>2</sup>, of which 818 beechnuts were potentially capable of germinating. Throughout the winter, the number of seeds capable of germinating is reduced to app. 60 % (470 beechnuts per m<sup>2</sup>). Calculations of the food demand throughout the winter of the present populations of mice and voles show, that the mice and voles have been able to consume 7 % of the beech mast. The significance of the mice and voles on the natural regeneration of beech is evaluated to be sporadic. If field voles *Microtus agrestis* are present in the forest, bark nibbles may occur.

The germination of beechnuts takes place from March until the end of June. The first deciduous leaves appear in July/August. Only between 1 % and 10 % of the seeds capable of germinating actually germinate, most of them on the soil treated forest floor (43 seedlings per m<sup>2</sup>). On the natural forest floor (untreated soil) only 5 beechnuts per m<sup>2</sup> germinate. In addition, beech seedlings grow faster in treated soil. They obtain 60 % greater biomass during the summer.

The importance of soil treatment for the germination of beechnuts is so great that game fencing has proven to be futile, if no form of treatment of the forest floor has been carried out. The beech seedlings have a chemical composition, which makes them attractive to roe deer both at the early stage and later in the summer, when the first deciduous leaves develop. The foraging of roe deer in an unfenced area may reduce the number of beech seedlings by 75 %. Provisional fencing put up until 1<sup>st</sup> July is not recommended.

The natural flora on the forest floor evidently competes with the beech seedlings for growing space. The number of seedlings is negatively correlated with the occurrence of wood sedge *Carex sylvatica*, and weak negatively correlated with windflower *Anemone nemorosa*, lady fern *Athyrium filix-femina* and wood sorrel *Oxalis acetosella*, but positively correlated with the percentage of the forest floor, which is not covered by other plants. The natural flora on the forest floor in the study area is strongly influenced by soil conditions, amount of light through the forest crown and the foraging of the roe deer.



# 1 Indledning

I den naturnære skovdrift skal plantning, sprøjtning og renafdrift reduceres. Men hvordan forynges skoven? Indfinder selvfor yngelsen sig spontant efter plukhugst og etablering af lysbrønde? Kan jordbearbejdning og indhegning undværes? Under danske forhold kendes der i øjeblikket for lidt til, hvordan konventionelt drevne skove konverteres til naturnære driftsformer, og hvilke muligheder der findes for at optimere etablering af selvfor yngelse.

Forskningscenter for Skov og Landskab (FSL) og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) samarbejder i projektet "Naturlig for yngelse af bøg i relation til naturnær skovdrift", om at undersøge bøgens selvfor yngelse i forhold til skovbund, lysmængde, bevoksningsalder, klima samt prædation fra rådyr og mus.

Madsen & Larsen (1995) konkluderer i deres rapport over bøgefor yngelsens økologi, at de økologiske kår inden for de to første vækstsæsoner og specielt den helt tidlige etablering er afgørende for, hvorvidt en for yngelse vil overleve eller ikke. Mus og rådyr udnytter både olden, kimplanter og knopper fra etablerede løvtræsplanter (Petersen & Strandgaard 1994). Nærværende undersøgelse fokuserer på skadevirkninger ved fouragering af rådyr og mus på den tidlige etableringsfase af en bøgeselvfor yngelse efter oldenfald. Betydningen af de herbivore dyrs tilstedeværelse relateres både til forskellige jordbearbejdningsformer, hegnstyper, lysgennemtrængelighed, jordbundsfugtighed og den øvrige skovbundsflora. Dette arbejde viser alene kimplanternes overlevelse og vækstforhold gennem den første vækstsæson. Den vigtige periode efter den første vækstsæson til de nyetablerede planter er vokset uden for rådyrenes rækkevidde (ca. 1,5 meter) må bearbejdes efterfølgende.

Projektet har klarlagt en række betydende faktorer, men det økonomiske grundlag for undersøgelsen blev etableret så sent, at musehegn først kunne opsættes i det tidlige forår. Dette har betydet, at der ikke er direkte måleresultater for antallet af olden på jorden, hvor mus ikke har haft adgang. Musenes effekt på antallet af olden har derfor kun kunnet estimeres ud fra musenes fødebehov.

## 2 Metoder

### 2.1 Forsøgsområde og forsøgsopstilling

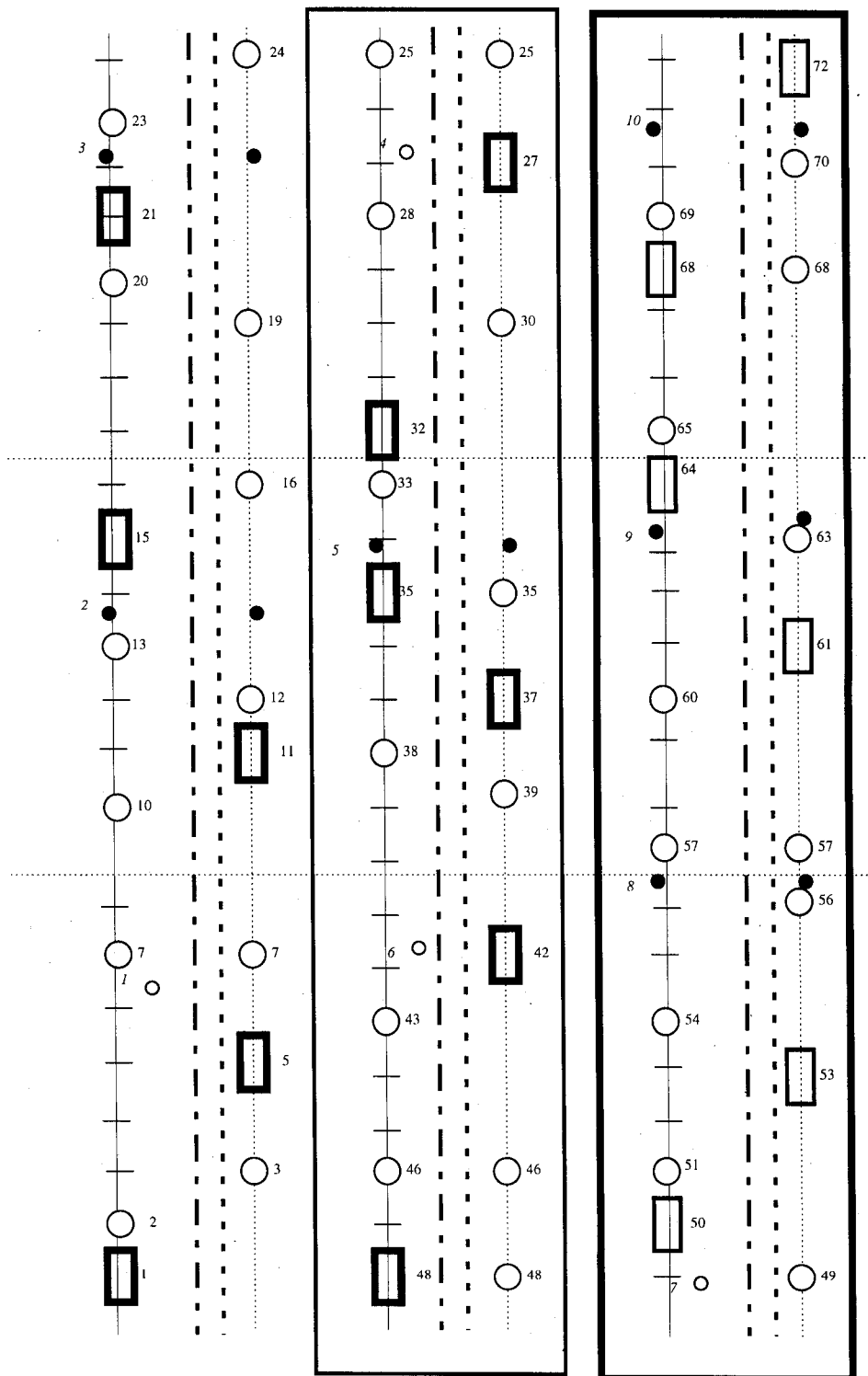
Selvfor yngelsesforsøget fandt sted fra efteråret 1995 til oktober 1996. Grundlaget var oldenåret 1995. Forsøgsarealet er anlagt i Hestehave skov under Kalø gods, Fussingø Skovdistrikt (Fig. 1). Denne skov er



Figur 1: Forsøgsområdets beliggenhed i Hestehave Skov, Kalø Gods, Fusingø Statsskovdistrikt.

velegnet til dette forsøg, idet skovdriften er under omlægning til en naturnær driftsform (Skov & Naturstyrelsen 1994). I skoven foregår der således allerede en række andre biologiske projekter omkring denne problemstilling.

Der er udlagt to forsøgsfelter (70 x 100 m) med tre parallelle linjeføringer med fire tilknyttede forsøgslinjer (Fig. 2). De to felter er udlagt i ældre bøgebevoksninger, som er placeret i forlængelse af hinanden. Område 1 er placeret i en bøgebevoksning fra 1902 og område 2 i en blandet bøgebevoksning med bøg fra henholdsvis 1882 (mindste del) og 1921. Forsøgslinjerne er markeret for hver fjerde meter således, at der for hver forsøgslinje fremkommer i alt 24 prøvetagningsparceller. Langs hver linjeføring foretog FSL tre typer af jordbehandling (forsøgslinjer) mens en forsøgslinje bibeholdtes som ubehandlet. Skovbunden blev behandlet med en motordrevet minimaskine med en arbejdsbredde på 50 cm. De tre slags jordbehandling bestod af henholdsvis 1: afskrabning af bladlaget (blotlæggelse af mineraljorden) før oldenfald og fræsning efter oldenfald, 2: fræsning før og efter oldenfald samt 3: fræsning alene efter oldenfald. I denne undersøgelse er der kun behandlet resultater fra den ubehandlede skovbund, samt hvor skovbunden alene har været fræset en gang efter oldenfald.



Figur 2: Illustration af forsøgsmetodikken i forsøgsområde 1. Område 2 er udlagt efter samme principper.

- : Permanent vildthejn.
- : Kimplantehejn fra medio marts til 1.7.96.
- : Ubehandlet såbed med markering for hver fjerde meter.
- : Såbed hvor mineraljorden er frilagt før, og fræset efter oldenfald.
- : Såbed hvor der er fræset før og efter oldenfald.
- : Såbed som er fræset efter oldenfald.
- : 1 m høj permanent musehejn på 1,5 x 0,9 m.
- : 1m høj midlertidigt musehejn på 1,5 x 0,9 m.
- : Oldenfangere.
- : Oldenfangere hvor der tages jordprøve til optælling af bog.
- : Forsøgsparcel.

Bøgeblades proteinindhold falder markant på få uger og deres fiberindhold stiger tilsvarende (Olesen, C. R. upubl.). Denne udvikling gør, at bøgeblade på få uger bliver mindre attraktive som fødeemne for rådyrene. Derfor er det måske tilstrækkeligt at beskytte bøgekimplanterne mod rådyrenes fouragering i kimplanteperioden frem til d.1. juli. For at belyse dette, arbejdes der med henholdsvis permanente vildthejn, midlertidige vildthejn (fjernes d. 1. juli) og uhegnede områder.

De permanente vildthejn blev opsat omkring den første linjeføring, den næste linjeføring blev hegnet i kimplanteperioden frem til 1. juli 1996, og den sidste linjeføring blev ikke hegnet. I løbet af februar/marts måned 1996 blev der ved fældning skabt en lysgradient med tiltagende lys mod vest (fra vejen ind i skoven). For at dække lysgradienten blev forsøgslinjerne inddelt i tre strata. Inden for hvert stratum blev der udvalgt fire prøvetagningsparceller, to på det ubehandlede såbed og to på det såbed, som blev fræset efter oldenfald (i alt 12). Prøvetagningsparcellerne blev placeret tilfældigt på markeringerne inden for hvert stratum.

Inden for det permanente vildthejn blev der opsat to midlertidige musehegn i hvert stratum (i alt seks hegn). Et hegn blev placeret på det ubehandlede såbed og et på såbedet, som kun blev fræset efter oldenfald. Disse hegn blev fjernet den 1. juli 1996. Musehegnene blev placeret tilfældigt på de markeringer, som var tilbage efter placeringen af prøvetagningsparcellerne. På linjeføringen, som kun var hegnet i kimplanteperioden (midlertidigt vildthejn), blev der opsat permanente musehegn. Opsætningsmetodikken svarer til den for de midlertidige musehegn. Inden for det første forsøgsfelt (område 1) blev der desuden opsat 5 permanente musehegn på linjeføringen, som ikke var vildthejnet.

## 2.2 Hegn for rådyr og mus

For at forhindre rådyr i at fouragere på bøgeplanterne blev der, som permanent og midlertidigt hegn, opstillet et konventionelt 140 cm højt vildthejn af galvaniseret ståltrådsnet med maskestørrelser fra 7,5 x 15 cm ved jorden til 22,5 x 15 cm (NKT-trådværket). Hegnet holdtes af stabile egepæle for hver 5 m. Hegnet antages at være en barriere for både rådyr og harer. I dette forsøg har det ikke været muligt, via hegn, at adskille rådyr og harer. Opgørelser over rådyrenes fouragering på bøgekimplanter kan således indeholde eventuel hare-fouragering. Bestanden af harer i Hestehaveskoven vurderes dog som værende så lille, at fouragering fra disse bliver ubetydelig i forhold til rådyrenes fouragering. I forsøgsperioden blev der hverken observeret rådyr eller harer inden for vildthejningerne. Et midlertidigt opsat vildthejn indgik i undersøgelsen, fordi der var formodning om, at bøgekimplanterne kun er attraktive som fødeemner i den helt tidlige vækstfase. Det viste sig at være særdeles vanskeligt at hegne mus ude fra et areal i skoven. Grundlæggende kunne der kun arbejdes med finmasket galvaniseret stålnet (maskestørrelse 6,3 x 6,3 mm), idet der både skulle sikres lys og luft til vegetationen inden for indhegningerne.



Figur 3: Fotografi af de opstillede musetætte hegn med overliggende u-bukket stålprofil. Maskestørrelsen i nettet er 6,3 x 6,3 mm, grundarealet er 0,9 x 1,5 m, højden er 0,7 m over jorden og 0,3 m under jordoverfladen.

Efter en række forsøg med rødmus (*Clethrionomys glareolus*) og halsbåndmus (*Apodemus flavicollis*) viste det sig, at hegnene skulle være 70 cm over jorden og 30 cm under jorden. Den øvre kant blev forsynet med en u-profil bestående af en 15 cm høj metalplade med et 7 cm udgående overhæng og en yderligere 5 cm nedbukning (Fig. 3). Denne konstruktion viste sig effektivt at forhindre musenes indtrængen. Som yderligere sikkerhed for uønsket museaktivitet i hegnene blev alle hegn forsynet med en aluminiumsmækkfælde uden madding. Denne fælde blev placeret ved hegnskanten med deraf følgende sandsynlighed for, at mus, der skulle være kommet ind i hegnene, ville blive fanget. Musehegnenes grundareal er 0,9 x 1,5 m. Hegnene blev nedgravet med en spidsspade, og der blev lagt vægt på ikke at påvirke vegetationen inden for det etablerede hegn.

### 2.3 Måling af nedfalden bog og bøgekimplanter

Ved oldenfald i efteråret 1995 foretog FSL en optælling af den nedfaldne oldenmængde inden for de to forsøgsfelter. Til dette formål blev der systematisk opsat 20 oldenfangere (Fig. 2). Oldenfangerne bestod af en plastickurv med en åbningsdiameter på 41 cm (0,132 m<sup>2</sup>), fæstnet til tre træpæle ca. 0,5 m over jorden. Kurven var forsynet med en plasticpose, hvorfra nedfalden bog blev indsamlet i alt tre gange i løbet af efteråret. Den sidste tømning blev foretaget medio december.

For at kvantificere hvor stor en del af bogen, der muligvis forsvandt i løbet af vinteren, blev der taget jordprøver i slutningen af april. Der blev tilfældigt udvalgt 12 prøvetagningslokaliteter blandt de 20 lokaliteter, hvor der i efteråret 1995 var etableret oldenfælder. På hver prøvetagningslokalitet blev der taget to jordprøver, en på den ubehandlede skovbund og en på den en gang fræsede skovbund. Begge prøver blev taget ca. 1 meter fra placeringen af oldenfangerne. Jordprøverne blev udtaget ved anvendelse af et jordbor konstrueret i rustfrit stål dækkende et areal på 0,1 m<sup>2</sup>. Jordboret blev boret 15-20



Figur 4: Optælling af spirede og ikke-spirede bog i jordbunden i april måned. Der anvendes et jordbor med et areal på 0,1 m<sup>2</sup>.

cm ned i skovbunden og alt materiale inden for arealet blev sorteret (Fig. 4). Først blev de fine partikler siet fra. Derefter blev resten håndsorteret og bogen optalt. Bogen blev opdelt i to grupper, tomme bog og potentielt spiringsdygtige bog. Tomme bog er infertile bog eller bog, hvor frøet er gået til grunde i vinterens løb. Potentielt spiringsdygtige bog er bog med frøindhold. Fra tidligere undersøgelser ved vi, at nogle af bogene med frøindhold kan være angrebet af svampe og sandsynligheden for spiring derfor reduceret (Madsen & Larsen 1995). Da denne mængde ikke blev kvantificeret, må andelen af potentielt spiringsdygtige bog opfattes som en maksimal andel.

Optælling af bøgekimplanter blev foretaget i hver af de udvalgte prøvetagningsparceller samt inden for musehegnene på tidspunkterne den 20. maj, 3. juni, 1. juli og 29. september. I hver forsøgsparell blev optællingen foretaget i to cirkler med en diameter på 48 cm (0,18 m<sup>2</sup>) (Fig. 5).



Figur 5: Optælling af bog og karakterisering af skovbundsfloraen inden for prøvearealer på 0,18 m<sup>2</sup>.

## 2.4 Måling af lysintensitet og jordbunds fugtighed

FSL målte Leaf Area Indeks (LAI) af kronelaget og skovbundsvegetationen på hver forsøgsparcel. LAI blev målt med to stk. LI-Cor LAT-2000 instrumenter (Welles og Norman 1991).

Det ene målte automatisk en reference-lysindstråling i en skovrydning tæt på forsøgsområdet. Det andet blev først holdt ca. 1 m over hvert målepunkt, for at måle kronelagets tæthed, og derefter sænket til den højde, som svarede til højden af den højeste bøgekimplante. Den sidste måling blev taget for at måle tætheden af den øvrige skovbundsvegetation, som var højere end bøgekimplanterne.

FSL målte ligeledes jordvandsindholdet inden for musehegnene og på målepunkter ved siden af musehegnene. Dette blev gjort for at undersøge om musehegnene havde indflydelse på jordfugtigheden. Jordvandsindholdet fra 0 til 30 cm dybde blev bestemt ved hjælp af TDR (Time Domain Reflectometry) teknikken (Topp *et. al.* 1980, Rundel og Jarrel 1991). Målingerne blev foretaget 13 gange fra den 25. april til den 30. september. Til målingerne blev der anvendt en kabeltester (Tektronix 1502C).

## 2.5 Måling af bestandsstæthed for rådyr og mus

Inden for dette undersøgelsesbudget har det ikke været muligt at foretage en aktuel opgørelse af bestandstætheden for rådyr. Da man tidligere har undersøgt rådyrbestanden på Kalø nøje (Strandgaard 1972), har vi valgt at benytte disse resultater i forbindelse med estimering af den aktuelle bestandstæthed.

Grundlaget for selvforryngelsesforsøget var oldenåret 1995. Vinteren 1995/1996 blev lang med permanent snedække i skoven fra midt i november til begyndelsen af marts. Kombinationen af olden og snedække gav musene optimale livsbetingelser med rigelige føderesourcer og begrænset risiko for prædation. Disse forhold medførte, at det blev nødvendigt med en aktuel bestandsundersøgelse af mus i foråret 1996 i forsøgsområdet.

Til fangst af mus benyttedes fælder af hhv. Ugglan- og Longworth-typen, der begge er levende-fangst-fælder. Indgangshullets størrelse på begge fældetyper gør det muligt at fange de tre musearter som er relevante for forsøgsområdet, rødmus, Halsbåndmus og almindelig markmus. På grund af forskel i fangbarhed af de tre arter i forhold til fældetype valgtes det at anvende to fældetyper. Fælderne blev forsynet med æble og valset havre som lokkemad/foder og hø som redemateriale. 200 fælder blev opstillet med 15 meters afstand i et fast grid med 2 fælder (én af hver type) ved hver fangstposition, således at fangstarealet udgjorde 135 x 135 m (1.8 ha). Fælderne blev placeret så optimalt som muligt - dvs. i/ved vekslers og huller i en afstand op til 1 m fra markeringspinden. Efter 3 døgn pre-baiting (fodring i åbentstående fælde i perioden 24. - 27. maj blev fælderne sat til fangst

og fangede i 4 døgn (27. - 31. maj). Fælderne røgtes 2 gange i døgnet: Om morgenen og om eftermiddagen.

Ved fangst blev fangstposition, art, køn og kønsmodenhed noteret. Hannerne blev klassificeret som kønsmodne, hvis testiklerne var scrotale, og hunnerne, hvis vagina var perforeret, eller hvis de var drægtige, diegivende og/eller med sædprop. Dyrene blev mærket individuelt ved tåklipning. De blev herefter inddelt i funktionel gruppe: Juvenil, subadult, adult, og postreproduktiv. Inddelingen er baseret på vægt/størrelse, udseende og kønsmodenhed. Juvenile klassificeredes ud fra lav vægt og juvenilt udseende. Subadulte er store, men endnu ikke kønsmodne individer, adulte er kønsmodne, og postreproduktive er individer, som har været kønsmodne. Efter disse registreringer blev dyret sluppet løs på samme sted, som det var fanget. Fangster af spidsmus blev registreret, men da spidsmus som insektædere ikke har nogen indflydelse på selvforyngelsen af bøg, blev de sluppet løs uden nogen form for undersøgelser.

Fangst-genfangst benyttes til at bestemme populationsstørrelsen. Metoden er baseret på princippet om at estimere det totale antal ved at se på forholdet mellem mærkede og ikke-mærkede individer. Når man fanger, mærker og genudsætter, og senere fanger igen, vil andelen af mærkede dyr i prøven repræsentere andelen, der er mærket i hele populationen. Den mest simple model er "Petersens model" (Petersen 1896) også kaldet "Lincolns metode" (Lincoln 1930). Denne metode består af to prøvetagninger: 1) fangst, mærkning og udsætning og 2) fangst og check for mærker. Tidsintervallet mellem disse to prøvetagninger skal være lille, idet metoden forudsætter, at populationen er lukket. Hvis prøven er tilfældigt taget, vil:

$$\frac{\text{mærkede dyr prøve 1}}{\text{total pop. str.}} = \frac{\text{mærkede dyr prøve 2}}{\text{total fangst prøve 2}}$$

hvoraf populationsstørrelsen kan estimeres.

Naturlige populationer er åbne, og estimeringer er derfor mere vanskelige. Den mærkede andel af populationen vil falde pga. død og emigration, mens den umærkede andel vil øges grundet fødsel og immigration. Forskellige modeller, bl.a. Jollys stokastiske model, tager forbehold for dette (Jolly 1965; Begon 1979). Jollys model tillader, at flere på hinanden følgende fangster og mærkninger foretages (minimum 3), og beregner populationsstørrelsen på et givent døgn:

$$N_i = \frac{M_i (n_i + 1)}{(m_i + 1)}$$

hvor  $n_i$  er fangst på dag  $i$ ,  $m_i$  antal mærkede dyr fanget på dag  $i$  og  $M_i$  lig antallet af tilgængelige mærker i populationen umiddelbart inden prøvetagningen på dag  $i$ , og beregnes som:

$$M_i = m_i + \frac{z_i r_i}{y_i}$$



hvor tælleren indeholder  $z_i$ , der er antallet af individer mærket før dag  $i$ , ikke fanget dag  $i$ , men fanget efterfølgende, og  $r_i$  er mærkede individer udsat på dag  $i$  (svarer til  $n_i$ , hvis alle nyfangne dyr bliver mærket).  $y_i$  er antallet af  $r_i$  individer, der fanges efterfølgende. Modellen tager således forbehold for at medregne individer, som vides at befinde sig i populationen, men som ikke lige fanges den pågældende dag. Afvigelsen fra bestandsestimatet kan beregnes som:

$$SE_{Ni} = \sqrt{N_i(N_i - n_i) \left( \frac{M_i - m_i + r_i}{M_i} \left( \frac{1}{y_i} - \frac{1}{r_i} \right) + \frac{1}{m_i} - \frac{1}{n_i} \right)}$$

Tæthedsestimeringer (antal/areal) udfra fangst-genfangstforsøg forudsætter, foruden et estimat for antallet ( $N$ ), et estimat for fangstarealet. De yderste fælderækker vil nødvendigvis fange flere dyr end fælderne i kernen af forsøgsområdet. En sådan kanteffekt observeres normalt i de 2-3 yderste fælderækker (Pelikan 1968, Jensen 1975a). Tæthedsestimeringer lader sig således ikke gøre ved at dele populationsstørrelsen med arealet af forsøgsområdet, da dette vil overestimere den faktiske tæthed, idet dyr udefra vil tælle med. Det er derfor nødvendigt at lægge et bælte til forsøgsområdet, hvis størrelse afhænger af de enkelte arters home-range (Jensen 1975b). Sandsynligheden for fangst af udefra kommende individer vil være størst for individer med et stort home-range og omvendt, og additionsbæltet afhænger derfor af home-range.

Home-range størrelser for småpattedyr er tidligere blevet beregnet ved indtegnning af fældefangster på kort over forsøgsområdet. Ud fra disse kort aflæses *ORL* (=observed range length) og den længste perpendikulære linje *ORW* (=observed range width) (Jensen 1975b), hvorved arealet af det elliptiske home-range kan bestemmes. *ORL* og *ORW* benyttes derudover til estimering af bredden af "additional belt"  $h$  (Tanaka 1974), ved:

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{ORL \times ORW}$$

Tæthedsestimaterne i denne undersøgelse beregnes ved brug af de af Jensens (1975b) beregnede "additional belts".

For at beregne mængden af bog, de to gnaverpopulationer er i stand til at konsumere, benyttes konsumtionsrater beregnet af Jensen (1981). Disse rater blev ved laboratorieforsøg beregnet for rød mus ved hhv. 5° og 20°C og for halsbåndmus ved 20°C, når disse blev fodret med bog. Da temperaturen under nærværende feltforsøg var nærmest 5°C, benyttes estimaterne herfor. For halsbåndmus fandtes intet estimat for konsumtionsraten ved 5°C. Dette er således beregnet udfra antagelsen:

$$\frac{\text{konsumptionsrate } C. \text{ glareolus ved } 5^{\circ} \text{ C}}{\text{konsumptionsrate } C. \text{ glareolus ved } 20^{\circ} \text{ C}} =$$

$$\frac{\text{konsumptionsrate } A. \text{ flavicollis ved } 5^{\circ} \text{ C}}{\text{konsumptionsrate } A. \text{ flavicollis ved } 20^{\circ} \text{ C}}$$

Disse konsumptionsrater er omregnet til, hvad det svarer til i frøbiomasse, idet Jensen (1981) fandt, at energiindholdet i bog var 7.03 kcal/g tørvægt. Da bog gennemsnitligt indeholder 0.68 kcal/frø (Jensen 1985), kan antallet af bog, der konsumeres per g gnaver/dag estimeres.

Når både antallet af bog, der konsumeres af 1 gram gnaver per dag og biomassen kendes, kan konsumtionen for hele den estimerede population beregnes for hver art.

## 2.6 Karakterisering af skovbundsfloraen

Da den etablerede skovbundsflora antages at være betydende for selvforyngelsessuccesen blev der parallelt med optællingerne af bøgkimplanter den 20. maj og den 1. juli foretaget en vegetationsanalyse. Ved denne analyse registreredes dækningsgraden af urter samt opvækst af træarter efter van der Maarel skalaen (Økland 1990).

### 2.6.1 Ordinationsanalyser

Arters fordeling og indbyrdes samspil er påvirket af mange forskellige biotiske og abiotiske faktorer. Analyse af vegetationssammensætningen i områder med varierende floristiske forhold er således en kompliceret proces. Vegetationsdata organiseres typisk i en matrice, med arter som rækker og målepunkter som kolonner. Cellerne i matrisen indeholder således oplysning om de enkelte arters forekomst inden for hvert målepunkt. En sådan datamatrice er multidimensionel, og da den menneskelige hjerne er begrænset til at visualisere få dimensioner, er det nødvendigt at anvende metoder, der udtrækker de vigtigste dimensioner i datasættet (Palmer 1993, Aude 1996).

Ordinationsanalyser er metoder, der udtrækker de vigtigste dimensioner i multidimensionelle datasæt og gør det muligt at visualisere relationer mellem arter, prøvefelter og forklarende faktorer.

I denne rapport er der anvendt to ordinationsmetoder, Detrended Correspondence Analysis (DCA) og Constrained Correspondence Analysis (CCA). Begge metoder er tilgængelige i software programmet CANOCO (Ter Braak 1991). DCA og CCA antager, at arter har en unimodal responskurve til underliggende gradienter (Jongman *et al.* 1987, Økland 1990).

DCA er en indirekte ordinationsmetode, hvor artsforekomstdata forsøges tilpasset latente variable ved at vælge målepunktsscore, der optimerer spredningen af artsscoren (Økland 1990). Den første DCA-akse er et udtryk for den vigtigste underliggende gradient i det ana-

lyserede materiale. De næste DCA-akser konstrueres, så de er uafhængige af de forrige akser for at sikre, at de giver ny information (Jongman *et. al* 1987, Økland 1990, Aksglæde & Jakobsen 1995).

CCA er en direkte ordinationsmetode, som adskiller sig fra DCA ved at medtage forklarende miljøfaktorer i analysen. Hvor DCA vælger målepunkts-scoren, der optimerer arts-scoren, vælger CCA den lineære kombination af de forklarende variable, der optimerer spredningen af artsscoren (Økland 1990). I forbindelse med en CCA kan man udvælge de miljøfaktorer, som tilsammen forklarer størstedelen af variationen i artsdatasættet. Dette benævnes "forward selection". Her er det desuden muligt at teste, om de udvalgte miljøfaktorer forklarer en signifikant del af variationen i artsdatasættet. Denne test udføres ved hjælp af en Monte Carlo permutationstest (Ter Braak 1990). Hvor DCA er velegnet til at udtrække gradientstrukturen i artsdatasættet, er CCA velegnet til at teste, hvilke af de kendte miljøfaktorer, der er afgørende for vegetationssammensætningen, og om de forklarer en signifikant del af variationen i artsdatasættet.

For en dybere gennemgang af ordinationsmetoderne henvises til Causton (1988), Gauch (1982), Jongman *et. al* (1987), Legendre & Legendre (1983) og Økland (1990).

## 2.7 Estimering af biomasse og kemiske analyser

For at dokumentere, at bøgekimplanter kan udgøre en attraktiv føde-ressource for rådyr, blev der på tidspunkterne den 15. maj, 4. juni, 16. juli, og 17. september 1996 høstet bøgekimplanter til bestemmelse af biomasse og kemisk sammensætning. Der blev taget fem prøver fra den ubehandlede skovbund og fem fra såbedene, som blev fræset efter oldenfald 1995. Hver prøve bestod af ti bøgekimplanter.

Prøverne blev nedtørret til stabil vægt i varmeskab ved 50°C. Prøverne er analyseret på Centrallaboratoriet ved Forskningscenter Foulum for indhold af aske, protein (Kjeldahl N), råfedt, NDF (Neutral Detergent Fibre), VOS (In vitro fordøjelighed af organisk stof) og makromineraler (P, K, Ca, Na & Mg). Disse analyser gør det muligt at vurdere kvaliteten af bøgekimplanterne i forhold til andre af rådyrenes føderessourcer. En række af rådyrets potentielle fødeplanter i Kalø-skovene er tidligere blevet indsamlet og analyseret (Olesen, upubliceret).

## 3 Resultater og diskussion

### 3.1 Bestandstæthed for rådyr og mus

#### 3.1.1 Rådyr

Bestandsforholdene for rådyr i Kaløskovene har været undersøgt nøje i perioden 1966-1968. Således angiver Strandgaard (1972) bestandstætheden i Ringelmose skov til at være  $0,6 \pm 0,06$  rådyr per ha. I studieperioden 1966-1968 blev der ikke afskudt rådyr på Kalø Gods. Bestandsopgørelsen er således baseret på en ligevægtstilstand, hvor reproduktionsoverskuddet udvandrede til naboarealer. Da Hestehave skov ligger i umiddelbar nærhed og har tilnærmelsesvis samme skovmæssige struktur antages det, at bestandsforholdene i de to skove har været fuldt ud sammenlignelige. I perioden 1978-1997 har der ikke været foretaget systematiske bestandsopgørelser, men den indførte afskydningspolitik har altid været, at der afskydes mindre end reproduktionsoverskuddet. Det antages således, at bestanden af rådyr i Kaløskovene stadig er i ligevægt med de tilgængelige føderesourcer.

Målt gennem vildtudbyttestatistikken er bestanden af rådyr fordoblet i løbet af de sidste 10 år (Asferg & Jeppesen 1996). Denne generelle bestandsstigning antages hovedsageligt at være forårsaget af forbedrede vinter-fourageringsforhold på grund af det stigende landbrugsareal med vintergrønne marker samt en tilbagegang i rævebestanden. Det kan derfor antages, at den nuværende rådyrbestand på Kalø er større end i slutningen af 60'erne. Da der ikke er tale om kolonisering af nye områder, antages det dog, at bestandstætheden kun er beskedent større. Det bedste estimat er en vinterbestandstæthed på ca. 0,75 rådyr per ha skov.

#### 3.1.2 Mus

Under fangsterne ultimo maj blev der fanget i alt 148 mus som fordelte sig på 3 arter, hvor rødmus var den hyppigst forekommende, efterfulgt af halsbåndmus og et enkelt individ af almindelig markmus (Tabel 1). Artssammensætningen er typisk for dansk bøgeskov, hvor man normalt træffer de to førstnævnte arter (Jensen 1983), der begge er suveræne granivore arter. Almindelig markmus er herbivor, og som en af Danmarks mest almindelige gnavere, kan den træffes i skove, hvor der er etableret græsdække i skovbunden. Den kan hér anrette store skader ved barknav, hvor skovbunden har et tæt beskyttende græsdække (Myllymäki 1975).

Andelen af fangster fordelt på art er forskellig, hvad angår antallet af individer og totalfangst, fordi arterne er forskellige mht. fangbarhed. Rødmus, der i gennemsnit fangedes 2.1 gange, er således mere "fældeglad" end halsbåndmus, der kun fangedes 1.4 gange. Dette er af en vis betydning for sikkerheden i bestandsestimaterne.

Tabel 1: Antallet af fangster og populationsestimater for hhv. dag 2 og 3 fordelt på art. Individuer angiver antallet af forskellige individer, mens totalfangst indeholder individer, som er fanget flere gange.

Art	Individer	Totalfangst	$N_1 \pm SE$	$N_2 \pm SE$
<i>C. glareolus</i>	52 (64.2%)	109 (73.6%)	48.2 ± 12.3	53.4 ± 9.5
<i>A. flavicollis</i>	28 (34.6%)	38 (25.7%)	15.8 ± 7.2	60.7 ± 65.5
<i>M. agrestis</i>	1 (1.2%)	1 (0.7%)	-	-

Til estimering af populationsstørrelserne benyttedes Jollys Stokastiske Model. Denne model fremkommer med et estimat af populationsstørrelsen for den midterste dag i en fangstperiode. Da fangstperioden her er på 4 døgn, fremkommer to estimater for bestandsstørrelsen. Dette virker som kontrol for estimatet, da disse gerne skulle være enslydende. For rødmus findes en pæn overensstemmelse mellem de to døgn populationsestimater på 48.2 og 53.4 individer (Tabel 1). For halsbåndmus ser det anderledes ud, da der fremkommer to meget forskellige populationsestimater: 15.8 og 60.7 (Tabel 1). Forklaringen herpå er, at individerne af denne art i høj grad lader sig påvirke af fældefangst. Det første døgn fangst talte 47% af alle fangster, mens de resterende 3 døgn fangster kun talte 15-21% per døgn. Årsagen er den benyttede prebaiting i 3 døgn, hvor individerne blev tiltrukket af fælderne uden at blive fanget. Ved fangst afskrækkedes individerne, og kun 3 af 18 individer blev genfanget det efterfølgende døgn. Da fangbarheden nedsættes, underestimeres bestanden. Det andet bestandsestimat for døgn 3 er til gengæld en overestimering. Den tidligere mærkede andel af populationen som genfanges,  $m_i$ , der indgår i nævneren af Jollys formel, er lav og giver dermed et højt estimat for størrelsen.

Som beskrevet i metodeafsnittet (afsnit 2.5) forudsætter tæthedsestimater et estimat for det egentlige fangstareal, hvilket afhænger af dyrenes home-range. Således lægges et "additional belt" ( $h$ ) til forsøgsområdet. Foruden artsforskelle vil biotoptype, køn, funktionel gruppe og årstid indvirke på dyrenes home-range og dermed på  $h$ . Tæthedsestimater er beregnet for hver af de to arter, for hvert køn og fordelt på funktionel gruppe, ved brug af de af Jensen (1975b) beregnede additional belts. Tætheden er angivet i antallet af individer per ha (Tabel 2). For rødmus bliver tætheden hhv. 16.65 og 18.45 individer/ha, og for halsbåndmus hhv. 5.01 og 19.28. Da disse tæthedsestimater er afhængige af den tidligere estimerede populationsstørrelse, observeres de samme store variationer i tæthedsestimatet for halsbåndmus, mens estimererne for rødmus næsten er ens.

I de følgende beregninger benyttes et gennemsnit for de to tæthedsestimater for hver art. Dette kan nemt forsvares for rødmus, hvor der findes to næsten ens estimater. For halsbåndmus kan det forsvares ved, at bestandsestimaterne for døgn 2 er en underestimering, mens estimatet for døgn 3 er en overestimering (jvf. ovenfor). De gennemsnitlige tæthedsestimater bliver således for rødmus 17.55 ind./ha og for halsbåndmus 12.15 ind./ha.

Tabel 2: Tæthedsestimater for rødms og halsbåndmus fordelt på de to midterste dage i fangstperioden. Signaturer: Køn; m=han, f=hun. Funktionelle grupper; JUV = Juvenil, SA = Subadult, A = Adult.

Art	Køn	Funktionel gruppe	h (m)	fangstareal (ha)	estimerede areal (ha)	tæthed (antal/ha)	
Rødmus	m	SA	8.7	1.82	2.32	1.99	2.21
		A	29.1		3.73	4.22	4.68
	f	JUV	10.7	2.45	1.14	1.26	
		SA	10.7	2.45	2.27	2.52	
		A	15.7	2.77	7.03	7.79	
						<b>SUM</b>	<b>16.65</b>
Halsbåndmus	m	SA	20.0	1.82	3.06	1.10	4.24
		A	44.2		4.99	0.68	2.60
	f	JUV	15.0	2.72	0.41	1.59	
		SA	15.0	2.72	1.86	7.16	
		A	18.3	2.94	0.96	3.68	
						<b>SUM</b>	<b>5.01</b>

I Jensens (1975b, 1982) undersøgelser af gnavere i Hestehave skov i april måned (perioden 1969-1978) lå tæthedsestimatet for rødms i intervallet 3-12 ind./ha, størst for år efter oldenfald. Dette er lavere end estimatet i nærværende undersøgelse (18 ind./ha). Forklaringen er sandsynligvis, at bogfaldet i efteråret 1995 var betydeligt større end i oldenårene 1969, 1974 og 1976. Energiindholdet af den nedfaldne bog var i nærværende undersøgelse 556 kcal/m<sup>2</sup>. Til sammenligning var energiindholdet i nedfaldet bog i 1969: 141 kcal/m<sup>2</sup>, i 1974: 235 kcal/m<sup>2</sup> og i 1976: 154 kcal/m<sup>2</sup>. Jensen (1982) viser en tydelig positiv korrelation mellem energiindholdet i bogfaldet i oldenårene og tætheden af rødms. Det er derfor meget sandsynligt, at den øgede mængde bog i efteråret 1995 har ført til en større tæthed af rødms. For halsbåndmus fandt Jensen (1982) ikke en sådan positiv korrelation mellem oldenår og tæthed.

Den højere tæthed må nødvendigvis skyldes et større input af individer til populationen. Adskillige undersøgelser har vist, at ynglesæsonens start primært afhænger af fødetilgængeligheden (Larsson et al 1973; Flowerdew 1973; Montgomery 1980). Montgomery (1980) fandt et højere antal af juvenile i løvskove, hvor fødetilgængeligheden var god, og at nogle individer ynglede i løbet af vinteren. Flowerdew (1973) øgede fødetilgængeligheden i skov nær Oxford og fandt, at populationer af rødms og skovms øgede deres vægt og begyndte at yngle tidligere end i kontrolområdet.

Jensen (1982) fandt ligeledes, at den øgede fødemængde ved oldenår bevirkede, at rødms opretholdt reproduktionen i den efterfølgende vinter. I nærværende undersøgelse var 39% af individerne af halsbåndms kønsmodne, mens dette var tilfældet for 73% af individerne af rødms. Hvad angår hunnernes ynglestatus var 6% hunner af halsbåndms drægtige, mens 6% var diegivende. For fangster af rødms var 43% hunner drægtige og 7% diegivende. At der på daværende tidspunkt allerede fandtes så mange hunner, der enten var drægtige eller diegivende (ynglesæsonen starter normalt i april), vidner om, at ynglesæsonen for mange individer er startet meget

Tabel 3: Tæthed, gennemsnitsvægt og biomasse opgjort for rødms og halsbåndmus beregnet ud fra de gennemsnitlige tæthedsestimater.

	Tæthed (ind./ha)	Gennemsnits- vægt (g)	Biomasse (g vv/ha)
Rødms	17.55	21.9	384
Halsbåndmus	12.15	23.3	283
Total	29.70		667

tidligt eller har varet vinteren over. Dette underbygges ydermere af, at der for begge arter fangedes juvenile, som var født samme år.

Biomassen (g vådvægt/ha) for rødms og halsbåndmus er bestemt ud fra de to arters gennemsnitlige tæthedsestimater og deres gennemsnitsvægt (Tabel 3). Konsumptionsrater beregnet af Jensen (1981) og estimeret for halsbåndmus ved 5°C benyttedes til estimering af antallet af bog, der konsumeres per gram gnaver/dag. Ved 5°C giver dette 4.32 bog for rødms og 5.10 bog for halsbåndmus (Tabel 4).

Dette giver for populationen af rødms en konsumtion på 1658.9 bog/dag/ha og for halsbåndmus 1443.3 bog/dag/ha (Tabel 5). Antages det, at bestanden af gnaver i forsøgsområdet i perioden 1. november til 1. april (150 dage) som et minimum har haft samme størrelse som estimeret i april, har den samlede gnaverbestand ædt ca. 60 bog/m<sup>2</sup> (Tabel 5), hvilket svarer til 7% af den nedfaldne mængde spiringsdygtige bog. Dette stemmer godt overens med Jensens (1982) undersøgelse, hvor gnaver i bøgeskov konsumerede 1.0-10.3% af den tilgængelige bogproduktion i oldenår imod 30-100% i årene mellem oldenfald.

Tabel 4: Konsumptionsrater af bog for rødms og halsbåndmus efter Jensen (1981). Raten for halsbåndmus ved 5° er estimeret ud fra forholdet mellem de to arter ved 20°.

Art	Temperatur (C)	Konsumptionsrate kcal/g/d	Mængde bog tørvægt (g)	Antal bog
Rødms	5°	1.107	0.157	4.32
	20°	0.662	0.094	7.22
Halsbåndmus	5°	0.938	0.133	5.10
	20°	0.561	0.080	8.52

Tabel 5: Opgørelse over gnavernes konsumtion af bog

	Biomasse (g vv/ha)	Konsumtion antal bog/dag/ha	Konsumtion antal bog/150 dage/m <sup>2</sup>
Rødms	384	1658.9	24.9
Halsbåndmus	283	1443.3	21.6
Total	667	3103.2	60.5

## 3.2 Udvikling fra oldenfald til etablerede bøgeplanter

### 3.2.1 Antal bog og bøgekimplanter

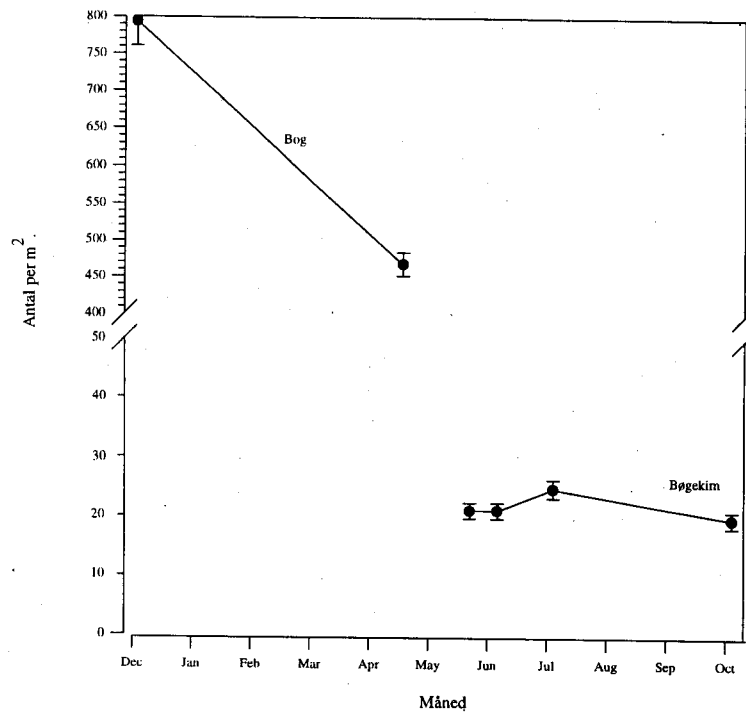
Ved den endelige opgørelse af nedfaldet bog efter sidste tømning af oldenfangerne den 7. december 1995 konstateredes i gennemsnit  $818 \pm 326$  potentielt spiringsdygtige bog per  $m^2$  ud af i alt  $914 \pm 360$  registrerede nedfaldne bog per  $m^2$ . I tidsrummet fra oldenfald 1995 til april 1996 blev antallet af potentielt spiringsdygtige bog per  $m^2$  signifikant reduceret ( $p < 0,0005$ ,  $\chi^2$ -test) (Tabel 6). Reduktionen halverede tilnærmelsesvis antallet af bog til  $468 \pm 249$  per  $m^2$  (Fig. 6).

I tidsforløbet fra oldenfald til april forsvandt 350 potentielle spiringsdygtige bog per  $m^2$  svarende til 43 %. Hvorledes forsvinder den store mængde bog? Ud af i alt 818 nedfaldne spiringsdygtige bog per  $m^2$  registreredes ved gennemskæring 109 per  $m^2$  at være misfarvede (Madsen, upubliceret). Misfarvningen tages som tegn på begyndende svampevækst og forrådnelse. Det kan således antages, at minimalt 31 % af den olden, som forsvinder gennem vinteren, forsvinder ved almindelig dekomposition. Jævnfør resultaterne i afsnit 3.1 kan den observerede musebestand være ansvarlig for konsumering af ca. 60 bog per  $m^2$  svarende til ca. 17 % af vintersvindet (7 % af den totale nedfaldne mængde spiringsdygtige bog). De resterende ca. 50 % af, hvad der forsvinder gennem vinteren, må tilskrives en kombination af udnyttelse fra fugle (skovdue, fasan, kvækerfinker, bogfinke og skovskade) og rådyr samt almindelig forrådnelse af ellers spiringsdygtige bog. Da der ikke vides noget sikkert om, hvor store mængder bog et rådyr æder under et oldenår, kan bestandstætheden ikke sættes i direkte relation til den forsvundne bog.

Tabel 6: Tidsudvikling i antallet af spiringsdygtige bog og antallet af bøgekimplanter fra oldenfald 1995 til ultimo september 1996. Antallet er gennemsnitsværdier  $\pm$  standardafvigelse. Forskellen i antallet fra gang til gang er testet ved en  $\chi^2$ -test.

	A	B	C		
	Oldenfald 1995	April 1996	20. maj 1996		
	Antal	Antal	Antal		
	spiringsdygtige bog per $m^2$	spiringsdygtige bog per $m^2$	bøgekimplanter per $m^2$		
	N=12	N=24	N=183		
Antal per $m^2$	$818 \pm 326$	$468 \pm 249$	$22 \pm 42$		
	D	E	F		
	3. juni 1996	1. juli 1996	29. september 1996		
	Antal	Antal	Antal		
	bøgekimplanter per $m^2$	bøgekimplanter per $m^2$	bøgekimplanter per $m^2$		
	N=183	N=183	N=183		
Antal per $m^2$	$22 \pm 43$	$25 \pm 49$	$20 \pm 43$		
Statistisk vurdering					
	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F
Antal per $m^2$	$p < 0.0005$	$p < 0.0005$	ns	$p < 0.005$	$p < 0.0005$



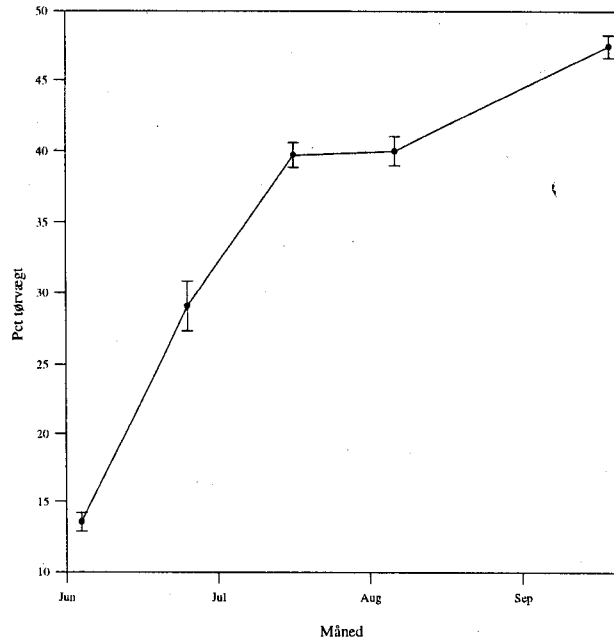


Figur 6: Antal spiringsdygtige bog og antal bøgekim per m<sup>2</sup> fra 7. december 1995 til 29. september 1996. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

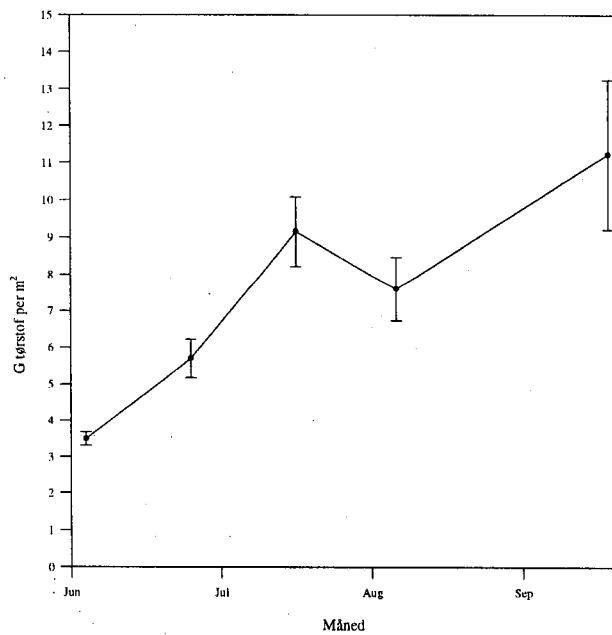
Allerede i marts begynder bogen at spire, hvis temperaturforhold og fugtighed tillader det. Den 20. maj blev der, som et gennemsnit, fundet 22 bøgekimplanter per m<sup>2</sup> i forsøgsområdet (Tabel 6), hvilket blot er knap 5 % af det potentielle antal spiringsdygtige frø fundet i jordprøver i april måned. Fra den 20. maj til den 3. juni sker der ingen forøgelse af antallet af bøgekimplanter per m<sup>2</sup>. Den 1. juli var antallet af bøgekimplanter steget til 25 per m<sup>2</sup>. Ved den sidste optælling den 29. september var antallet igen faldet til 20 bøgekimplanter per m<sup>2</sup>. Dette generelle mønster i antallet af bog og antallet af bøgekimplanter gælder parallelt for samtlige typer af jordbehandling og hegning.

### 3.2.2 Biomasse

Bøgekimplanternes tørstofindhold forøges som forventet gennem vækstsæsonen (Fig. 7). Forøgelsen af tørstofindholdet forårsages hovedsageligt af forvedning af kimplanterne. For at estimere biomassen (g tørstof per m<sup>2</sup>) skal antallet af bøgekimplanter per m<sup>2</sup> medregnes. Da optællingerne af bøgekimplanter rent tidsmæssigt ikke er sammenfaldende med prøvetagningerne af bøgekimplanter til biomasseestimering, antages det, at der er en lineær sammenhæng i antallet af bøgekimplanter mellem to optællinger. Biomassen stiger som forventet igennem vækstsæsonen og udgør før løvfald godt 11 g tørstof per m<sup>2</sup> (Fig. 8). Det lille fald fra den 16. juli til den 6. august skyldes et fald i antallet af bøgekimplanter per m<sup>2</sup> og, at der ikke er nogen øgning af biomassen for den enkelte plante i denne periode.



Figur 7: Procent tørvægt for bøgekim fra den 4. juni til den 18. september 1996. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



Figur 8: Biomassen af bøgekim angivet som g tørstof per m<sup>2</sup> fra den 4. juni til den 18. september. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

Table 7: Opgørelse af oldenmængden og oldenkvaliteten i område 1 og 2 ved oldenfeld 1995 og i april 1996. Antal er gennemsnitsværdier ± standardafvigelse. N = prøvestørrelsen. Forskellen mellem område 1 og 2 er testet ved X<sup>2</sup>-test.

Optællingstidspunkt	A			B			C			Statistisk vurdering	
	Total (område 1 & 2)	Område 1	Område 2	Total (område 1 & 2)	Område 1	Område 2	Total (område 1 & 2)	Område 1	Område 2		
Oldenfeld 1995	914 ± 360	1178 ± 196	652 ± 293	90	89	90	N=20	N=10	N=10		
Oldenfeld 1995	818 ± 326	1051 ± 201	588 ± 262								p < 0.0005
Oldenfeld 1995	procent spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup>										p < 0.0005
April 1996	817 ± 488	1108 ± 444	525 ± 339								p < 0.0005
April 1996	468 ± 249	632 ± 186	305 ± 191								p < 0.0005
April 1996	57	57	58								ns

Table 8: Opgørelse af bøgens selvfornyelses succes i område 1 og 2. Antal er gennemsnitsværdier ± standardafvigelsen. N = prøvestørrelsen. Forskellen mellem område 1 og 2 er testet ved X<sup>2</sup>-test.

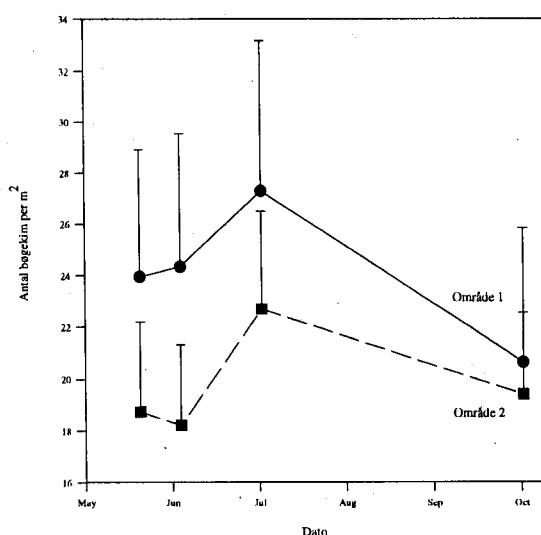
Optællingstidspunkt	A		B		C		Statistisk vurdering
	Total (område 1 & 2)	Område 1	Total (område 1 & 2)	Område 1	Total (område 1 & 2)	Område 2	
20.5.96	22 ± 42	24 ± 50	22 ± 42	24 ± 50	19 ± 32	19 ± 32	p < 0.0005
3.6.96	22 ± 43	24 ± 52	22 ± 43	24 ± 52	18 ± 29	18 ± 29	p < 0.0005
1.7.96	25 ± 49	27 ± 58	25 ± 49	27 ± 58	23 ± 35	23 ± 35	p < 0.01
29.9.96	20 ± 43	21 ± 52	20 ± 43	21 ± 52	19 ± 29	19 ± 29	ns
20.5.96	5	4	5	4	6	6	p < 0.0005
3.6.96	5	4	5	4	6	6	p < 0.0005
1.7.96	5	4	5	4	7	7	p < 0.0005
29.9.96	4	3	4	3	6	6	p < 0.0005

<sup>1)</sup> Procent bøgekim af antal spiringsdygtige bog i april 1996 per m<sup>2</sup> er udregnet som: 100 x antal bøgekim per m<sup>2</sup> / antal bog i april 1996 per m<sup>2</sup>.

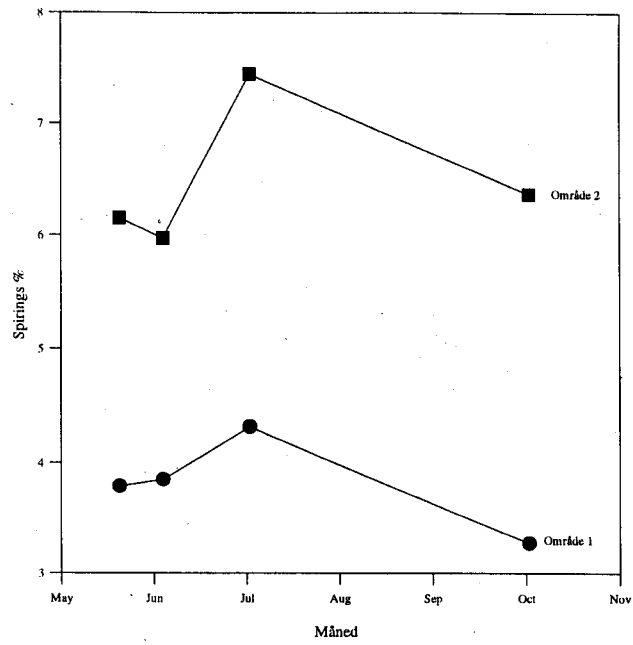
### 3.3 Forskelle i de to forsøgsområder

Produktionen af bog var signifikant højere i område 1 end i område 2; både hvad angår den totale mængde ( $p < 0,0005$ ,  $\chi^2$ -test) og mængden af potentielt spiringsdygtige bog ( $p < 0,0005$ ,  $\chi^2$ -test). Procentdelen af potentielt spiringsdygtige bog ud af det totale antal bog var ens for de to områder. Dette gør sig gældende både for optællingen i december 1995 og optællingen i april 1996 (Tabel.7). På grund af en tilsyneladende sammenlignelig frøkvalitet og andel spiringsdygtige frø, der nedbrydes eller forsvinder gennem vinteren, vil spiringspotentialt være større i område 1 end i område 2. Dette forhold skyldes, at alderen på bevoksningen i område 2 er lavere end i område 1.

Antallet af bøgekimplanter per  $m^2$  var, ved de første tre optællinger, signifikant højere i område 1 end i område 2 ( $p < 0,005$ ,  $p < 0,0005$  og  $p < 0,01$ ,  $\chi^2$ -test), men ved den sidste optælling den 29. september var der ikke forskel på antal bøgekimplanter per  $m^2$  i de to områder (Tabel 8, Fig. 9). Ved samtlige optællinger var spiringsprocenten, udregnet i forhold til antal spiringsdygtige bog i april, højere i område 2 end i område 1 (Tabel 8, Fig. 10). Sammenholdt med resultatet fra opgørelsen af bog betyder det, at det lave antal potentielt spiringsdygtige bog i område 2 til dels afspejles i antallet af fremspirede bøgekimplanter i starten af vækstperioden. Forskellen udlignes dog ved optællingen den 29. september, fordi en større andel af de potentielt spiringsdygtige bog spirer og overlever i område 2 end i område 1. Der er altså tilsyneladende bedre etableringsforhold og vækstbetingelser for bøgekimplanter i område 2 sammenholdt med område 1. Dette kan skyldes en lavere grad af konkurrence fra andre skovbundsarter, idet den øvrige skovbundsflora (jvf. afsnit 3.7) er mere åben i område 2.

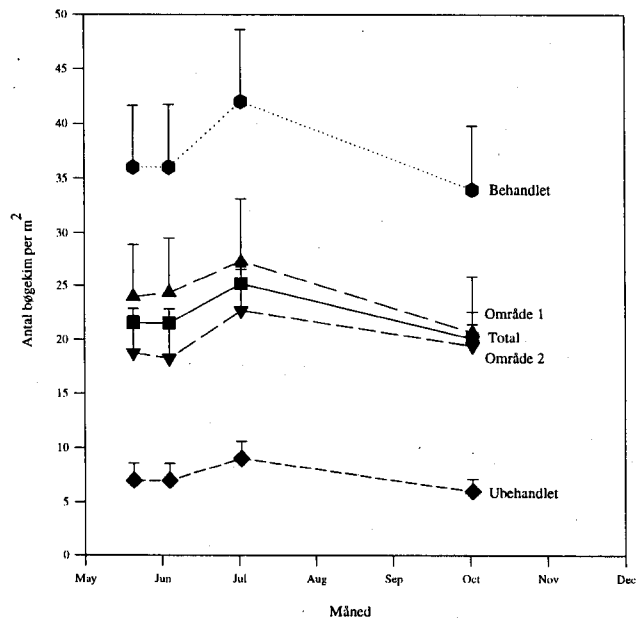


Figur 9: Antal bøgekim per  $m^2$  i område 1 og 2. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



Figur 10: Spiringsprocent per m<sup>2</sup> af bølgekim udregnet i forhold til antal spiringsdygtige bog i april 1996 for område 1 og 2.

Den beskrevne forskel mellem de to studieområder med ens forsøgsopstilling er, i forhold til betydningen af f.eks. jordbehandling (Fig. 11), af begrænset omfang. Af denne grund bearbejdes det samlede materiale i forhold til betydningen af fouragering fra mus og rådyr samt betydningen af jordbearbejdning.



Figur 11: Områder og jordbehandlingens effekt på selvforyngelsen af bøg. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

### 3.4 Jordbearbejdningens betydning for foryngelses-succes

#### 3.4.1 Bog

Oldenfaldet er ikke afhængig af jordbehandlingen. Derfor er der ved oldenfaldet ikke opsat oldenfangere i forhold til behandlingslinjerne. Bogens overlevelse gennem vinteren kan derimod godt være afhængig af jordbehandling. Derfor blev der, i april 1996, udtaget jordprøver i både det ubehandlede og det behandlede bed for alle udvalgte oldenopsamlingslokaliteter.

Det antages, at oldenmængden optalt ved oldenfald 1995 er et udtryk for oldenmængden på både det behandlede og det ubehandlede bed. For at vurdere, om der er forskel på bogenes overlevelse mellem de to bedtyper, sammenholdes resultatet af optællingen i april 1996 med resultatet af optællingen ved oldenfald 1995.

Når resultatet af optællingen ved oldenfald 1995 sammenlignes med resultatet i april 1996 for de to bedtyper sammenlagt, ses det, at der var signifikant flere bog per  $m^2$  ved oldenfald 1995 end i april 1996, både hvad angår den totale mængde bog ( $p < 0,01$ ;  $\chi^2$ -test) og i særdeleshed for mængden af potentielt spiringsdygtige bog ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test) (Tabel 9). Når de to bedtyper vurderes hver for sig og sammenlignes med oldenfald 1995, ses det, at der var flere bog i det ubehandlede bed ved optællingen i april 1996, end der var ved oldenfald 1995 ( $p < 0,005$ ;  $\chi^2$ -test), men væsentligt færre i det behandlede bed ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test).

Når de to bedtyper sammenlignes, ses det, at der er signifikant færre bog i det behandlede bed end i det ubehandlede bed, både hvad angår den totale mængde bog ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test) og for mængden af potentielt spiringsdygtige bog ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test). Både for samtlige bog og for spiringsdygtige bog findes der, i det behandlede bed, kun omkring 65% af mængden registreret i det ubehandlede bed.

Andelen af potentielt spiringsdygtige bog ud af det totale antal var højere ved oldenfald 1995 end i april 1996 for begge bedtyper hver for sig og sammenlagt. Derimod var der ikke forskel på andelen af potentielt spiringsdygtige bog ud af det totale antal, når de to bedtyper sammenlignes i april 1996 (Tabel 9).

Dette betyder, at jordbehandling har en negativ effekt på muligheden for at genfinde bogen før spiring. Således må både gode og dårlige bog gå til grunde i det behandlede bed. I det ubehandlede bed er udtørring af bogen et problem, som kan medføre nedsat spiringsdygtighed. I det behandlede bed udtørres bogen ikke, men de udsættes sandsynligvis for større grad af svampeangreb og råd og genfindes derfor i ringere grad. At der var flere bog i det ubehandlede bed i april 1996 end i december 1995 tyder på, at en del olden er faldet mellem de to optællingstidspunkter. At dyr, evt. mus, kan have flyttet bogene fra det behandlede til det ubehandlede bed kan afvises,

Tabel 9: Jordbehandlingens indflydelse på oldenmængden og oldenkvaliteten. Antal er gennemsnitsværdier  $\pm$  standardafvigelse. N = prøvestørrelse. Forskellen mellem den ubehandlede skovbund og skovbund med 1 x fræsning er testet ved  $\chi^2$ -test.

	Statistisk vurdering									
	A	B	C	D						
	Oldenfald 1995 N=12	Total (behandlet-ubehandlet) april 1996 N=24	Ubehandlet skovbund april 1996 N=12	Skovbund med 1xfræsning april 1996 N=12						
Total antal bog per m <sup>2</sup>	914 $\pm$ 360	817 $\pm$ 488	1002 $\pm$ 584	632 $\pm$ 287	p < 0.01	p < 0.005	p < 0.0005	-	-	p < 0.0005
Antal spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup>	818 $\pm$ 326	468 $\pm$ 249	558 $\pm$ 298	378 $\pm$ 151	p < 0.0005	p < 0.0005	p < 0.0005	-	-	p < 0.0005
Procent spiringsdygtige bog af total antal bog	90	57	56	60	p < 0.0005	p < 0.0005	p < 0.0005	ns	ns	ns

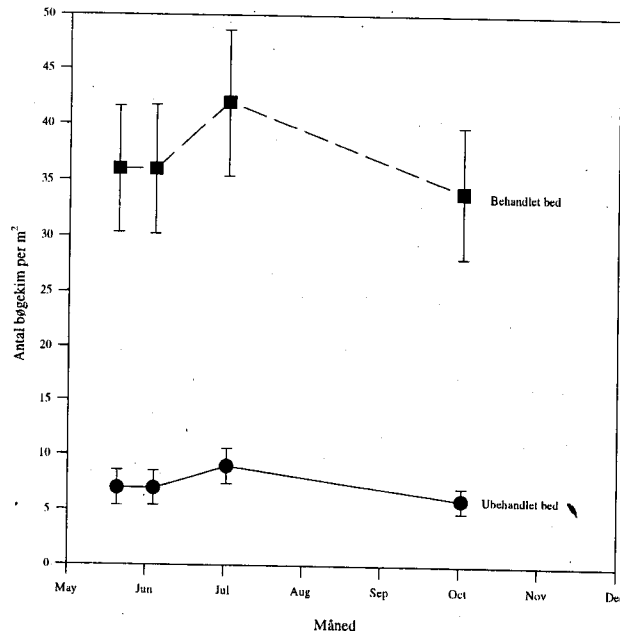
Tabel 10: Jordbehandlingens indflydelse på bøgens selvfornyingssucces. Antal er gennemsnitsværdier  $\pm$  standardafvigelse. N = prøvestørrelsen. Forskellen mellem den ubehandlede skovbund og skovbund med 1 x fræsning er testet ved  $\chi^2$ -test.

	A			B			C			B-C
	Total			Ubehandlet bed			Bed med			
	(behandlet-ubehandlet)			N=91			1xfræsning			
Antal bøgekim per m <sup>2</sup> 20.5.1996	22 $\pm$ 42	7 $\pm$ 15	36 $\pm$ 54	22 $\pm$ 42	7 $\pm$ 15	36 $\pm$ 54	22 $\pm$ 42	7 $\pm$ 15	36 $\pm$ 54	p < 0.0005
Antal bøgekim per m <sup>2</sup> 3.6.1996	25 $\pm$ 49	9 $\pm$ 15	42 $\pm$ 63	22 $\pm$ 43	7 $\pm$ 15	36 $\pm$ 55	25 $\pm$ 49	9 $\pm$ 15	42 $\pm$ 63	p < 0.0005
Antal bøgekim per m <sup>2</sup> 1.7.1996	20 $\pm$ 43	6 $\pm$ 11	34 $\pm$ 56	25 $\pm$ 49	9 $\pm$ 15	42 $\pm$ 63	20 $\pm$ 43	6 $\pm$ 11	34 $\pm$ 56	p < 0.0005
Antal bøgekim per m <sup>2</sup> 29.9.1996	5	1	9	20 $\pm$ 43	6 $\pm$ 11	34 $\pm$ 56	5	1	9	p < 0.0005
Procent bøgekim per m <sup>2</sup> 20.5.1996 af antal spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup> i april 1996	5	1	9	5	1	9	5	1	9	p < 0.0005
Procent bøgekim per m <sup>2</sup> 3.6.1996 af antal spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup> i april 1996	5	2	11	5	2	11	5	2	11	p < 0.0005
Procent bøgekim per m <sup>2</sup> 1.7.1996 af antal spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup> i april 1996	4	1	9	4	1	9	4	1	9	p < 0.0005
Procent bøgekim per m <sup>2</sup> 29.9.1996 af antal spiringsdygtige bog per m <sup>2</sup> i april 1996										

idet andelen af spiringsdygtige bog var ens i de to bedtyper, og pilotforsøg viser, at mus skelner mellem spiringsdygtige og dårlige bog. Det må således være en højere grad af omsætning via svampe og /eller forrådnelse, som er årsag til, at kun ca. halvt så mange bog genfindes, når de nedmulses. Disse resultater er i modstrid med Madsen og Larsens hypoteser (Madsen & Larsen, 1995) om at mus foretrækker at fouragere i en behandlet skovbund, og derfor æder flere bog her.

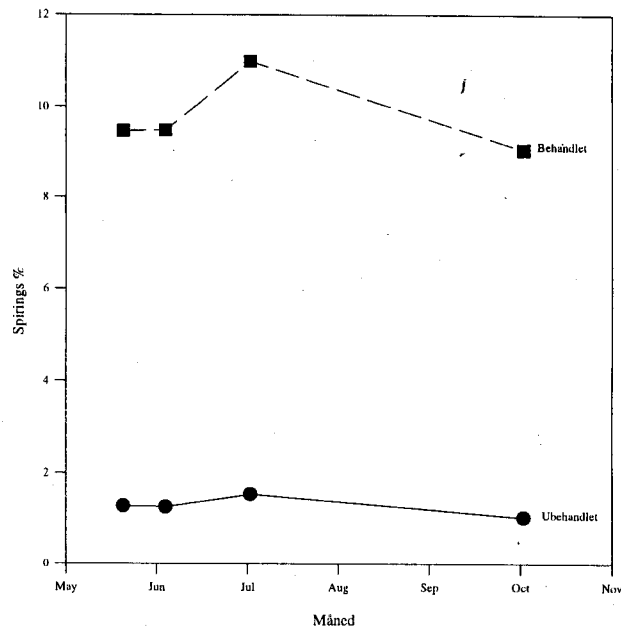
### 3.4.2 Bøgekimplanter

For at sammenligne fremspiringen og overlevelsen af bøgekimplanter mellem det behandlede bed og det ubehandlede bed, er antallet af bøgekimplanter per m<sup>2</sup> og antallet af bøgekimplanter som procent af antallet af potentielt spiringsdygtige bog i april 1996 udregnet. Der var signifikant flere bøgekimplanter i det behandlede bed end i det ubehandlede bed ved alle fire optællinger ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test), og en signifikant større andel af de spiringsdygtige bog blev til kimplanter i det behandlede bed ( $p < 0,0005$ ;  $\chi^2$ -test) (Tabel 10, Fig. 12 og Fig. 13). Sammenholdt med resultatet af optællingerne af bog kan det konkluderes, at jordbehandlingens negative effekt på overvintringen af bog (knap en halvering) langt overgås af den positive effekt på fremspiringen af bøgekimplanterne (knap 10 % spiring i den jordbehandlede skovbund mod godt 1 % i den ubehandlede skovbund).



Figur 12: Antal bøgekim per m<sup>2</sup> i behandlet og ubehandlet bed fra den 20. maj 1996 til den 29. september 1996. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



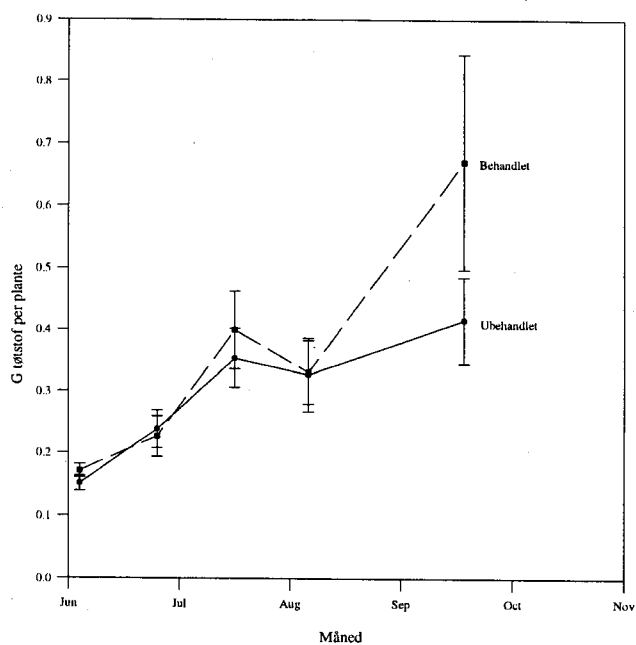


Figur 13: Spiringsprocent per m<sup>2</sup> af bøgekim i forhold til antal spiringsdygtige bog i april 1996 for behandlet og ubehandlet skovbund.

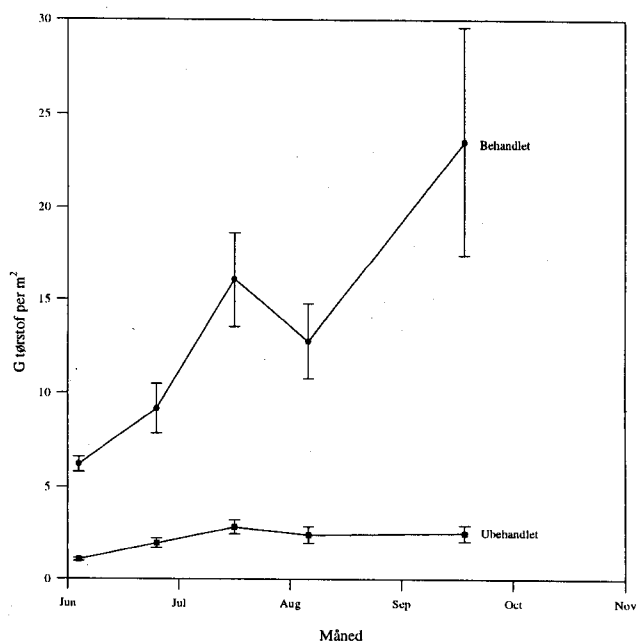
### 3.4.3 Biomasse

For at vurdere om jordbehandling har nogen effekt på biomassen af bøgekimplanter, er gram tørstof per plante (Fig. 14), biomassen (Fig. 15) og procent tørstof i bøgekimplanter (Fig. 16) udregnet for det ubehandlede og det behandlede bed. I starten af vækstsæsonen har jordbehandlingen ikke nogen effekt på den enkelte plantes vækst, målt i gram tørstof per plante, men fra den 6. august til den 18. september stiger tørstof vægten per plante mere i det behandlede bed end i det ubehandlede bed (Fig. 14). Biomassen af bøgekimplanter er størst i de behandlede bede gennem hele vækstsæsonen (Fig. 15). I forårsperioden skyldes denne forskel udelukkende antallet af bøgekimplanter per m<sup>2</sup> (Fig. 12), men i august og september betyder de bedre vækstforhold i det behandlede bed, at biomassen forøges som funktion af de enkelte bøgekimplanters hurtigere vækst. De gode vækstforhold i det behandlede bed betyder, at den enkelte bøgekimplante i slutningen af september, i gennemsnit, har forøget sit tørstofindhold med ca. 60 % mere end for planterne i det ubehandlede bed.

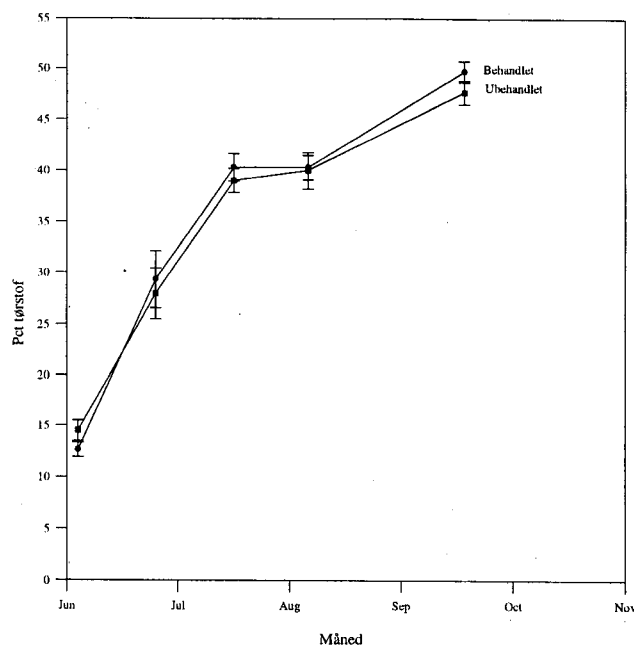
Jordbehandlingen har ingen indflydelse på tørstofprocenten i bøgekimplanter i den første vækstsæson (Fig. 16).



Figur 14: Gram tørstof per bøgkeim i behandlede og ubehandlede bede fra den 4. juni til den 18. september. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



Figur 15: Biomassen af bøgkeim angivet som tørstof per  $m^2$  i behandlede og ubehandlede bede fra den 4. juni til den 18. september. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



Figur 16: Procent tørstof per bogekim i behandlede og ubehandlede bede fra den 4. juni til den 18. september. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

### 3.5 Mus og rådyrs betydning for foryngelsessucces

Da vildthejn og musehegn først blev opsat i begyndelsen af april 1996, kan de ikke have haft indflydelse på bogenes overlevelse gennem vinteren. Test af antal spiringsdygtige bog i de forskellige hegnstyper viser ingen forskel.

De midlertidige vildthejn og de midlertidige musehegn blev først fjernet efter optællingen den 1. juli 1996. Derfor er de midlertidige hegn ikke forskellige fra de permanente hegn med hensyn til græsningstryk ved de første tre optællinger. Antallet af bogekimplanter per  $m^2$  i de midlertidige og permanente hegn er dog udregnet og testet for alle fire optællingstidspunkter, for ikke at overse eventuelle forskelle, som ikke skyldes græsning.

#### 3.5.1 Rådyr

For at vurdere den tidlige effekt af rådyr sammenlignes de tre første optællinger af de uhegnede og de vildthegnede områder. Under de vildthegnede områder kan medregnes de midlertidigt vildthegnede (til og med den 1. juli), idet områderne har været under hegn, og der ikke var forskel på antallet af bogekimplanter per  $m^2$  i denne periode.

Der var signifikant færre bogekimplanter i de uhegnede områder end i de vildthegnede områder ( $p < 0,0005$ ,  $\chi^2$ -test), dog var der ikke forskel i andelen af bogekimplanter, der overlevede fra den 20. maj til den 3. juni og fra den 3. juni til den 1. juli (Tabel 11 a, b og c; Fig. 17). Hvis rådyrene fouragerer på bogekimplanterne, må det således ho-

Tabel 11a: Mus og rådyrs betydning for bøgens selvfornyingssucces. Antal er gennemsnitsværdier ± standardafvigelsen. N=prøvestørrelse.

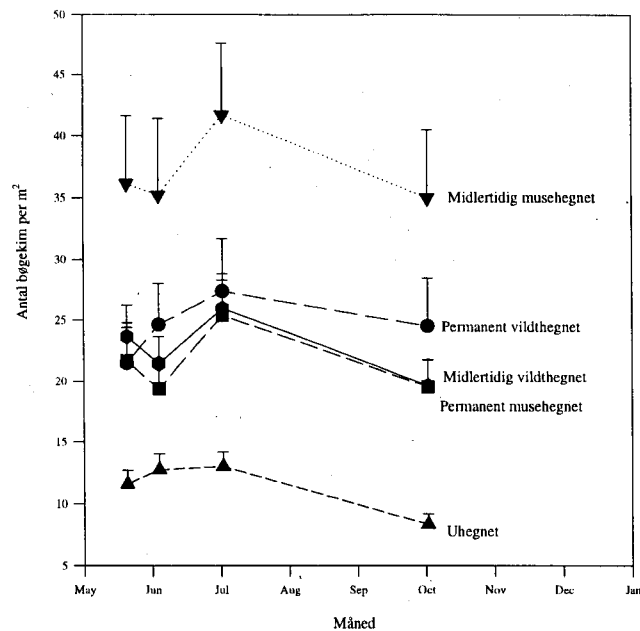
Optællingsstidspunkt	A		B		C		D		E		F	
	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 43	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 82	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 40	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 42	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 24	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96 N = 34
20.5.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	12 ± 17	23 ± 45	24 ± 39	21 ± 51	36 ± 63	22 ± 38	21 ± 51	36 ± 63	22 ± 38	22 ± 38	22 ± 38
3.6.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	13 ± 20	23 ± 44	21 ± 33	25 ± 52	35 ± 71	19 ± 34	25 ± 52	35 ± 71	19 ± 34	19 ± 34	19 ± 34
1.7.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	13 ± 18	27 ± 55	26 ± 42	27 ± 66	42 ± 68	25 ± 40	27 ± 66	42 ± 68	25 ± 40	25 ± 40	25 ± 40
29.9.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	8 ± 13	22 ± 48	19 ± 31	24 ± 61	35 ± 63	20 ± 30	24 ± 61	35 ± 63	20 ± 30	20 ± 30	20 ± 30
3.6.96	Procent bøgelim af antal bøgelim	110	102	91	115	97	89	115	97	89	89	89
1.7.96	Procent bøgelim af antal bøgelim	102	116	121	111	118	131	111	118	131	131	131
29.9.96	Procent bøgelim af antal bøgelim	64	83	76	89	84	77	89	84	77	77	77

Tabel 11b: Statistisk vurdering af mus og rådyrs betydning for selvfornyingssucces. Forskellen mellem hegningsstyperne er testet ved X<sup>2</sup>-test.

Optællingsstidspunkt	A-B		A-C		A-D		A-E		A-F		B-E	
	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96	Uhegnet	Vildtheget til og med 1.7.96
April 1996	Gode bog per m <sup>2</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
20.5.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	p < 0,0005	-	-	-	-	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005
3.6.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	p < 0,0005	-	-	-	-	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005
1.7.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	p < 0,0005	-	-	-	-	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005
29.9.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	-	p < 0,0005	-	-	-	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	p < 0,0005	-	-
3.6.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1.7.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
29.9.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	-	ns	p < 0,025	ns	ns	ns	p < 0,05	ns	ns	ns	ns

Tabel 11c: Statistisk vurdering af mus og rådyrs betydning for selvfornyingssucces. Forskellen mellem hegningsstyperne er testet ved X<sup>2</sup>-test.

Optællingsstidspunkt	B-F		C-D		C-E		C-F		D-E		D-F		E-F	
	Vildtheget til og med 1.7.96	Permanent	Midlertidig vildtheget	Permanent	Midlertidig vildtheget	Midlertidig vildtheget	Permanent	Midlertidig vildtheget	Permanent	Midlertidig vildtheget	Permanent	Midlertidig vildtheget	Permanent	Midlertidig vildtheget
April 1996	Gode bog per m <sup>2</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
20.5.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	p < 0,0005
3.6.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	p < 0,0005
1.7.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	p < 0,0005
29.9.96	Antal bøgelim per m <sup>2</sup>	-	-	p < 0,05	p < 0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	p < 0,0005
3.6.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	ns	ns	p < 0,0005	p < 0,0005	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1.7.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
29.9.96	Andel bøgelim af antal bøgelim	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns



Figur 17: Hegningernes betydning for bøgens selvfor yngelses-succes målt som antal bøgkimer per m<sup>2</sup>. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

vedsageligt være foregået før den 20. maj. Fra den 20. maj til den 1. juli er mængden af bøgkimplanter, som forsvinder i de hegnede og de uhegnede områder, tilnærmelsesvis ens. Dette tyder på, at reduktionen i antallet af kimplanter i denne periode må være forårsaget af andet end rådyrgræsning.

En eventuel sen fouragering af rådyr undersøges ved at sammenligne de permanente vildtheget med de midlertidige vildtheget efter sløjfning. Ved de tre første optællinger var der ikke forskel på antallet af bøgkimplanter per m<sup>2</sup> mellem de midlertidige og de permanente vildtheget, men ved fjerde optælling var der signifikant flere bøgkimplanter per m<sup>2</sup> inden for de permanente vildtheget ( $p < 0,0025$ ,  $\chi^2$ -test). Dette kan indikere en sen fouragering af rådyr, men når andelen af bøgkimplanter der overlever fra 1. juli til 29. september sammenlignes, er der ikke nogen signifikant forskel mellem de midlertidige og de permanente vildtheget (Tabel 11a, b og c). At der er en signifikant forskel mellem de midlertidige og de permanente vildtheget i antallet af bøgkimplanter per m<sup>2</sup> den 29. september, men ikke nogen signifikant forskel på overlevelsen fra den 1. juli til den 29. september, kan forklares ved, at der allerede fra den 3. juni var færre bøgkimplanter inden for de midlertidige vildtheget end inden for de permanente. Den andel bøgkimplanter, der forsvinder inden for de midlertidige vildtheget, er dog ikke stor nok til at være signifikant forskellig fra den andel, der forsvinder inden for de permanente vildtheget. Overlevelsen af bøgkimplanter fra den 1. juli til den 29. september tyder derfor ikke på nogen sen fourageringseffekt af rådyr. At der måske alligevel kan være en sen effekt af rådyr indikeres af, at der er en større andel af bøgkimplanter, der overlever fra 1. juli til 29. september inden for de permanente vildtheget end på de uhegnede områder.

### 3.5.2 Mus

Den tidlige effekt af mus belyses ved at sammenligne musehegningerne med vildthegningerne. Inden for vildthegningerne har musene frit spillerum, mens musehegnene både udelukker mus og rådyr. Der var signifikant flere bøgekimplanter per  $m^2$  inden for de midlertidige musehegn end inden for de permanente musehegn ved alle fire optællinger (Tabel 11 a, b og c) Derfor må de to typer behandles for sig, for hele perioden. Forskellen mellem de midlertidige og de permanente musehegn kan ikke være forårsaget af forskel i græsningstryk, da de to hegningstyper ikke var forskellige før efter 1. juli. Dette understreges også af, at der ikke var forskel på overlevelsen af bøgekimplanterne fra gang til gang mellem de to hegningstyper. Forklaringen må derfor søges et andet sted.

Der er flere permanente musehegn i område 1 end i område 2, og da der er forskel i antallet af bøgekimplanter mellem de to områder, kunne dette være en mulig forklaring. For at undersøge dette, er der foretaget test for henholdsvis alle permanente musehegn og kun de permanente musehegn, som er placeret ens i de to områder. Testene viser, at der ikke er forskel på, om man bruger alle de permanente musehegn eller kun de, som er placeret ens i de to områder. Af denne grund er alle permanente musehegn anvendt i beregningerne. Det høje antal bøgekimplanter inden for de midlertidige musehegninger kan således ikke forklares af de parametre, som falder inden for rammerne af denne undersøgelse.

Ved de tre første optællinger var der signifikant flere bøgekimplanter per  $m^2$  inden for de midlertidige musehegn end inden for vildthegnene. Når vildthegn sammenlignes med de permanente musehegn, er der ingen forskel i antallet af bøgekimplanter per  $m^2$ . Når andelen af bøgekimplanter fra optælling til optælling vurderes, er der ingen forskel mellem vildthegnene og de to typer af musehegn.

Under antagelse af, at det høje antal bøgekimplanter inden for de midlertidige musehegn ikke er forårsaget af, at mus er ekskluderet fra områderne, tyder resultatet af sammenligningen mellem vildthegn og musehegn på, at der ikke er nogen mærkbar musefouragering på bøgekimplanter i det tidlige forår.

For at vurdere, om musene æder kimplanter i efteråret, sammenlignes de midlertidige musehegn og de permanente musehegn for optællingen den 29. september. De midlertidige musehegn er placeret inden for de permanente vildthegn, så når musehegnene hæves, får mus adgang, medens rådyr stadig ekskluderes fra områderne. De permanente musehegn ekskluderer som før nævnt både mus og rådyr. Da der fra starten var signifikant flere bøgekimplanter per  $m^2$  inden for de midlertidige musehegn end inden for de permanente, er det ikke muligt at sige noget om den sene fourageringseffekt af mus ud fra antallet af bøgekimplanter. Når andelen af bøgekimplanter, der overlever fra den 1. juli til den 29. september vurderes, er der ikke forskel på de midlertidige og de permanente musehegn. Ud fra disse resultater kan vi således heller ikke dokumentere, at der er nogen mærkbar musefouragering på bøgekimplanter i efterårsperioden.

Det kan derfor konkluderes, at det kun er meget begrænsede skadevirkninger, som selv en relativ stor musebestand anretter på bog og bøgekimplanter i og efter et oldenår i Hestehave skov.

### 3.5.3 Samlet vurdering af prædation på bøgekimplanter

Hvis materialet opgøres på både hegnstyper og jordbehandling, som det fremgår af tabel 12, bliver det klart, at det er formålsløst at hegne, hvis der ikke sker nogen form for jordbearbejdning af skovbunden i forbindelse med oldenfald. Antallet af bøgekimplanter i de ubehandlede bed, uanset hegnstype, ligger så lavt (3-6 planter per m<sup>2</sup>), at de øjensynligt ikke udgør nogen attraktiv føderessource for rådyr eller mus. Således er det udelukkende de fysiske forhold omkring overvintring og spiring, som bestemmer antallet af bøgekimplanter i den ubehandlede bøgeskovbund i Hestehave skov.

Lykkes det imidlertid at få et større antal bog til at spire, som ved jordbehandling, betyder rådyrenes fouragering på kimplanterne en reduktion på ca. 75 %. Ud fra dette materiale kunne det ikke påvises, at mus fouragerede på kimplanter, idet antallet af kimplanter per m<sup>2</sup> under jordbehandlet vildtheegn (med adgang for mus) var højere eller lig med kimplantetætheden i de jordbehandlede permanente musehegn.

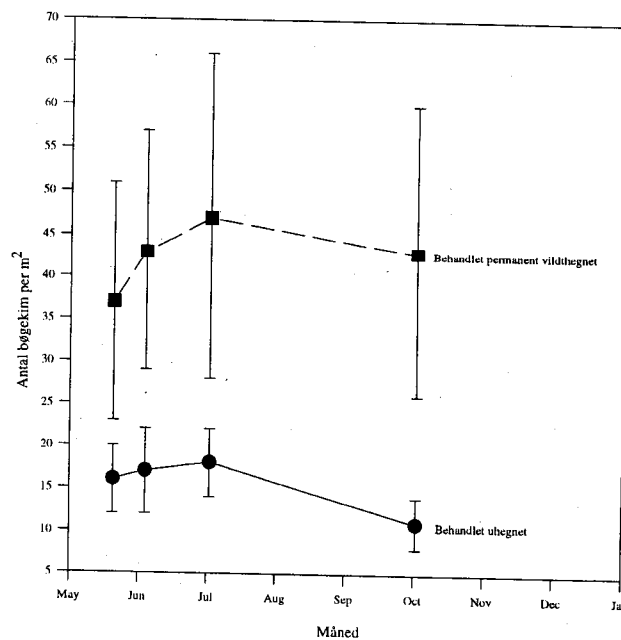
Disse resultater stiller det generelle spørgsmål, om det kan lade sig gøre at selvforynge bøg, hvor der er en relativ tæt rådyrbestand uden anvendelse af hegn, men med den rette jordbearbejdning?

Tabel 12: Antal bøgekim per m<sup>2</sup> ved optælling den 29.9.96 fordelt på hegningstyper og underinddelt på jordbehandlingstype. Værdierne er angivet som gennemsnit + standardafvigelse. Antal bøgekim per m<sup>2</sup> for hver hegnings- og behandlingstype er testet mod det totale antal ved X<sup>2</sup>-test.

Hegning	Jordbehandling	N	Antal bøgekim per m <sup>2</sup>	Statistisk vurdering i forhold til total
Uhegnet	Ubehandlet	22	6 ± 12	p < 0.0005
	Behandlet	21	11 ± 15	p < 0.0005
Permanent vildtheget	Ubehandlet	20	4 ± 6	p < 0.0005
	Behandlet	22	43 ± 80	p < 0.0005
Midlertidig vildtheget	Ubehandlet	19	4 ± 8	p < 0.0005
	Behandlet	21	34 ± 38	p < 0.0005
Permanent museheget	Ubehandlet	18	3 ± 8	p < 0.0005
	Behandlet	16	38 ± 35	p < 0.0005
<b>Total</b>		<b>183</b>	<b>20 + 43</b>	

For uhegnede arealer er det resulterende antal bøgekimplanter per  $m^2$   $6\pm 12$ ,  $11\pm 15$ ,  $20\pm 23$  og  $25\pm 22$  for henholdsvis ubehandlet, fræset efter oldenfald, fræset før og efter oldenfald og både mineraljordsblottet og fræset før og efter oldenfald (de to sidste jordbehandlingstyper er ikke behandlet i detaljer i denne rapport). Disse resultater viser, at en effektiv jordbehandling, på trods af rådyrenes fouragering i planternes første vækstsæson, sikrer et stort antal tilbageværende kimplanter. Det gennemsnitlige antal bøgekimplanter ved den mest effektive jordbehandling lever dog ikke helt op til de 50 kimplanter per  $m^2$ , som forlanges af en god selvforyngelse (E. Møller pers. medd.). Det stigende antal bøgekimplanter med stigende jordbearbejdningseffektivitet viser, at rådyrene, uanset tiltrækningseffekt, ikke æder så mange kimplanter, at den positive effekt ved den effektive jordbearbejdning forsvinder. Denne kendsgerning kan lede til hypotesen, at det måske var muligt at overmætte rådyrene ved etablering af større arealer af selvforyngelse, og derved sikre en tilstrækkelig bøgeopvækst.

Når resultaterne for de behandlede frøbede opgøres for de fire prøvetagningstidspunkter (Fig. 18), fremgår det, at rådyrene æder en stor del af de fremspirende bøgekimplanter allerede inden den 20. maj. I perioden fra den 20. maj til den 1. juli er der derimod ikke signifikant forskel på bøgekimplanternes overlevelse inden for eller uden for hegnene (Tabel 13).



Figur 18: Antal bøgekim per  $m^2$  for behandlet skovbund på uhegnede arealer og inden for permanente vildthege. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.



Tabel 13: Bøgekimenes overlevelsesprocent fra optælling til optælling for behandlet skovbund på uhegnede områder i forhold til permanent hegnede områder. N = prøvestørrelse. Forskellen mellem det uhegnede og det permanent vildthegnede er testet ved  $\chi^2$ -test.

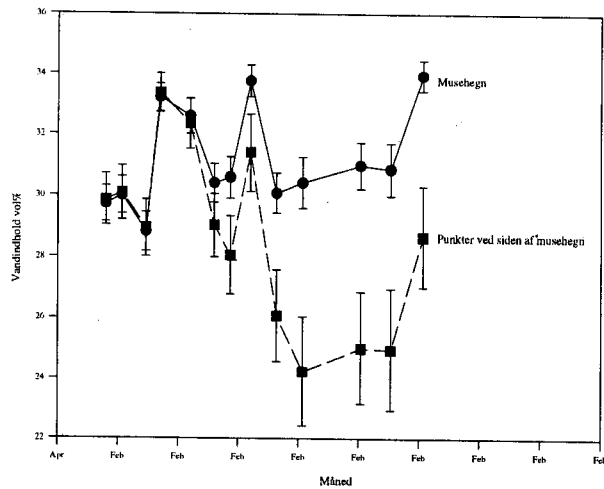
		A	B	Statistisk vurdering
		Behandlet	Behandlet	
		uhegnet	permanent vildtheget	A-B
		N = 21	N = 22	
3.6.96	Procent af antal bøgekim 20.5.96 per $^2m$	102	116	ns
1.7.96	Procent af antal bøgekim 3.6.96 per $^2m$	106	111	ns
29.9.96	Procent af antal bøgekim 1.7.96 per $^2m$	60	91	p < 0.025

Det kan dog også vises, at rådyrene fouragerer på bøgekimplanterne efter den 1. juli, idet dødeligheden for bøgekimplanterne var signifikant højere uden for de hegnede områder i efterårsperioden ( $p < 0,025$ ,  $\chi^2$ -test). Dette resultat strider imod vores hypotese om, at det kunne være tilstrækkelig beskyttelse af bøgekimplanterne, hvis der var hegnet fra fremspiring til 1. juli. Denne hypotese er begrundet i bøgebladernes kemiske udvikling. Allerede efter få uger er proteinindholdet faldet markant og fiberindholdet steget tilsvarende (Olesen, C. R. upubl.). Denne udvikling gør ressourcen mindre attraktiv for rådyrene. Imidlertid udvikler bøgekimplanterne to sæt blade ud over kimbladene gennem første vækstsæson. De friske nyudfoldede "blivende blade" vil være tilgængelige og attraktive for rådyrene i perioden efter den 1. juli. Dette forhold er sandsynligvis forklaringen på den observerede rådyrfouragering på bøgekimplanterne i efterårsperioden.

### 3.6 Skovbundens fugtighed

Musehegnene er gravet 30 cm ned i jorden, hvilket medfører, at alle træerødder over 30 cm dybde er skåret over. På trods af hegnets netopbygning giver det læ til området indenfor. De manglende rødder og den dermed reducerede vandtransport samt den nedsatte vindpåvirkning, giver anledning til at forvente en højere jordfugtighed inden for musehegnene.

Den gennemsnitlige jordfugtighed inden for musehegnene og for målepunkter lige uden for musehegnene er angivet i tabel 14 og figur 19 og testet ved en t-test (variansanalyse) for hver måledato. Fra den 25. april til den 6. juli var der ikke forskel mellem jordfugtigheden inden for musehegnene og jordfugtigheden lige udenfor musehegnene, men fra den 19. juli var jordfugtigheden signifikant højere inden for musehegnene ( $p < 0,025$ ; student t-test). Den reducerede vandopsugning fra træerødder og den nedsatte vindpåvirkning har altså medført en højere jordfugtighed, som kan have haft indflydelse på bøgekimplanternes vækstforhold. Da forskellen først fremkom efter midten af juli, har dette forhold sandsynligvis ikke haft indvirkning på spiringsforholdene.



Figur 19: Jordfugtighed indenfor musehegn og i punkter lige ved siden af musehegn, fra den 25. april 1996 til den 30. september 1996. Jordfugtigheden er angivet i vol%. Standardfejl er angivet som vertikale bjælker.

Tabel 14: Gennemsnitlig jordfugtighed angivet i vol% (TDR) for musehegn og målepunkter udenfor musehegnene (Nabo). Målinger for hver dato er testet ved Student t-test (variansanalyse).

Dato	TDR Musehegn	TDR Nabo	Statistisk vurdering Musehegn - Nabo
25.4.96	29.72 ± 2.34	29.86 ± 3.23	ns
3.5.96	30.00 ± 2.40	30.08 ± 3.40	ns
15.5.96	28.81 ± 2.51	28.94 ± 3.60	ns
22.5.96	33.20 ± 1.88	33.36 ± 2.52	ns
3.6.96	32.58 ± 2.26	32.34 ± 3.22	ns
18.6.96	30.40 ± 2.53	29.03 ± 4.00	ns
26.6.96	30.58 ± 2.68	28.05 ± 4.94	ns
6.7.96	33.76 ± 2.11	31.39 ± 4.87	ns
19.7.96	30.07 ± 2.60	26.07 ± 5.83	p = 0.0247
1.8.96	30.41 ± 3.32	24.23 ± 7.03	p = 0.0059
30.8.96	30.97 ± 3.04	25.00 ± 7.14	p = 0.0078
14.9.96	30.85 ± 3.45	24.95 ± 7.74	p = 0.0138
30.9.96	33.95 ± 2.08	28.65 ± 6.39	p = 0.0074

### 3.7 Lysintensitet i skovbunden

Leaf Area Index (LAI) er et mål for, hvor meget lys der trænger igennem kronelaget på den gamle bøgeskov. LAI er omvendt korreleret med den tilgængelige lysmængde. LAI er målt den 26. juni. For at undersøge om lys har nogen effekt på selvforryngelsen af bøg, er Spearman's Rank Korrelations koefficient udregnet mellem LAI den 26. juni og antal bøgekimplanter i de behandlede og hegnede bede den 20. maj, den 3. juni, den 1. juli og den 29. september (Tabel 15). LAI var ikke korreleret med antal bøgekimplanter for nogle af optællingerne. Lysmængden i skovbunden har således ingen direkte indflydelse på bogens mulighed for at spire. Lysmængden kan dog have indflydelse på, hvilke andre planter, som vokser i skovbunden og dermed på tilstedeværelsen af arter som konkurrerer med bøgekimplanterne.

### 3.8 Skovbundsfloraen og konkurrenceforhold

Dækningsgradsanalyse af urtevegetationen på alle de udvalgte målepunkter blev udført samtidig med optællingen af bøgekimplanter i maj og juli 1996. Der blev i alt fundet 32 forskellige arter (Tabel 16). For at vurdere om enkelte plantearter har en negativ effekt på forekomsten af bøgekimplanter, er Pearson's Produkt-moment Korrelationskoefficient (Økland 1990) udregnet mellem bøgekimplanter og alle plantearter, som forekommer mere end fem gange.

Test af korrelation mellem arter bør kun udføres i situationer med lav beta-diversitet (Økland 1990). Beta-diversitet er et udtryk for ændring i artssammensætningen langs en gradient. For at få et mål for beta-diversiteten er der lavet en Detrended Correspondence Analysis (DCA) på artsdatasættet. Her er gradientlængden, som angives i SD-enheder, et udtryk for beta-diversiteten (Økland 1990). Gradientlængden på førsteaksen i DCA er 2,537 SD og på andenaksen 1,716 SD, hvilket svarer til en relativ lav beta-diversitet (Økland 1990). Gradientlængden fortæller samtidig noget om, hvorvidt arterne kan antages at have en lineær eller klokkeformet responskurve til de underliggende gradienter. Hvis gradientlængden er mindre end 1,5 antages det, at arterne har en lineær respons, og hvis den er over 1,5 antages det, at responskurven er klokkeformet (Eilertsen et al. 1990). Forudsætningerne for at lave Pearson's Produkt-moment Korrelation antages derfor at være opfyldt.

Tabel 15: Spearmans rank korrelations koefficient for korrelation mellem LAI & antal bøgekim i behandlede, hegnede bede.

	LAI 26.6.96	
	$r_s$	p
Antal bøgekim 20.5.96	-0,1395	p = 0.4102
Antal bøgekim 3.6.96	-0,1780	p = 0.2919
Antal bøgekim 1.7.96	-0,1377	p = 0.4162
Antal bøgekim 29.9.96	-0,2489	p = 0.1374

Tabel 16: Artsliste og antal forekomster for alle arter som er registreret indenfor forsøgsområdet. Arterne er sorteret efter antallet af forekomster. Det totale antal målepunkter = 101.

Artsnavn (Latin)	Artsnavn (Dansk)	Antal forekomster
<i>Anemone nemorosa</i>	Hvid Anemone	97
<i>Fagus sylvatica</i> kim	Bøge-kim	82
<i>Melica uniflora</i>	Enblomstret Flitteraks	81
<i>Oxalis acetosella</i>	Skovsyre	46
<i>Galium odoratum</i>	Skovmærke	42
<i>Fraxinus excelsior</i> kim	Aske-kim	31
<i>Fraxinus excelsior</i> opvækst	Aske-opvækst	30
<i>Acer pseudoplatanus</i> kim	Ær-kim	29
<i>Milium effusum</i>	Milliegræs	23
<i>Hordelymus europaeus</i>	Skovbyg	22
<i>Veronica montana</i>	Bjerg Ærenpris	22
<i>Ficaria verna</i>	Vorterod	18
<i>Carex sylvatica</i>	Skov Star	14
<i>Acer pseudoplatanus</i> opvækst	Ær-opvækst	13
<i>Lapsana communis</i>	Haremad	8
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Alm. Mangeløv	7
<i>Urtica dioeca</i>	Stor Nælde	7
<i>Fagus sylvatica</i> opvækst	Bøge-opvækst	6
<i>Athyrium filix-femina</i>	Fjerbregne	5
<i>Circaea lutetiana</i>	Dunet Steffensurt	4
<i>Rubus fruticosus</i>	Brombær	4
<i>Geranium robertianum</i>	Stinkende Storkenæb	3
<i>Stelaria holostea</i>	Stor Fladstjerne	3
<i>Carex remota</i>	Aksblomstret Star	2
<i>Carex polyphylla</i>	Mellembrodt Star	1
<i>Chaemenerion angustifolium</i>	Gederams	1
<i>Dactylis polygama</i>	Skov Hundegræs	1
<i>Galium aparine</i>	Burre Snerre	1
<i>Mercurialis perennis</i>	Alm. Bingelurt	1
<i>Moehringia trinervia</i>	Skovarve	1
<i>Scrophularia nodosa</i>	Knoldet Brunrod	1
<i>Stachys sylvatica</i>	Skov Galtetand	1

Pearson's Produkt-moment Korrelationskoefficient er udregnet mellem bøgekimplanter og plantearter for henholdsvis kvantitative og kvalitative data. Desuden er Pearson's Produkt-moment Korrelationskoefficient mellem bøgekimplanter og det areal, som ikke er dækket af andre planter end bøg (100% minus (den totale dækning (%) minus dækning af bøgekimplanter(%))) omregnet til dækningsgradsskalaen, udregnet for det kvantitative datasæt. Pearson's Produkt-moment Korrelationskoefficient samt p-værdien er angivet i tabel 17 for de arter, hvor p-værdien er mindre end 0,1.

Tabel 17: Pearson's product-moment korrelations koefficient mellem bøgekim og arter med signifikant eller næsten signifikant korrelation, for kvantitative og kvalitative data.

Navn	Navn	r	Statistisk vurdering
<b>Kvantitativ</b>			
	Udækket bund	0,3171	p = 0.0075
<i>Anemone nemorosa</i>	Hvid anemone	-0,2313	p = 0.0541
<i>Athyrium filix-femina</i>	Fjerbregne	-0,2238	p = 0.0625
<b>Kvalitativ</b>			
<i>Carex sylvatica</i>	Skovstar	-0,2694	p = 0.0241
<i>Oxalis acetocella</i>	Skovsyre	-0,2299	p = 0.0556
<i>Ficaria verna</i>	Vorterod	0,2034	p = 0.0912

For det kvantitative datasæt var der signifikant positiv korrelation mellem dækningsgraden af bøgekimplanter og det udækkede areal, negativ korrelation mellem dækningsgraden af bøgekimplanter og hvid anemone (*Anemone nemorosa*) og negativ korrelation mellem dækningsgraden af bøgekimplanter og fjerbregne (*Athyrium filix-femina*). For hvid anemone og fjerbregnes vedkommende var p-værdien dog større end 0,05.

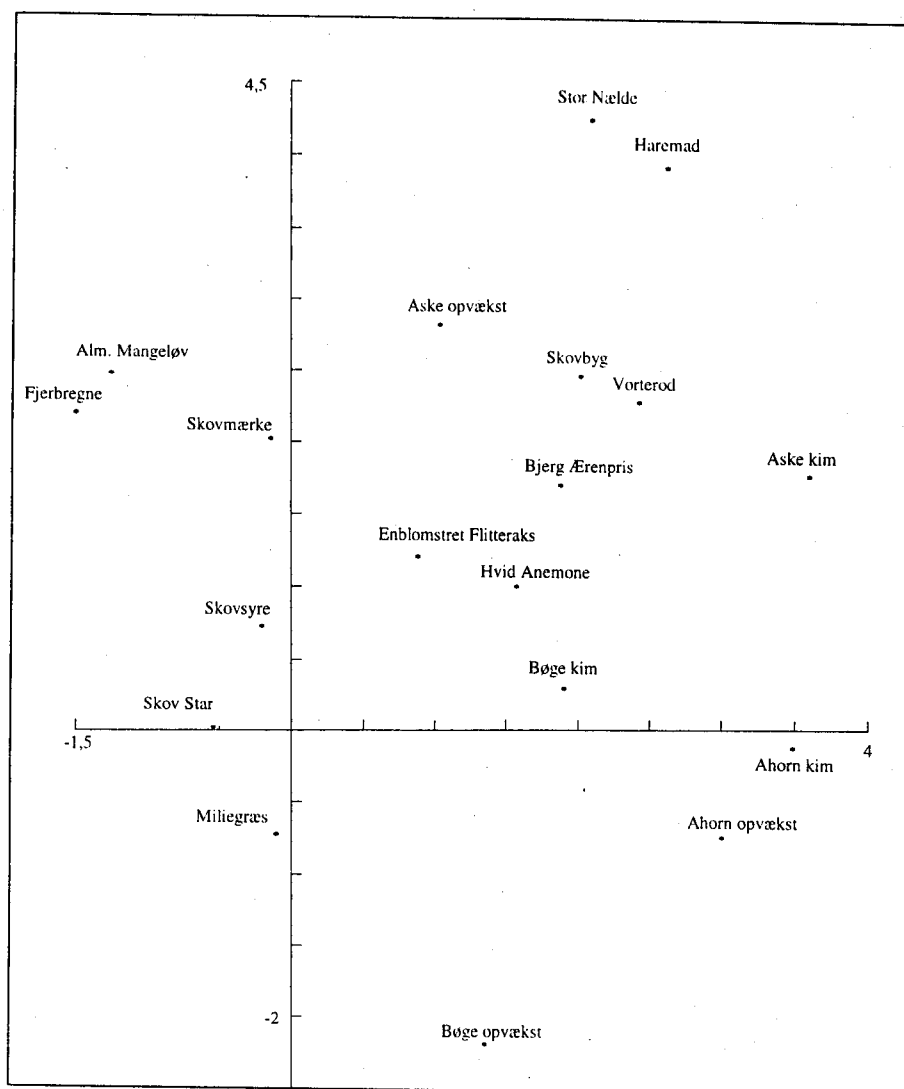
For det kvalitative datasæt var der signifikant negativ korrelation mellem dækningsgraden af bøgekimplanter og skovstar (*Carex sylvatica*). Der var negativ, men ikke signifikant korrelation mellem bøgekimplanter og skovsyre (*Oxalis acetocella*) og positiv men ikke signifikant korrelation mellem bøgekimplanter og vorterod (*Ficaria verna*). Den positive korrelation mellem bøgekimplanter og den udækkede bund kan betyde, at bøgen har bedre etableringsmuligheder, hvor der ikke er megen anden vegetation. Omvendt kan det også være en indikation af, at bøgekimplanterne udelukker opvækst af andre planter. Ca. halvdelen af målepunkterne findes på det behandlede bed, hvor der blev fræsset efter oldenfaldet 1995. Dette betyder, at der ikke er nogen nævneværdig vegetation på det behandlede bed i foråret 1996, hvor bøgen spirer.

Den negative korrelation mellem bøgekimplanter og skovstar under de kvalitative data betyder enten, at skovstar har en negativ effekt på bøgelyngelsen, eller at skovstar har præference for forhold, som er ugunstige for etableringen af bøg. Skovstar er flerårig og tuedannende, og dens vækst er dermed godt i gang, når bogene spirer.

### 3.8.1 Detrended Correspondence Analysis (DCA)

Ud fra de indsamlede data er der konstrueret en arts/målepunkts datamatrice, hvor den største af de to dækninggradsværdier for hver enkelt planteart i hvert målepunkt er angivet.

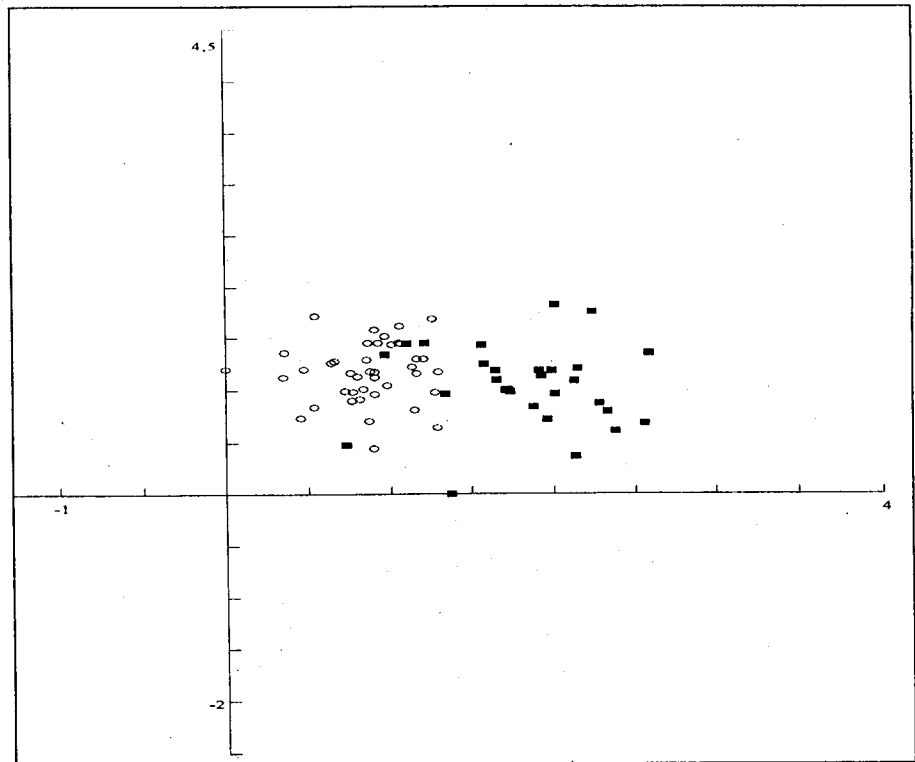
For at undersøge om der er forskel på vegetationssammensætningen på de enkelte målepunkter, er der foretaget en Detrended Correspondence Analysis (DCA) på artsdatasættet. Da DCA er følsom over for sjældne arter samt målepunkter med få arter (Økland 1990), er arter, som er registreret mindre end 5 gange samt målepunkter med



Figur 20: Spredningsdiagram over skovbundsarternes fordeling efter DCA på 70 målepunkter og 19 arter.

mindre end 5 arter, ikke medtaget i analysen. Disse forholdsregler resulterer i en analyse på 70 målepunkter og 19 arter. Figur 20 viser arternes indbyrdes fordeling, sådan at arter, der ligger tæt på hinanden ofte har samme økologiske krav. Figur 21 viser målepunkternes indbyrdes fordeling, sådan at målepunkter, hvis floristiske sammensætning ligner hinanden, ligger tæt sammen i diagrammet. Hvis afstanden mellem to målepunkter overstiger fire SD har de ingen arter tilfælles (Økland 1990). Afstanden mellem de to målepunkter, der ligger længst fra hinanden i dette materiale, er dog mindre end tre SD, så alle målepunkter har arter tilfælles. Hvis figur 20 og figur 21 kombineres er arter, som ligger til venstre i figur 20 karakteristiske for målepunkter, der ligger til venstre i figur 21, og arter som ligger til højre i figur 20 karakteristiske for målepunkter, der ligger til højre i figur 21.

Målepunkterne i figur 21 er inddelt i to grupper, hvor cirklerne er målepunkter i område 1 og firkanterne er målepunkter i område 2.



Figur 21: Spredningsdiagram over målepunkters indbyrdes fordeling efter DCA på 70 målepunkter og 19 arter. Cirkler er målepunkter i område 1 og firkanter er målepunkter i område 2.

Som det fremgår, er de to områder tydeligt forskellige i deres arts-sammensætning. Skovmærke (*Galium odoratum*) og skovsyre (*Oxalis acetocella*) er karakteristiske arter inden for område 1, medens de stort set ikke findes inden for område 2. Opvækst af ask (*Fraxinus excelsior*) og ær (*Acer pseudoplatanus*) samt de samme arters kimplanter er karakteristiske inden for område 2, og findes næsten ikke inden for område 1.

For at vurdere de undersøgte miljøfaktorers indbyrdes sammenhæng og deres indflydelse på vegetationssammensætningen i forsøgsområdet, er der opsat en miljømatrice over målepunkterne. Der er i alt undersøgt 14 faktorer. De undersøgte miljøfaktorer er: område 1, område 2, de tre zoner som forsøgsområdet er opdelt i, udækket areal (areal som ikke er dækket af andre planter end bøg omsat til dækningsgradsskalaen beregnet som  $(100\% \text{ minus (den totale dækning(\%) \text{ minus dækning af bøgekimplanter}(\%))$ ), Leaf Area Index (LAI), jordbehandling og hegningstyper. Ud fra artsdatasættet og miljødatasættet er der lavet en DCA-analyse. Når DCA udføres på artsdata sammen med miljødata, er en del af resultatet en vægtet korrelationsmatrice (Tabel 18), hvor korrelationen mellem de undersøgte miljøfaktorer er udregnet samt de enkelte miljøfaktorers korrelation med DCA-akserne.





De miljøfaktorer, der har den højeste numeriske korrelation med de to første DCA-akser, er mest forklarende for variationen i artsdatasættet. Som det fremgår af tabel 18, er der en god korrelation mellem områderne og den første DCA-akse. Det er således forskellen mellem de to områder, der forklarer den største del af artsvariationen.

Område 1 og 2 er henholdsvis negativt og positivt korreleret med det udækkede areal. Område 1 havde en meget tæt bundvegetation, mens vegetationen i område 2 var mere spredt. Område 1 og 2 er desuden stærkt korreleret med Leaf Area Indekset (LAI), område 1 negativt og område 2 positivt. Da Leaf Area Indeks, som før nævnt, er modsat korreleret med den tilgængelige lysmængde, betyder det, at der i område 1 trænger mere lys gennem kronelaget end i område 2. Forskellen i lysmængden mellem de to områder er altså en mulig forklaring på de floristiske forskelle. LAI er ikke korreleret med det udækkede areal, hvilket betyder, at den tilgængelige lysmængde tilsyneladende ikke har indflydelse på den totale vegetationsdækning.

De permanente vildthege er positivt korreleret med den første DCA-akse og de uhegnede områder er negativt korreleret med den første DCA-akse. Dette tyder på, at vildtets græsning også har en effekt på artssammensætningen.

Forsøgsområdet er inddelt i 3 zoner. Disse zoner er udtryk for en lysgradient. Zone 3 er den vestligste zone og altså den zone, hvor vi forventer den største lysintensitet i skovbunden. Zone 1 er positivt korreleret med Leaf Area Indekset og altså mørkest, mens zone 3 som forventet er negativt korreleret med Leaf Area Indekset og dermed lys. Zone 1 er negativt korreleret med den første DCA-akse, hvilket igen tyder på, at lys er afgørende for den floristiske sammensætning. Dog forholder det sig sådan, at lysgradienten, som er beskrevet af den negative korrelation mellem zone 1 og den første DCA-akse, vender omvendt i forhold til den, der er beskrevet, hvis lys er afgørende for de floristiske forskelle mellem område 1 og 2.

Jordbehandling har også en effekt på vegetationssammensætningen. De ubehandlede og behandlede bede er henholdsvis negativt og positivt korreleret med både den første og den anden DCA-akse.

### 3.8.2 Canonical Correspondence Analysis (CCA)

For at teste hvilke af de undersøgte miljøfaktorer, der er mest betydningsfulde for variationen i artsdatasættet, er der i forbindelse med en Canonical Correspondence Analysis (CCA) udført forward selection på miljøfaktorerne. Resultatet af forward selection kan ses i tabel 19. Variationen i artsdatasættet angives som inerti. Den totale inerti er et udtryk for den totale variation i artsdatasættet (øverst i Tabel 19). Inerti forklaret af alle variable (anden linje i Tabel 19) er et udtryk for, hvor meget af variationen de undersøgte variable tilsammen forklarer. Ved forward selection udvælges først den variabel, der forklarer mest af variationen i artsdatasættet. Om den forklarede variation er signifikant eller ej testes ved en Monte Carlo permutationstest. Hvis variationen er signifikant, føjes variabelen til analysen. Herefter

udvælges den variabel, der tilføjer mest ny information til modellen. Om den nye variabel forklarer en signifikant del af den tilbageværende variation, testes ved en Monte Carlo permutationstest. Da de undersøgte miljøfaktorer er indbyrdes korrelerede, er den anden faktor ikke nødvendigvis den faktor, der forklarer næstmest af variationen, hvis de enkelte faktorer vurderes enkeltvis.

Rækkefølgen, hvorefter de enkelte faktorer er udvalgt, fremgår af anden kolonne i tabel 19. Tredje kolonne i tabellen angiver, hvor meget variation de enkelte faktorer forklarer, hvis de stod alene. Område 1 forklarer mest variation. Hvis de udækkede arealer stod alene, ville det forklare næstmest af variationen. Men da de udækkede arealer er korreleret med område 1, tilføjer den ikke megen ny information til modellen. Efter at område 1 er føjet til analysen, tilføjer Leaf Area Indeks mest ny information til modellen. Den enkelte variables forøgelse af den forklarede inerti er et udtryk for, hvor meget af den tilbageværende variation, efter tilføjelsen af de foregående variable, der bliver forklaret, når variabelen føjes til analysen (fjerde kolonne i Tabel 19). Cumulativ inerti forklaret af udvalgte variable (femte kolonne i Tabel 19) er et udtryk for, hvor stor en del af variationen, de udvalgte variable tilsammen forklarer.

Kolonne seks i tabel 19 angiver den cumulative inerti forklaret af udvalgte variable som procent af inertien forklaret af alle variable. Dette er ikke et udtryk for, hvor stor en del af den totale variation i artsdatasættet, der er forklaret, men et udtryk for, hvor megen ny information, der kan opnås ved at tilføje flere af de undersøgte faktorer. Som det fremgår, forklarer de seks udvalgte faktorer 88 % af den variation som alle 14 miljøfaktorer tilsammen forklarer. Hvor stor en del af den totale variationen i artsdatasættet der er forklaret, fremgår af den syvende kolonne i tabel 19 (Cumulativ inerti forklaret af udvalgte variable som procent af den totale inerti). De seks udvalgte variable forklarer tilsammen 28.2 % af den totale variation i artsdatasættet. Den sidste kolonne i tabel 19 angiver den statistiske vurdering ved Monte Carlo permutationstesten.

Resultatet af forward selection viser, at forskellen mellem område 1 og 2 er den mest betydningsfulde faktor for den floristiske variation. At Leaf Area Indekset er den anden variabel, der føjes til modellen, tyder på, at det ikke er forskelle i lysmængden mellem de to områder, som er forklarende for deres forskellighed. Der må derfor være andre ikke undersøgte faktorer, der gør sig gældende. Den tilgængelige lysmængde forklarer dog en signifikant del af variationen. Vildthejn, det udækkede areal i hvert målepunkt og jordbehandling er også faktorer, der spiller ind på vegetationssammensætningen.

### **3.9 Bøgekimplanters kemiske sammensætning og værdi som fødeplanter.**

Kemiske analyser af udvalgte plantearter indsamlet gennem vækstsæsonen kan give oplysninger om hvilke perioder af året de forskel-

lige plantearter er attraktive fødeemner, samt hvor stor en energiresource planterne udgør for rådyrene. I dette tilfælde vurderes bøgkeimplanterne som føderessource for specielt rådyrene.

Gennem 1996 er der indsamlet planteprøver af bøgkekim, som er analyseret på centrallaboratoriet ved Forskningscenter Foulum. Alle prøver er indsamlet som en blandet prøve fra mange planter på flere prøvelokaliteter inden for forsøgsområdet.

Planteprøverne er analyseret for :

Aske, Kjeldahl N, Råfedt, NDF, VOS (In vitro fordøjelighed af organisk stof) og makromineralerne (P, K, Ca, Na, Mg).

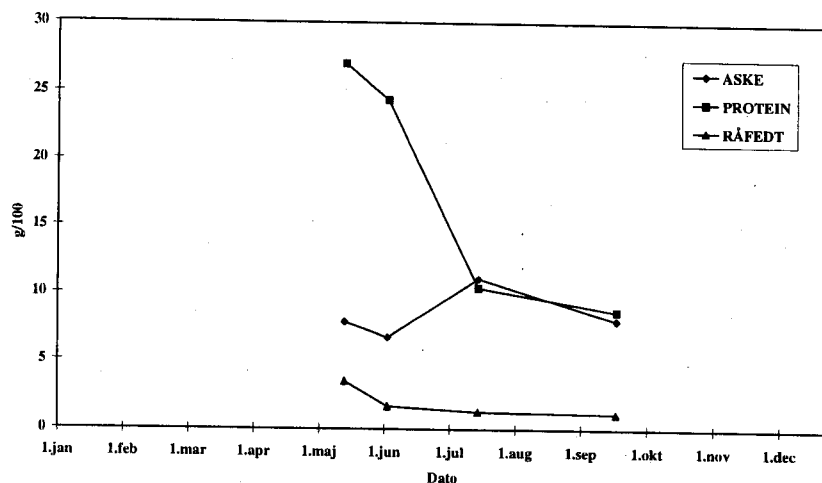
### Protein

Proteinindholdet i planter stiger normalt i den tidlige vækstperiode, hvor der foregår aktive anabolske processer, men falder herefter med stigende alder, hvor produktionen af proteinfrie cellevægge til strukturel støtte prioriteres. For eksempel kan proteinniveauet i græssernes allertidligste vækstfase nå så højt som 30 % af tørstof (DM), mens niveauet gennem sæsonen falder til 3-4 % af DM. En undtagelse fra reglen om faldende proteinindhold med alderen er et relativt højt proteinindhold i nogle plantefrø. Drøvtyggers behov for protein i føden defineres ud fra behovet for at opretholde en maksimal flora af encellede organismer i rumen-reticulum således at produktionen af flygtige fedtsyrer maksimeres. For hvidhale hjort accepteres generelt fødeemner med 6-10 % råprotein. Den enkelte drøvtyggers evne til at genbruge kvælstof i form af urea har dog stor indflydelse på proteinbehovet.

Proteinindholdet i plantearter fra Kaløskovene, som tidligere er undersøgt, når op på ca. 35 % i det tidligste forår, men falder alle til efterårsniveauet på 10-15 %. Det er kun kendt, at rådyrene æder bøgkekimblade men ikke nyudfoldede bølgeblade fra ældre træer. Dette skyldes muligvis, at bølgebladernes proteinindhold meget hurtigt falder, og at fremspirende græsser med højt proteinindhold og fordøjelighed udgør et mere tilgængeligt fødeemne. Bøgkeimplanterne har et proteinindhold på ca. 27 % kort efter kimbladendes udfoldelse i maj måned. I løbet af juni måned falder proteinindholdet i planterne til 11 % (Fig. 22).

### Fedt

Plantedele som blade og stængler har normalt et lavt fedtniveau både for græsser og urter. I frø og frugter kan olieindholdet være meget højt. Nogle urter indeholder æteriske olier, som gør plantens lipidindhold større end andre planter. Skovsyren, som rådyrene æder en del af, er et godt eksempel på dette, idet skovsyren gennem året har et forholdsvist højt fedtniveau på 4-5 %. Da fedt indeholder den dobbelte energimængde per vægtenhed i forhold til protein og kulhydrat, fremstår bog med 28,3 % fedt som en aldeles god energikilde for rådyrenes efterårsfouragering. Egen oplagrer derimod primært kulhydrat i sine frø, idet fedtprocenten er så lav som 3,6 %. I bøgkeimplanternes tidlige vækstfase udgør fedtandelen ca. 4 %, men allerede i løbet af maj måned er fedtindholdet faldet til under 2 %.

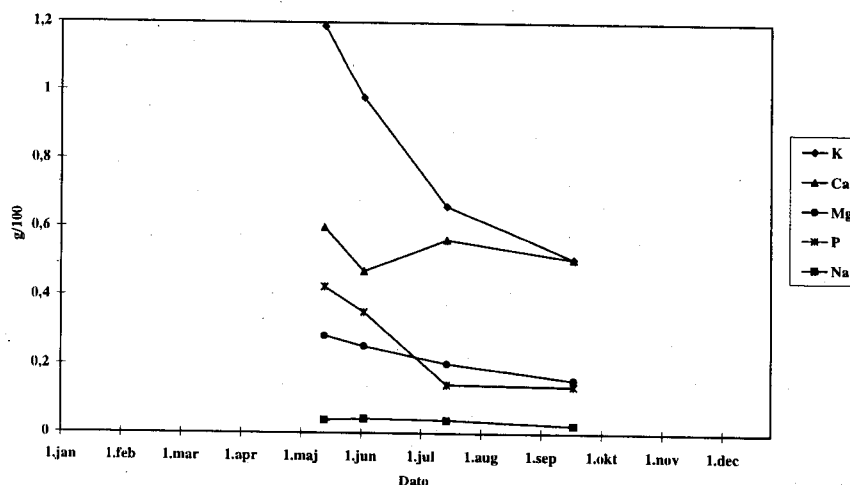


Figur 22: Den sæsonmæssige udvikling i bøgekimplanternes indhold af protein, fedt og aske. Værdierne er opgivet som procent af tørstof (g/100g tørvægt).

### NDF

NDF (Neutral Detergent Fibre) er et mål for en plantes fiberfraktion (cellulose, hemicellulose, lignin og cellevægs-bundet protein). Cellulose vil for en stor dels vedkommende være fordøjelig for drøvtyggere, mens hemicellulose er intermediær og lignin i praksis ufordøjelig. NDF kan således benyttes som et relativt mål for, hvor attraktivt et fødeemne vil være. I hovedtræk vil NDF forventes at være omvendt proportional med invitro fordøjeligheden af organisk stof.

NDF-indholdet i bøgeblade fra ældre træer stiger markant i perioden fra knopspring (ca. 1.maj) til 1.juni (25-60 %). Indholdet af vanskeligt fordøjelige stoffer vil således allerede på få dage gøre bøgeblade mindre attraktive i forhold til urternes generelt lavere NDF-niveau. NDF-niveauet i bog ligger også lavt (35 %) og falder yderligere til 25-30 % i bøgekimplanterne i maj måned. Gennem juni måned stiger NDF niveauet i kimplanterne til ca. 50 % (Fig. 23).



Figur 23: Den sæsonmæssige udvikling i bøgekimplanternes indhold af tørstof, fiber (NDF), lignin, og plantematerialets in vitro fordøjelighed af organisk materiale (VOS). Værdierne er opgivet som procent af tørstof (g/100g tørvægt).

### In vitro fordøjelighed af organisk stof (VOS)

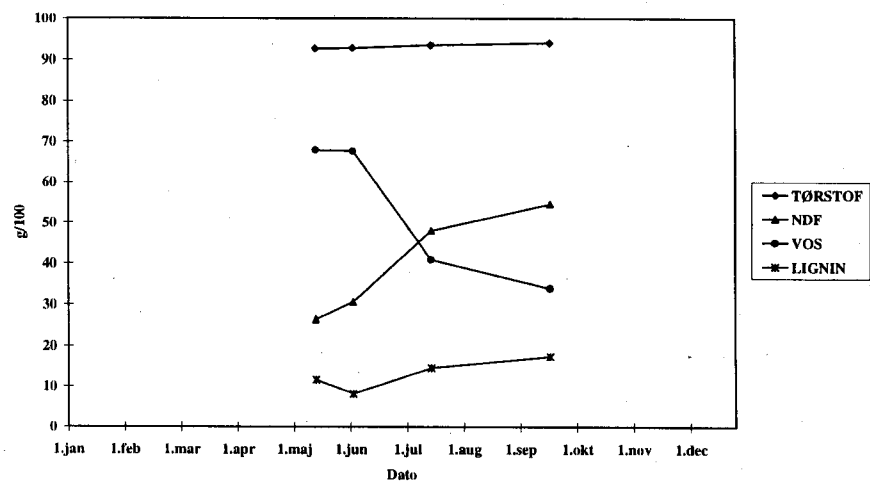
VOS er en in vitro enzymmetode til bestemmelse af fordøjeligheden af organisk materiale i foder til drøvtyggere. Metoden gør det muligt at udregne plantematerialernes indhold af fordøjelig energi for drøvtyggere.

Fordøjeligheden af organisk stof i friskspirede bøgekimplanter ligger på linie med niveauet i bøgeblade fra ældre træer (ca. 70 %). For bøgeblade falder fordøjeligheden dog meget skarpt i løbet af de første 14 dage efter at bladene har foldet sig ud. Da bøgekimplanternes spiring foregår over længere tidsperiode end knopspring, udgør kimplanterne en god fordøjelig ressource i længere tid end bøgebladene. Helt frisk spirede bøgekimplanter har dog en noget lavere fordøjelighed end de fleste skovbundsarter. Specielt kan bemærkes, at anemonerizomer og skovsyre har en meget høj fordøjelighed gennem hele vækstsæsonen (Olesen, ikke publicerede data).

### Makromineraler (natrium)

Natrium behovet for drøvtyggere er størst i planternes tidlige vækstfase, hvor overgangen fra vinterens føde med lavt vandindhold afløses af friskt plantemateriale med højt vandindhold. Da  $\text{Na}^+$  er letopløselig, vil  $\text{Na}^+$  retentionen falde med deraf følgende behov for at forøge indtaget. Fysiologisk er natrium vigtigt for at opretholde den osmotiske balance, muskel kontraktion og nerveaktion. Derfor er natrium nødvendig for normal vækst og reproduktion.

Normalt indeholder plantearter, som gror kystnært, relativt høje natrium niveauer. I kontinentale områder falder natriumniveauet i planter ofte til under 0,05% af DM og dermed under behovsgrænserne, som for en række drøvtyggere defineres til at ligge mellem 0,05 og 0,4 %. I kontinentale områder ser man derfor ofte en stærk selektiv fouragering på arter med højere natriumindhold end gennemsnittet af plantearter, eller at planteædere opsøger områder med mineralaflejringer, hvor de slikker salte. Natriumanalyserne af bøgekimplanter fra Kaløskovene (Fig.24) viser værdier som, for hele vækstperioden, ligger tæt ved behovsgrænsen på 0,05 % af DM.



Figur 24: Den sæsonmæssige udvikling i bøgekimplanternes indhold af makromineralerne Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), fosfor (P) og Natrium (Na). Værdierne er opgivet som procent af tørstof ( g/100g tørvægt).

Kemiske analyser af udvalgte referencearter, kan til en vis grad forklare rådyrenes selektion af fødeplanter i relation til årstiden. Bøgens blade er kun attraktive som knopper eller ganske få dage efter knop-spring, idet proteinniveauet falder og cellevægsindholdet stiger hvorfor fordøjeligheden falder kraftigt. Bøgekimplanter repræsenterer derimod en føderessource som gennem en længere periode udgør en fornuftig ressource, idet bogen spirer over det meste af foråret, afhængig af de mikroklimatiske forhold. Fordøjeligheden af bøgekimplanter ligger gennem både juli og august på et relativt højt niveau (ca. 40 %) idet kimplanterne i denne periode etablerer de første løvfældende blade.

Det kan således ikke undre, at bøgekimplanter foretrækkes af rådyr både i den tidlige vækstfase, men også i august og september.

## 4 Konklusioner

### *Bestandstætheder*

- Undersøgelsen er foretaget, hvor tætheden af rådyrbestanden er ca. 0.75 dyr/ha.
- Tætheden af rødmus i april måned var ca. 18 dyr/ha.
- Tætheden af halsbåndmus i april måned var ca. 12 dyr/ha.

### *Olden og overvintring*

- Oldenfaldet gav i gennemsnit 914 frø per m<sup>2</sup>, hvoraf 818 var potentielle spiringsdygtige frø, resten tomme.
- Gennem vinteren reduceredes antallet af spiringsdygtige frø per m<sup>2</sup> med ca. 350 til ca. 470 per m<sup>2</sup> (ca. 60% af udgangspunktet).
- Cirka 100 af de spiringsdygtige frø per m<sup>2</sup> var misfarvede i december måned, sandsynligvis på grund af svampeangreb.
- Energiberegninger viser, at en musebestand i løbet af vinteren kan æde 60 bog per m<sup>2</sup>, svarende til 7 % af oldenfaldets spiringsdygtige frø. Musenes evne til at deponere bogen og betydningen heraf er ikke undersøgt selvstændigt.
- Effekten af rødmus og halsbåndmus for bøgens foryngelsesucces efter oldenår syntes at være yderst sporadisk.
- Knap 200 spiringsdygtige bog per m<sup>2</sup> (knap 25%) forsvandt gennem vinteren ved fouragering af skovdue, fasan, skovskade, finker og rådyr eller ved nedbrydning (formuldning)
- I den behandlede jordbund forsvandt 440 spiringsdygtige frø (over 50 %) gennem vinteren, mens kun 260 (ca. 30 %) forsvandt i den ubehandlede skovbund.

### *Fremspiring og vækstforhold for bøgekimplanter*

- Fremspiring af bøgekimplanter foregår fra marts til slutningen af juni.
- Spiringsprocenten er mellem 1 og 10 % af de nedfaldne spiringsdygtige frø, afhængig af jordbehandling.

- Ti gange så mange bog spirede i den behandlede skovbund end i den ubehandlede skovbund.
- I den ubehandlede skovbund spirede kun ca. 5 bog per m<sup>2</sup>.
- I skovbund, som er fræset en gang efter oldenfald (som efter svin), og hegnet for rådyr, etablerede der sig 43 bøgekimplanter per m<sup>2</sup>.
- Bøgekimplanterne voksede bedre i den behandlede jordbund (60 % større biomasse per plante).
- Lysintensitet i skoven betød intet for bogens spiring.

#### *Hegninger*

- Hvis skovbunden ikke bearbejdes, er hegn uden betydning.
- Rådyrene æder bøgekimplanterne før den 20. maj og igen efter den 1. juli. Fouragering kan reducere antallet af kimplanter med 75 %.
- Midlertidige vildthege kan ikke anbefales.
- Med den rette jordbehandling og en god arealstørrelse kan en selvforyngelse muligvis etableres uden vildthege.
- Der har ikke kunnet konstateres nogen effekt af mus på bøgekimplanterne.

#### *Skovbundsflora og konkurrenceforhold*

- Etableringen af bøgeselvfor yngelse påvirkedes negativt af skovstar, anemone, fjerbregne og skovsyre og positivt af skovbundsareal, som var udækket.
- Skovbundsvegetationens sammensætning var forskellig for de to prøveområder, sandsynligvis på grund af jordbundens beskaffenhed.
- Lysmængden, der kommer gennem kronelaget, og rådyrenes fouragering er betydende for sammensætningen af vegetation i skovbunden.

## 5 Tak samt opfølgning

Skov- og Naturstyrelsen (Fussingø Statsskovdistrikt) har støttet projektet økonomisk gennem puljen af grønne midler.

Danmarks Miljøundersøgelser foreslår, at denne undersøgelse følges op hvert andet år i en samlet periode på 6 år.

## 6 Referencer

- Aksglæde, J. & Jakobsen, P.* 1995: Bundvegetationen i rød-el stævningskov med forskellig stævningsstidspunkt og græsningshistorie. Upubliceret specialerapport, pp. 136. Afd. for Systematisk Botanik, Biologisk Institut, Aarhus Universitet.
- Asferg, T. & Jeppesen, J. L.* 1996: Råvildtjagten i Danmark 1993/94. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser, nr. 152. p. 40.
- Aude, E.* 1996: Skovdriftens indflydelse på mikroklima, vegetations sammensætning og artsdiversiteten inden for karplanter og bladmosser i dansk bøgeskov. Upubliceret specialerapport, pp.47. Afd. for Systematisk Botanik, Biologisk Institut, Aarhus Universitet.
- Begon, M.* 1979: Investigating animal abundance, capture-recapture for biologists. Edward Arnold, U. K pp. 97.
- Causton, D. R.* 1988: Introduction to Vegetation Analysis. London: Unwin Hyman Ltd. 342 pp.
- Eilertsen, O.; Økland, R. H.; Økland, T. & Pedersen, O.* 1990: Data manipulation and gradient length estimation in DCA ordination. Journal of Vegetation Science 1: 261-270.
- Flowerdew, J. R.* 1973: The effect of natural and artificial changes in food supply on breeding in woodland mice and voles. J. Reprod. Fert. (Suppl.) 19, pp. 259-269
- Gauch, H. G. J.* 1982: Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jensen, T. S.* 1975a: Trappability of various functional groups of the forest rodents *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*, and its application in density estimations. Oikos 26, pp. 196-204.
- Jensen, T. S.* 1975b: Population estimations and population dynamics of two Danish forest rodent species. Vidensk. Meddr. dansk naturh. Foren. 138, pp. 65-86.
- Jensen, T. S.* 1981: Energy flow through Danish forest rodent populations. Natura Jutlandica 19, pp. 73-80.
- Jensen, T. S.* 1982: Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in deciduous forests. Oecologia 54, pp. 184-192.
- Jensen, T. S.* 1983: Musene og skovbruget - forsøg på en status. Dansk Skovf. Tidsskr. 68, pp. 332-348.



Jensen, T. S. 1985: Seed-seed predator interactions of European beech, *Fagus sylvatica* and forest rodents, *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*. *Oikos* 44, pp. 149-156.

Jolly, G. M. 1965: Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. *Biometrika*, 52, pp. 225-247.

Jongman, R. H. G., Ter Braak, C. J. F. & Van Tongeren, O. F. R.. 1987: *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, pp. 300. Wageningen: Pudoc Wageningen.

Larsson, T., Hansson, L. & Nyholm, E. 1973: Winter reproduction in small rodents in Sweden. *Oikos* 24, pp. 475-476.

Legendre, L. & Legendre P. (Ed.) 1983: *Numerical Ecology*, pp. 419. Elsevier.

Lincoln, F. C. 1930: Calculating waterfowl abundance on the basis on banding returns. U.S. Dept. Agric. Circ. 118, 1-4.

Madsen, P & Larsen, J.B. 1995: Bøgeforyngelsens økologi - en landsdækkende undersøgelse af 1990-foryngelsens overlevelse og vækst i relation til vækstvilkår og anvendt foryngelsesmetode. Slutrapport til Skov- og Naturstyrelsen. Forskningscentret for Skov- og Landskab, 55 pp.

Montgomery, W. I. 1980: Population structure and dynamics of sympatric *Apodemus* species (Rodentia: Muridae). *J. Zool., Lond.* 192, pp. 351-377.

Myllymäki, A. 1975: Social mechanisms in the population ecology and population control of microtine rodents. I: "Biocontrol of rodents". Eds: Hansson & Nilsson. *Ecological Bulletins* 19, pp. 241-254.

Palmer, M. W. 1993: Putting Things in even better Order: Advantages of Canonical Correspondence Analysis. *Ecology* 74 (8): 2215-2230.

Pelikán, J. 1968: The edge effect of the trapping area in estimates of numbers of small mammals. *Zool. Listy* 17(2), pp. 97-108.

Petersen, C. G. J. 1896: The yearly immigration of young plaice into Limfjord from the German sea, etc. *Rept. Danish Biol. Stn.* 6, 1-48.

Petersen, M.R. & Strandgaard, H. 1994: Individual Variation in Food Intake among Danish Roe Deer (*Capreolus capreolus*). Oral presentation in Berlin 1994.

Rundell, P.W. and Jarrell, W.M. 1991: Water in the environment. In: R.W. Pearcy, J. Ehleringer, H.A. Mooney, P.W. Rundell (editors), *Plant Physiological Ecology*. Chapman and Hall, London, pp. 29-56.

Skov- og Naturstyrelsen 1994: Driftplantillæg for Fussingø distrikt 1993-2003. Intern rapport pp. 161.

*Strandgaard, H. 1972: The Roe Deer (Capreolus capreolus) Population at Kalø and the Factors Regulating its Size. Danish Review of Game Biology Vol. 7 no.1.*

*Tanaka, R.. 1974: An approach to the edge effect in proof of the validity of Dices's assesment lines in small-mammal censusing. Res. Popul. Ecol. 15, pp. 121-137.*

*Ter Braak, C. J. F. 1990: Update notes: Canoco version 3.10, pp. 35. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, Holland.*

*Ter Braak, C. J. F. 1991: CANOCO - a FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by Partial Detrended Canonical Correspondence Analysis, Principal Component Analysis and Redundancy Analysis, pp. 95. Wageningen: Agricultural Mathematics Group.*

*Topp, G.C., Davis, J.L. and Annan, A.P. 1980: Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. Water Res. Res., 16: 574-582.*

*Welles, J.M., Norman, J.M. 1991: Instrument for indirect measurement of canopy architecture. Agron. J., 83: 818-825.*

*Økland, R. H. 1990: Vegetation Ecology. Theory. Methods and Application with References to Fenoscandia. Sommerfeltia supplement. 1: 1-233.*



# Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til: URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Direktion og Sekretariat</i>
Postboks 358	<i>Forsknings- og Udviklingssektion</i>
Frederiksborgvej 399	<i>Afd. for Atmosfærisk Miljø</i>
DK-4000 Roskilde	<i>Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi</i>
Tlf. 46 30 12 00	<i>Afd. for Miljøkemi</i>
Fax 46 30 11 14	<i>Afd. for Systemanalyse</i>

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Afd. for Sø- og Fjordøkologi</i>
Postboks 314	<i>Afd. for Terrestrisk Økologi</i>
Vejlsøvej 25	<i>Afd. for Vandløbsøkologi</i>
DK-8600 Silkeborg	
Tlf. 89 20 14 00	
Fax 89 20 14 14	

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Afd. for Kystzoneøkologi</i>
Grenåvej 14, Kalø	<i>Afd. for Landskabsøkologi</i>
8410 Rønde	
Tlf. 89 20 17 00	
Fax 89 20 15 15	

Danmarks Miljøundersøgelser	<i>Afd. for Arktisk Miljø</i>
Tagensvej 135,4	
2200 København N	
Tlf. 35 82 14 15	
Fax 35 82 14 20	

## 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

### 1996

- Nr. 169: Effects of fitting dummy satellite transmitters to geese. A pilot project using radio telemetry on wintering Greenland White-fronted geese. By Glahder, C. et al. 38 p., DKK 40,00.
- Nr. 170: Seabird colonies in western Greenland. By Boertmann, D. et al. 148 p., DKK 100,00.
- Nr. 171: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Karup Å, Hvidbjerg Å/Thy, Ryå og Skals Å, 1985-1994. Af Madsen, A.B. et al. 42 s., 45,00 kr.
- Nr. 172: Overvågning af odder (*Lutra lutra*) i Danmark 1996. Af Hammershøj, M. et al. 43 s., 45,00 kr.
- Nr. 173: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Hovedrapport og bilagsrapport. Af Skov, H. et al. 84 s. + 282 s., 100,00 kr. + 300,00 kr.
- Nr. 174: Atmosfærisk deposition af kvælstof. Målemetoder og modelberegninger. Af Ellermann, T. et al. 56 s., 70,00 kr.
- Nr. 175: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Grant, R. et al. 150 s., 125,00 kr.
- Nr. 176: Ferske vandområder. Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Jensen, J.P. et al. 96 s., 125,00 kr.
- Nr. 177: Ferske vandområder. Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Windolf, J. (red.). 228 s., 125,00 kr.
- Nr. 178: Sediment and Phosphorus. Erosion and Delivery, Transport and Fate of Sediments and Sediment-associated Nutrients in Watersheds. Proceedings from an International Workshop in Silkeborg, Denmark, 9-12 October 1995. Af Kronvang, B. et al. 150 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 179: Marine områder. Danske fjorde - status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Af Kaas, H. et al. 205 s., 150,00 kr.
- Nr. 180: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1995. By Kemp, K. et al. 55 pp., 80,00 DKK.
- Nr. 181: Dansk Fauna Indeks. Test og modifikationer. Af Friberg, N. et al. 56 s., 50,00 kr.

### 1997

- Nr. 182: Livsbetingelserne for den vilde flora og fauna på braklagte arealer - En litteraturudredning. Af Mogensen, B. et al. 165 pp., 125,00 DKK.
- Nr. 183: Identification of Organic Colourants in Cosmetics by HPLC-Photodiode Array Detection. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Rastogi, S.C. et al. 233 pp., 80,00 DDK.
- Nr. 184: Forekomst af egern *Sciurus vulgaris* i skove under 20 ha. Et eksempel på fragmentering af landskabet i Århus Amt. Af Asferg, T. et al. 35 s., 45,00 kr.
- Nr. 185: Transport af suspenderet stof og fosfor i den nedre del af Skjern Å-systemet. Af Svendsen, L.M. et al. 88 s., 100,00 kr.
- Nr. 186: Analyse af miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand og slam. Intensivt måleprogram for miljøfremmede stoffer og hygiejnisk kvalitet i kommunalt spildevand. Af Vikelsøe, J., Nielsen, B. & Johansen, E. 61 s., 45,00 kr.
- Nr. 187: Vandfugle i relation til menneskelig aktivitet i Vadehavet 1980-1995. Med en vurdering af reservatbestemmelser. Af Laursen, K. & Salvig, J. 71 s., 55,00 kr.
- Nr. 188: Generation of Input Parameters for OSPM Calculations. Sensitivity Analysis of a Method Based on a Questionnaire. By Vignati, E. et al. 52 pp., 65,00 DKK.
- Nr. 189: Vandføringsevne i danske vandløb 1976-1995. Af Iversen, H.L. & Ovesen, N.B. 55 s., 50,00 kr.
- Nr. 190: Fate of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Environment. Af Carlsen, L. et al. 82 pp., 45,00 kr.
- Nr. 191: Benzin i blodet. Kvalitativ del. ALTRANS. Af Jensen, M. 130 s., 100,00 kr.
- Nr. 192: Miljøbelastningen ved godstransport med lastbil og skib. Et projekt om Hovedstadsregionen. Af Nedergaard, K.D. & Maskell, P. 126 s., 100,00 kr.
- Nr. 193: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1996. Af Johansen, P., Riget, F. & Asmund, G. 96 s., 100,00 kr.
- Nr. 194: Control of Pesticides 1996. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Køppen, B. 26 pp., 40,00 DKK.
- Nr. 195: Modelling the Atmospheric Nitrogen Deposition to Løgstør Bredning. Model Results for the Periods April 17 to 30 and August 7 to 19 1995. Af Runge, E. et al. 49 pp., 65,00 DKK.
- Nr. 196: Kontrol af indholdet af benzen og benzo(a)pyren i kul- og olieafledte stoffer. Analytisk-kemisk kontrol af kemiske stoffer og produkter. Af Rastogi, S.C. & Jensen, G.H. 23 s., 40,00 kr.
- Nr. 197: Standardised Traffic Inputs for the Operational Street Pollution Model (OSPM). Af Jensen, S.S. 53 pp., 65,00 DKK.
- Nr. 198: Reduktion af CO<sub>2</sub>-udslip gennem differentierede bilafgifter. Af Christensen, L. 56 s., 100,00 kr.
- Nr. 200: Benzin i blodet. Kvantitativ del. ALTRANS. Af Jensen, M. 139 s., 100,00 kr.
- Nr. 201: Vingeindsamling fra jagtsæsonen 1996/97 i Danmark. Af Clausager, I. 45 s. 35,00 kr.
- Nr. 203: Rådyr, mus og selvfor yngelse af bøg ved naturnær skovdrift. Af Olesen, C.R. et al. 60 s. 80,00 kr.





