



Skov & Landskab

Park- og Landskabsserien
nr. 34 • 2001

Græsning på ekstensivt drevne naturarealer

– Effekter på stofkredsløb og naturindhold

**Redaktion: Lars Bo Pedersen, Rita Merete Buttenschøn
og Thomas Secher Jensen**

Rapportens titel

Græsning på ekstensivt drevne naturarealer – Effekter på stofkredsløb og naturindhold

Forfattere

Redaktion: Lars Bo Pedersen, Rita Merete Buttenschøn og Thomas Secher Jensen

Udgiver

Skov & Landskab (FSL)

Serietitel, nr.

Park- og Landskabsseriens nr. 34-2001

Ansvarshavende redaktør

Niels Elers Koch

Dtp

Nelli Leth

Bedes citeret

Redaktion: Lars Bo Pedersen, Rita Merete Buttenschøn og Thomas Secher Jensen (2001): Græsning på ekstensivt drevne naturarealer – Effekter på stofkredsløb og naturindhold. Park og Landskabsserien nr. 34, *Skov & Landskab*, Hørsholm, 2001. 184 s. ill.

ISBN

87-7903-131-5

ISSN

0907-0345

Tryk

Kandrup's Bogtrykkeri, 2100 København Ø

Oplag

1000 eks.

Pris

300 kr. inkl. moms

Forsidefoto

Motiver fra Mols. Fotos: Flemming Ejlersen og Rita Merete Buttenschøn

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af *Skov & Landskabs* navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Rapporten kan købes ved henvendelse til

DSR Boghandel
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C
Tlf. 3535 7622
Fax 3535 2790
E-mail dsr-boghandel@dsr-boghandel.dk

Forord

Denne rapport er skrevet til landskabsforvaltere i de offentlige og private organisationer, samt til aktører indenfor lovgivning og administration på det landbrugs- samt natur- og miljøpolitiske område. Det er også håbet at jordbrugere, grønne interesseorganisationer og andre med interesse for viden om samspillet mellem græsningsdrift, naturindhold og stofkredsløb vil kunne finde inspiration i rapporten.

Rapporten udspringer af projektet *Husdyrgræsningens langtidseffekt på hede-, overdrevs- og skovøkosystemer* under forskningsprogrammet *Arealanvendelse – jordbrugeren som landskabsforvalter (1996-2001)* udbudt i fællesskab af det daværende Miljø- og Energiministeriet og Landbrugs- og Fiskeriministeriet. Undersøgelsen er udført i samarbejde mellem *Skov & Landskab* (FSL), Biologisk Institut ved *Aarhus Universitet* og *Naturhistorisk Museum*, Århus der hver især også har bidraget til projektets økonomi. Endelig har *Danmarks Jordbrugsforskning* ydet konsulentbistand og hjælp til hydrologisk modellering. Projektet startede i 1997 og afsluttedes i 2001, mens vegetationsundersøgelser tilbage til starten af 1970'erne har været grundlagsgivende for flere af hovedresultaterne.

Tidligere er der fra projektet udgivet rapporten, Madsen et al., 2000, "Landbrugeren som forvalter af vedvarende græsarealer", Park- og Landskabsserien nr. 27-2000, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm 2000 som fokuserede på interessen for og problemer i forbindelse med opretholdelse af ekstensiv drift af de vedvarende græsarealer på landbrugsejendomme. Det blev i denne delundersøgelse konkluderet at en øget interesse er afgørende hvis den naturnære driftsform med ekstensiv græsnings- og høslætsdrift skal bevares, men også at en sådan drift skal tilpasses de økonomiske vilkår og imødekomme de samfundsmæssige ønsker om bæredygtige stabile dyrkningsystemer der sikrer naturværdierne og grundvandsressourcerne. For at skabe en sådan øget interesse for disse arealtyper, blev der peget på at landbrugeren skal informeres bedre om de natur- og kulturmæssige værdier samt om de tilskudsmuligheder og andre former for støtteforanstaltninger der er knyttet til driften af vedvarende græsarealer.

Hovedvægten i det oprindelige projekt blev imidlertid fra starten lagt på en naturvidenskabelig afklaring af samspillet mellem ekstensiv græsningsdrift, naturindhold og stofkredsløb. Formål med denne rapport er således at belyse langtidsvirkningen af forskellige græsningsstrategier på stofkredsløb, vegetationsudvikling, fugle, småpattedyr, insekter og jordlevende mikroledyr, samt hvorledes fluer og myg forholder sig på kvæg. Der fokuseres især på højbundsarealer med skov, hede og overdrev på næringsfattig jordbund.

Undersøgelserne om stofkredsløb, vegetation og husdyr er foretaget af *Skov & Landskab* (FSL), mens de faunistiske undersøgelser er udført af *Naturhi-*

storisk Museum. Undersøgelserne der relaterer sig til belastningen af fluer og myg på kvæg, er udført ved *Aarhus Universitet*. Rapporten er sammenstillet ved hjælp af faglige bidrag fra projektets mange medarbejdere der alle er behjælpelige med yderlige detaljer og rådgivning:

Projektleder, seniorforsker Lars Bo Pedersen, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm Kongevej 11, 2970 Hørsholm. Tlf: 45 76 32 00, fax: 45 76 32 33, e-mail: lbp@fsl.dk

Projektansvarlig, lektor, museumsdirektør Thomas Secher Jensen, Naturhistorisk Museum, Universitetsparken, bygn. 210, 8000 Århus C. Tlf: 86 12 97 77, fax: 86 13 08 82, e-mail: thomas.secher.jensen@nathist.dk

Seniorrådgiver Rita Merete Buttenschøn, *Skov & Landskab* (FSL), Kvak Møllevvej 31, 7100 Vejle. Tlf: 75 88 22 11, fax: 75 88 20 85, e-mail: rmb@fsl.dk

Lektor (Eme.) Boy Overgaard Nielsen, Afd. for Zoologi, Biologisk Institut, Aarhus Universitet, Universitetsparken, bygn. 135, 8000 Århus C. Tlf: 89 42 27 62, fax: 86 12 51 75, e-mail: boy.overgaard.nielsen@biology.aau.dk

Museumsinspektør, seniorforsker Henning Petersen, Naturhistorisk Museum, Molslaboratoriet, Strandkærvej 6, Femmøller, 8400 Ebeltoft. Tlf: 86 36 25 35, fax: 86 36 17 50, e-mail: henning@molslab.dk

Museumsinspektør, seniorrådgiver Peter Gjelstrup, Naturhistorisk Museum, Universitetsparken, bygn. 210, 8000- Århus C. Tlf: 86 12 97 77, fax: 86 13 08 82, e-mail: pg@nathist.dk

Seniorforsker Morten Ingerslev, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm Kongevej 11, 2970 Hørsholm, Tlf: 45 76 32 00, fax: 45 76 32 33, e-mail: moi@fsl.dk

Museumsinspektør Henrik Sell, Naturhistorisk Museum, Universitetsparken, bygn. 210, 8000 Århus, Tlf: 86 12 97 77, fax: 86 13 08 82, e-mail: sell@nathist.dk

Forskningsassistent Tine Sussi Hansen, Naturhistorisk Museum, Universitetsparken, bygn. 210 8000 Århus C. Tlf: 86 12 97 77, fax: 86 13 08 82, e-mail: tine.sussi.hansen@biology.dk

Ph.D.-studerende Peter Rostgaard Christensen, Naturhistorisk Museum, Universitetsparken, bygn. 210, 8000 Århus C. Tlf: 86 12 97 77, fax: 86 13 08 82, e-mail: prc@nathist.dk.

Cand.scient. Kaare With Jensen, Naturhistorisk Museum, Molslaboratoriet, Strandkærvej 6, Femmøller, 8400 Ebeltoft. Tlf: 86 36 25 35, fax: 86 36 17 50, e-mail: molslab@molslab.dk

Skovfoged Flemming Ejlersen, Naturhistorisk Museum, Molslaboratoriet,
Strandkærvej 6, Femmøller, 8400 Ebeltoft. Tlf: 86 36 25 35, fax: 86 36 17
50, e-mail: flemming@molslab.dk

Rapporten er redigeret af Lars Bo Pedersen, Rita Merete Buttenschøn og
Thomas Secher Jensen.

Projektet skylder først og fremmest stor tak til Molslaboratoriet og Fussingø
Statsskovdistrikt der har stået for de praktiske græsningsforsøg og som har
bistået med feltforsøgene. Endvidere takkes Molslaboratoriet for at have
forestået arbejdet med implementering af GPS og GIS samt de mange stu-
derende fra Skovskolen, danske og udenlandske universiteter der har delta-
get i feltarbejdet. Endelig skylder forfatterne en stor tak til *Skov & Land-
skabs* forskningslaboratorium. Navnlig laboratoriefuldægtig Mads Madsen
Krag og Allan Overgaard Nielsen skal fremhæves her for deres store indsats
i felten. Også tak til Lisbeth Nielsen, Danmarks Jordbrugsforskning, og
Boy Overgaard Nielsen, Århus Universitet, for konstruktiv kritik af denne
rapport.

Lars Bo Pedersen

Rita Merete Buttenschøn

Thomas Secher Jensen



Indhold

Forord	3
Indhold	7
Indledning	9
1. Forsøgsområderne	13
Mols Bjerge og Sydhelgenæs – dyrkningshistorie, jordbund og klima	13
Undersøgte områder og deres udviklingsforløb	17
De enkelte forsøgslokaliteter	18
Kilder	19
2. Husdyr og græsning	25
Græsningsdyr, græsningsformer og foderværdi	25
Græsningstryk	27
Vegetationens ernæringsmæssige sammensætning	28
Resultater	29
Græsning	37
Jordbund	41
Konklusion	41
Kilder	42
3. Husdyrgræsningens effekt på stofkredsløb	49
Introduktion	49
Forsøgsdesign	50
Stofkredsløb i skov og på overdrev med og uden græsning	56
Konklusion	63
Kilder	64
4. Effekten af husdyrgræsning på vegetation	69
Indledning	69
Vegetationsundersøgelser	69
Artstæthed og -sammensætning i relation til græsningshistorie	74
Skov og skovtilgroning	85
Konklusion	88
Kilder	
5. Forekomst af fugle på overdrev og græsdominerede heder – betydning af kvæggræsning	97
Indledning	97
Materialer og metode	97
Resultater	98
Diskussion	102
Konklusion	103
Kilder	104

6. Effekten af husdyrgræsning på småpattedyr	107
Indledning	107
Materialer og metode	107
Resultater	109
Diskussion	116
Konklusion	118
Tak	119
Kilder	119
7. Effekter af langtidsgræsning på insekter og edderkopper	125
Indledning	125
Materialer og metoder	125
Resultater	126
Antal insekter og edderkopper	127
Diskussion	132
Sammenligning med andre danske undersøgelser	132
Sammenligning med udenlandske undersøgelser	134
Konklusion	134
Kilder	134
8. Græsningseffekt på jordlevende mikrolededyr	139
Introduktion	139
Forsøgsdesign og metoder	140
Resultater	141
Konklusion	151
Kilder	151
9. Flueaktivitet og fluebelastning på kvæg	157
Materiale og metoder	157
Resultater	158
Diskussion	163
Konklusion	166
Kilder	166
10. Konklusioner og anbefalinger	171
Anbefalinger	173
Bilag: De enkelte forsøgslokaliteter	175
Sletten (Kortbilag 1) og Buelund (kortbilag 1)	175
Skovbjerg (Kortbilag 1) og Trehøje (Kortbilag 1)	176
Kirkestien (Kortbilag 1) og Klæbjerg (Kortbilag 2)	177
Nordengen (Kortbilag 1), Sydengen (Kortbilag 1) og Tremosegård (Kortbilag 1)	178
Toggerbo (Kortbilag 1), Helligkilde (Kortbilag 1) og Stenhøje Vest (Kortbilag 1)	179
Stenhøje Øst og Syd og Strandkær (Kortbilag 1), Tyvelhøj (Kortbilag 1) og Aages Agre (Kortbilag 1)	180
Italienske Sti (Kortbilag 1), Mølleåengen og Trindehaven (Kortbilag 1) og Ørnbjerg Mølle (Kortbilag 3)	181
Kortbilag 1	182
Kortbilag 2	183
Kortbilag 3	184

Indledning

En væsentlig del af vores naturgrundlag udgøres af naturtyper som eng, overdrev, græsningsskov og hede der hovedsagelig er udviklet og vedligeholdt gennem måske århundreders landbrugsdrift. For 200 år siden dækkede de lysåbne naturtyper tæt på 75 % af landet og var en afgørende ressource for landbruget. I dag er de reduceret til mindre end 9 % og har ikke længere den store landbrugsmæssige betydning.

De lysåbne naturtyper er levested for et rigt plante- og dyreliv, og en bevaring af dem er et vigtigt led i bevaring af den biologiske mangfoldighed. Selvom de lysåbne naturtyper er beskyttet gennem naturbeskyttelsesloven, har den markante tilbagegang af ekstensivt drevne græsgange betydet at mange af de plante- og dyrearter der er afhængige af disse naturtyper, i dag er i tilbagegang eller helt forsvundet fra den danske natur. De lysåbne naturtyper er dog stadig levested for en stor del af de danske plante- og dyrearter. Eksempelvis er 15 % af de rødlistede plantearter og over 50 % af det samlede antal dagsommerfugle knyttet til overdrev.

Den voksende interesse for gamle driftsformer og en bæredygtig udvikling af jordbruget lægger op til sikring af biologisk mangfoldighed samt beskyttelse af økosystemer og bevaringsværdige kulturlandskaber. Dette har aktualiseret forskningen i og bevarelsen af husdyrgræssede naturarealer på overdrev, heder og i skove på grund af deres betydning som levested for flora og fauna.

Hidtil har undersøgelserne været sparsomme, og der har slet ikke været foretaget helhedsorienteret forskning i ekstensivt drevne naturtypers økologi. Bl.a. derfor har driften og forvaltningen af disse naturtyper hvilet på et alt for ringe vidensbaseret grundlag. Med Wilhjem-udvalgets anbefalinger er der sat yderligere fokus på en bæredygtig udvikling af halvkulturarealer grundet på en drift og forvaltning der er vidensbaseret. Ved formulering af strategier med henblik på at bevare eller fremme naturen på en given lokalitet, er der behov for at kunne formulere en præcis målsætning for området, samt at have tilstrækkelig viden til at kunne målrette plejeindsatsen mod det givne mål. Derfor er det væsentligt at kende effekten af forskellige plejeaktiviteter på flora, fauna og miljø.

Hovedformålet med denne undersøgelse har været at belyse langtidseffekten af græsning på flora, fauna og stofkredsløb på heder, overdrev og i skove, herunder at belyse:

Husdyr

- Husdyrs græsningsadfærd
- Ernæringsmæssig sammensætning af husdyrenes fødegrundlag

Stofkredsløb og økologisk bæredygtighed

- Græsningens effekt på udvaskning af kvælstof og andre næringssalte i skov og på naturgræsgange.
- Græsningens påvirkning af jordbund og stofbalancer i skov og på naturgræsgange.

Flora- og faunaudvikling

- Græsningens indflydelse på vegetationen og den økologiske stabilitet, herunder mikroklima, jordbund, vegetationsstruktur, blomstring og mikrohabitater.
- Betydningen af græsningstryk og græsningsperiode for den vildtlevende floras og faunas populationsstørrelse og artsdiversitet.
- Den vildtlevende faunas benyttelse af græssede områder og bevægelsesmønstre mellem græsarealer, skov, mindre biotoper samt habitatpreferencer.
- Floraens og faunaens potentiale for spredning og kolonisering i forbindelse med ændring af græsningspåvirkning.
- Belastning, samspil, artsdiversitet, habitattilknytning og mobilitet af fluer og myg på kvæg.

Projektet bygger overvejende på undersøgelser foretaget på næringsfattige jorde i Mols Bjerge i perioden 1996-2000 gennem sammenligning af græssede og ugræssede arealer. Langtidseffekterne belyses derfor gennem målinger og observationer på lokaliteter der har været græsset i længere perioder. Denne tværfaglige indsats hviler imidlertid på et fundament af reelle langtidsforsøg foretaget i perioden 1973-2000 over vegetationsudviklingen med og uden græsning. Registreringer med så lang tidshorisont er enestående i Danmark, og der pågår stadig en udvikling. Derfor er det vigtigt at arealerne fortsat følges, og at de forskellige aspekter af plejen udbygges for at forbedre videngrundlaget om ekstensive driftsformers langtidseffekt på naturindhold og økologisk stabilitet.

Projektet er det første af sin art der på engang vurderer de miljømæssige og naturmæssige konsekvenser ved ekstensiv græsning med robuste husdyrtyper. Der er således med nærværende rapport tilvejebragt ny viden og et forbedret grundlag for dels drift og pleje af disse naturtyper, og dels udformning af bæredygtige strategier der sikrer værdifulde græsningsbetingede naturområder. Projektets resultater relaterer sig udelukkende til næringsfattige økosystemer, og det skal påpeges at resultaterne langt fra kan overføres til mere næringsrige økosystemer. Der eksisterer i denne forbindelse et akut behov for parallelle undersøgelser der dokumenterer konsekvenserne af ekstensiv græsningsdrift på bedre jordbundstyper.

Det har været hensigten med rapporten at præsentere essensen af tværfaglig forskning på en let tilgængelig måde. Derfor er rapporten opdelt i velafgrænsede afsnit der hver især fokuserer på henholdsvis stofkredsløb, flora og fauna hvor konklusionerne er trukket op i de enkelte afsnit. Slutteligt gives der en samlet konklusion med tilhørende anbefalinger til praksis og det politisk/administrative system.



Foto: Rita Merete Buttenschön

1. Forsøgsområderne

Rita Merete Buttenschøn¹⁾, Flemming Ejlersen²⁾

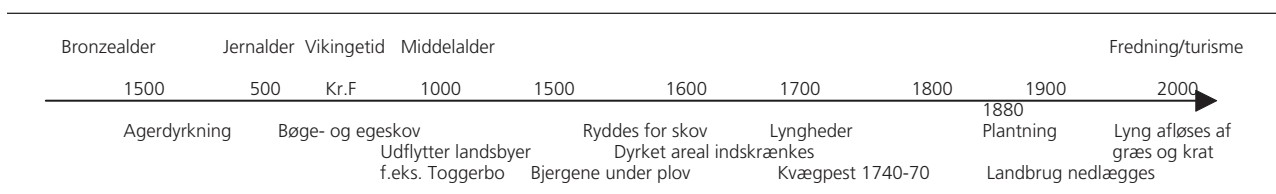
1) Skov & Landskab (FSL), 2) Naturhistorisk Museum

Mols Bjerge og Sydhelgenæs - dyrkningshistorie, jordbund og klima

Undersøgelsen er foregået i Mols Bjerge og på Sydhelgenæs (se kort figur 1). Desuden indgår en engparcel ved Ørnbjerg Mølle i en af delundersøgelserne. Mols Bjerge omfatter et omkring 3000 ha stort fredet område. Det består af et kuperet morænelandskab med en mosaik af heder, overdrev, plantager, løvskove og krat. Langs beskyttede strækninger af kysten er der udviklet en bræmme af engarealer på hævet havbund. Sydhelgenæs består ligeledes af et kuperet morænelandskab med overdrev, vedvarende græsarealer og enkelte plantager. Stejle kystklinter der afgrænser området mod syd og øst, er delvis tilgroet med krat. Undersøgelsen inddrager navnlig højbundsjord af udpræget næringsfattig karakter. I dette afsnit vil de enkelte forsøgsområders dyrkningshistorie, klima m.v. blive beskrevet som baggrundsinformation for de forskellige undersøgelser der gennemgås i denne rapport.



Figur 1. Oversigtskort over Ebeltoft Kommune med angivelse af de tre forsøgsområder.



Figur 2. Historisk udvikling i opdyrkning, skovrydning og marginalisering af landbruget i Mols Bjerge. Kilde: Hansen, L. et al. 1980

Dyrkningshistorie

Størstedelen af Mols har været opdyrket. Bronzealderhøje tyder på at store dele af Mols Bjerge har været beboet og udnyttet til græsning og agerbrug tilbage i Bronzealderen (Glob 1978). De mange højryggede agre der findes i Bjergene, viser at selv ret stejle bakker og skrænter har været opdyrket (Newcomb 1975, Ørnboel 1978). På fladerne er de højryggede agre udjævnet af efterfølgende tiders agerbrug. Skoven var stort set forsvundet i slutningen af 1600-tallet. Ved matriklen i 1688 er der kun nævnt tre mindre skove, hvoraf den ene stadig findes på Videnskabernes Selskabs kort fra 1789 (Meldgaard 1975). I 1880'erne startede tilplantningen med nåletræer. Omkring 50% af Bjergene blev tilplantet før en fredning hindrede yderligere tilplantning (Buttenschøn & Christensen 1978, Buttenschøn 1980).

Opdyrkingen er ophørt i etaper (figur 2), dele gik ud af omdrift måske allerede ved slutningen af Bronzealderen, andre områder især i den sydlige del af Mols Bjerge gik ud af omdrift i løbet af middelalderen (Hansen et al. 1980). På knapt så næringsfattige jorder fortsatte agerdyrkning op til midten af 1900-tallet. På enkelte ejendomme er opdyrkingen fortsat og intensivret, bl.a. omkring Øvre Strandkær hvor jorderne først blev taget ud af omdrift i 1980'erne.

Driften i Bjergene har været ekstensiv med en vekslen mellem få års opdyrkning og brakperioder på op til 20 år (Newcomb 1975). Det vil sige at de tilsåede agre kun har udgjort en mindre del af det samlede omdriftsareal. Resten har henligget som græsningsjorder med græs og lyng (Worsøe 1990). Jorden var fattig, tørke har sikkert ofte skabt misvækst i det åbne bakkelandskab. Ved landmålingsmatriklen fra 1688 karakteriseres jorderne i Bjergene som skarp, ond og allerværst (Meldgaard 1975). Omkring 1960'erne hvor fredningsplanlægning i Mols Bjerge startede, var der stadig store åbne lyngheder og overdrev. På skrænter med særlig tør og sandet bund var plantetækket sparsomt og ofte domineret af sandskæg (*Corynephorus canescens*) og laver (Buttenschøn & Christensen 1978). Disse varme, tørre lokaliteter med en tilknyttet speciel varmekrævende fauna er et særkende for Mols og Helgenæs. Det er særligt blandt de varmekrævende smådyr som biller, sommerfugle, edderkopper m fl., man kan finde særligt sjældne og specielle arter (Thamdrup 1947, Schjøtz-Christensen 1966), mens floraen i Mols Bjerge er relativ artsfattig med ret få rødlistearter og andre mere sjældne arter.

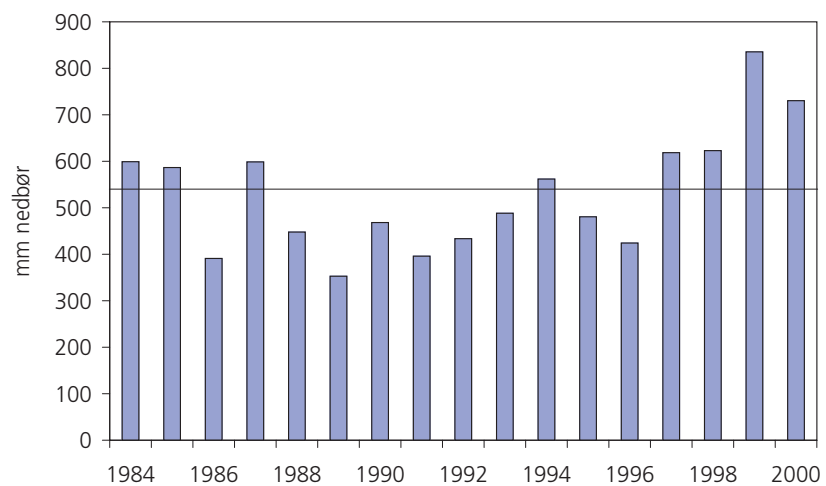
I løbet af de senest årtier er tilgroningen med træer og buske taget til og områder med nedgræsset vegetation stærkt aftaget i Mols Bjerge. Lyngheder

er afløst af græs- og kratvegetation. Mols Bjerge fremtræder i dag meget mere "langhåret" i forhold til den første vegetationskortlægning der blev gennemført i 1972/73 (Buttenschøn & Christensen 1978, Jeuring 1989).

Helgenæs har en anderledes dyrkningshistorie. Her er jordene lidt bedre end i Mols Bjerge, og størstedelen indgår i en nutidig landbrugsdrift. På den sydligste del af halvøen er der ældre overdrev med højryggede agre og andre pløjesor som vidner om en tidligere opdyrkning. De omkringliggende græsarealer er gradvis taget ud af drift efter Miljø- og Energiministeriet har erhvervet dem. Overdrev og skrænter er mere artsrige end de mere fattigbundsprægede overdrev i Mols Bjerge (Buttenschøn & Christensen 1978, Buttenschøn & Buttenschøn 1991).

Jordbund, geologi og klima

Jordbunden i Mols Bjerge og på Helgenæs består af en blanding af sub-glacial smeltevandssand og -grus, samt morænesand med store stenblokke der endnu ses som "stenstrøning" på stejle skrænter og på bakketoppe. Det er i særlig grad morænesandsmaterialet som dominerer på Helgenæs hvori- mod Mols Bjerge domineres af smeltevandssand og -grus med et par større formationer af ekstramarginalt smeltevandssand og -grus i den centrale del. I Pedersen & Petersen (1997) er aflejringen betegnet "Mols Bjerge Led". Aflejringerne er sket omkring 14.000 år før nu. Den sandede jordbund er næringsfattig og sur, med en pH_{KCL} i overjorden der ligger mellem 3,0 og 4,0 på heder, skov og overdrev i Mols og mellem 4,0 og 5,0 på Sydhelgenæs.



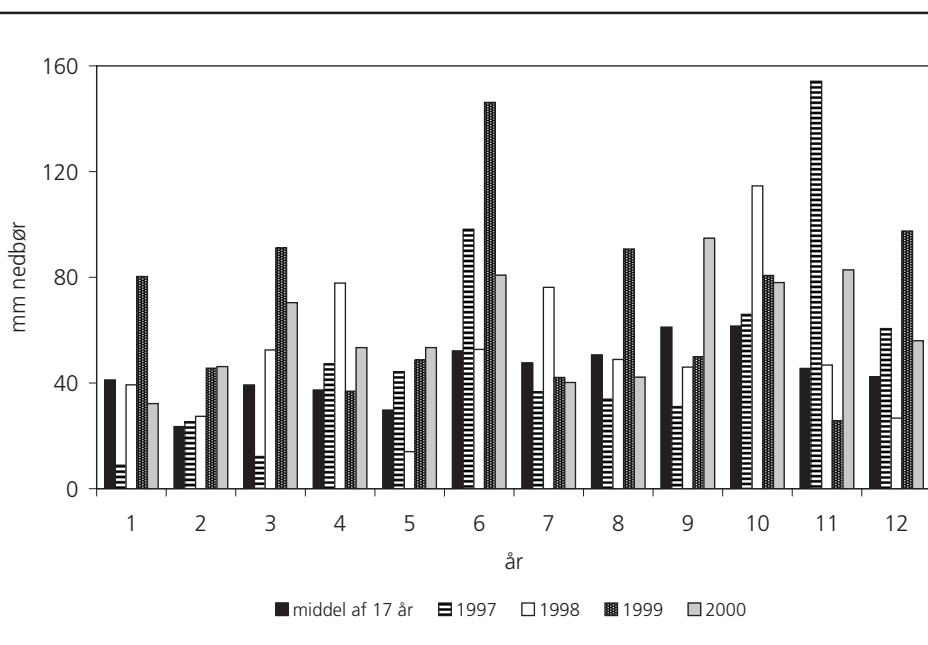
Figur 3. Årlig nedbør målt på Molslaboratoriet i perioden 1984 til 2000. Kilde: Molslaboratoriet.

Den sydøstlige del af Mols og Helgenæs ligger i en klimazone ”Storebælts-området” der er karakteriseret ved lav nedbør, med et årsmiddel på under 550 mm og ved et relativt stort antal soltimer. I perioden hvor græsningsforsøgene har fundet sted (1973-2000) i Mols Bjerge, har der været perioder med lav nedbør og ekstremt forårs- og sommertørke der har bevirket en total nedvisning af plantevæksten på tørkeprægede lokaliteter som Helligkilde, Klæbjerg og Trehøje, og med et stærkt reduceret levende plantedække på de øvrige hede- og overdrevslokaliteter (Buttenschøn & Buttenschøn 1982, 1985).

I 1997-2000 hvor hovedparten af faunaundersøgelserne er foretaget, har nedbøren dog været over gennemsnittet. Nedbøren er målt på Molslaboratoriet fra 1984. Den gennemsnitlige årsnedbør for perioden 1984 til 2000 er på 531 mm, mens nedbøren i 1997-2000 var henholdsvis 618, 622, 835 og 730 mm (figur 3).

I figur 4 er gennemsnittet for den månedlige nedbør opgjort på baggrund af 17 års målinger på Molslaboratoriet. I 1998 er nedbøren i maj måned under gennemsnittet, mens det i 1997 var lavere i perioden juli-september. Begge tørre perioder fik væsentlig højere nedbør forud for den tørre periode, og der er ikke registreret længerevarende alvorlige tørkeperioder i den kritiske vækstperiode i årene 1997-2000.

Den sandede jordbund betinger sammen med den lave nedbør at store dele af Mols og Helgenæs består af tørbundsprægede lokaliteter, særligt udpræget på øst- og sydvendte hæld og skrænter.

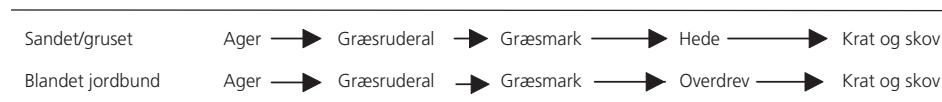


Figur 4. Den årlige nedbør fordelt på måneder for årene 1997-2000 samt den gennemsnitlige månedlige nedbør for perioden 1984-2000. Kilde: Molslaboratoriet

Undersøgte områder og deres udviklingsforløb

I undersøgelserne indgår naturområder der repræsenterer forskellige udviklingstrin fra vedvarende græsarealer på opgivne agre (omdriftsarealer) over græsmark (det vil sige de tidlige, lysåbne kolonisationsstadier der indfinder sig efter ophørt dyrkning, og som med tiden afløses af enten græsningsafhængige stadier eller af krat- og skovstadier), til overdrev, hede, eng og kær med forskellige stadier af tilgroning samt krat og højskov. Efter ophør af agerdyrkning optræder der på tørbundsarealerne nogle karakteristiske udviklingsforløb der afhænger af jordbundstypen. På de næringsfattige sand- og grusjorder sker der en udvikling fra ager, over græsmark og hede til egekrat, mens der på morænejorderne foregår en udvikling mod overdrev og krat uden hededannelse (figur 5). Forløbet påvirkes desuden i væsentlig grad af den aktuelle drift, her specielt græsset eller ugræsset tilstand. Mens der på ugræssede arealer ses et hurtigt forløb fra overdrev og hede til krat, ofte med et draphavre (*Arrhenatherum elatius*) domineret samfund som senfase før kratdannelsen, resulterer græsning i at overdrevs- eller en mosaik af hede-/overdrevsvegetation fastholdes (Buttenschön & Buttenschön 1998b).

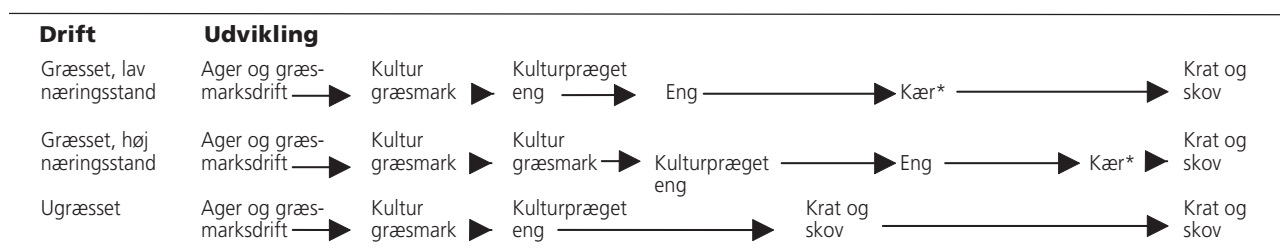
Kratdannelse vil dog ske uanset om arealerne er i græsningsdrift eller ej. Men forløbet er væsentligt langsommere under græsning, og indeholder bl.a. stadier af særlige kratpionersamfund af vedplanter der er mere eller mindre beskyttede mod græsning ved torne som ene, rose, skovæble, slåen eller ved kemisk afværge som nåletræer (Buttenschön & Buttenschön 1985, 1998a, 2000b). Endelig påvirkes udviklingen af den tidligere dyrkningshistorie herunder omfanget af evt. gødsning og kalkning.



Figur 5. Skematisk oversigt for udvikling fra ager til skov på tør bund i Mols Bjerge.

På fugtigbundsarealerne på hævet havbund findes en lignende udvikling, jf. figur 6, men her er den i højere grad betinget af den forudgående landbrugsdrift (Buttenschön & Buttenschön 2000a).

Således indgår der i dag græsningsundersøgelser på de forskellige udviklingstrin fra opgivne ager til skov. Vegetationsundersøgelserne har fundet sted i perioden fra 1973 til 2000, faunaundersøgelserne har primært fundet



Figur 6. Skematisk oversigt for udvikling fra ager til skov på lavbundsarealer i Mols Bjerge hvor kolonne 1 angiver den nuværende drift. *Kær er her brugt som betegnelse for stardominerede engsamfund med tørveudvikling.

sted 1996 til 1999, mens de systemøkologiske stofkredsløbsundersøgelser er foregået 1997-2000.

De enkelte forsøgslokaliteter

Græsningsforsøgene foregår dels på Molslaboratoriets arealer og dels på statsejede arealer under Fussingø skovdistrikt i Mols Bjerge, på Sydhelgenæs samt ved Ørnbjerg Mølle (figur 1, kortbilag 1-3 og tabel 1). Desuden indgår en lokalitet Tyvelhøj der er ejet af Hedeselskabet, og som græsses i henhold til græsningsaftale med Århus Amt. Lokaliteterne er valgt således at forskellige driftshistorier, naturområder og græsnings-behandlinger er repræsenteret. De fleste lokaliteter indeholder arealer med forskellig driftshistorie. Bakker og skrænter har typisk enten ikke været opdyrket eller er udgået af drift tidligt, mens fladerne har været i fortsat drift længere. Forskelle i driftshistorie, terrænforhold, herunder afstand til grundvand betyder at vegetationen er sammensat af flere typer på de enkelte lokaliteter som f.eks. Kirkestien og Buelund der består af en kuperet del med hedevegetation og en plan del med overdrevsvegetation. Enkelte lokaliteter indgår kun i en eller to af delundersøgelserne, det gælder bl.a. græsmarker der er inddraget for at give tilstrækkeligt store arealenheder til fugleundersøgelserne. I bilaget er der en beskrivelse af de enkelte forsøgslokaliteter med tilhørende kort.

Tabel 1. Oversigt over forsøgsarealer, undersøgelsestyper, græsningsæson, græsningsdyr samt det gennemsnitlige græsningstryk for perioden 1995-1999 (Åges Agre kun 1998-99). Græsningsstrykket er opgjort som vægt af dyr i ton (t) gange antallet af græsningsdage (d) pr. ha, her angivet som antal storkreaturer pr. ha hvor 1 storkreaturer (SK) = 135 t-d/ha (750 kg græsningsdyr x 180 græsningsdage).

Forsøgsområde	Græsningsdyr/ Græsningstryk	Undersøgelser	Græsningsæson
Sletten, syd	Galloway/0,3 SK/ha	Jordbundsfaunaen insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Vegetation siden 1971 inkl. træ- og buskanalyser, jordbund 1973, 1977 gentaget 1998. Næringsindhold, fødepræferencer. Strukturmålinger 1998.	Sommer
Sletten, nord	Galloway/0,4 SK/ha	Jordbundsfaunaen insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Vegetation siden 1971 inkl. træ- og buskanalyser, jordbund 1973, 1977 gentaget 1998. Næringsindhold, fødepræferencer. Strukturmålinger 1998.	Efterår – vinter
Buelund	Galloway/0,2 SK/ha	Stofkredsløb. Jordbundsfauna, insekter, fugle, fluer, myg og småpattedyr. Vegetation siden 1975, træ- og buskanalyser, jordbund, lysgennemfald, græshøjde fødepræferencer. Døgnmonitoring af kvægets græsningsadfærd 1997-2000.	Sommer
Skovbjerg	Skovkvæg/0,2 SK/ha	Stofkredsløb. Jordbundsfauna, insekter, småpattedyr, fluer og myg. Vegetation siden 1988 inkl. træ- og buskanalyser, jordbund, struktur, fødepræferencer, kokasser. Døgnmonitoring af kvægets græsningsadfærd 1998/99.	Efterår (fra 1.okt)
Trehøje	Skovkvæg/0,6 SK/ha	Jordbundsfauna, insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Lys, vegetation, jordbund, græshøjde, fødepræferencer, kokasser. Døgnmonitoring af kvægets græsningsadfærd 1999-2000. Jordkomprimering.	Sommer til vinter
Kirkestien	Islandske heste/0,2 SK/ha	Småpattedyr, vegetation siden 1984, træ- og buskanalyser, spiring, enebær og skovfyr, jordbund, græshøjde, fødepræferencer, gødningsdeponering.	Sommer

Tabel 1 (fortsat)

Forsøgsområde	Græsningsdyr/ Græsningstryk	Undersøgelser	Græsningsæson
Klæbjerg	Skovkvæg/0,6 SK/ha & 0,4 SK/ha	Vegetation og jordbund siden 1984, kokasser, spiring. Spiring af roser, træer og buske. Småpattedyr, fluer og myg.	Sommer
Nordengen	Galloway/0,7 SK/ha	Vegetation siden 1985, jordbund, komprimering, lysgennemfald, struktur, biomasse, døgnmonitoring af græsningsadfærd i 2000. Træer og buske. Fluer og myg.	Sommer til vinter
Sydengen	Skovkvæg/0,5 SK/ha	Vegetation siden 1987, jordbund, komprimering, lysgennemfald, struktur, biomasse, træer og buske, småpattedyr og fluer og myg (1995).	Overvejende vinter
Tremosegård	Skovkvæg/0,6 SK/ha	Vegetation, jordbund.	Vinter – forår
Toggerbo	Skovkvæg/0,5 SK/ha	Vegetation siden 1984, jordbund, struktur. Jordbundsfauna og insekter, småpattedyr.	Vekslende
Helligkilde	Skovkvæg/0,4 SK/ha	Jordbundsfauna og insekter, småpattedyr.	Efterår
Stenhøje Øst og Syd	Skovkvæg 0,5-0,6 SK /ha	Fugle, fluer og myg.	
Strandkær	Skovkvæg/2,7 SK/ha	Fugle.	Forår og efterår
Tyvelhøj	Sortbrogede kvier/<0,2 SK/ha	Småpattedyr.	Sommer
Aages Agre	Galloway/0,4 SK/ha	Vegetation, småpattedyr, sommerfugle.	Sommer
Italienske Sti	Galloway/0,5 SK/ha	Jordbundsfauna, vegetation og jordbund, småpattedyr.	Sommer
Hjelm Hede	Kødkvæg	Småpattedyr.	Forår til efterår
Mølleåen/Trindehaven	Galloway/0,3 SK/ha	Småpattedyr.	Efterår – vinter
Ørnbjerg Mølle	Skovkvæg/0,6 SK/ha	Fluer og myg.	Sommer

Kilder

Buttenschøn, R.M. (1980):

Mols Bjerger Plejeplan, Amtsfredningskontoret, Århus

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982):

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath: I Vegetation development. *Natura Jutlandica* 21, 1-18.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1985):

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor acidic grassland and heath: IV Establishment of woody species. *Natura Jutlandica* 21, 117-140.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1991):

Fra agermark til overdrev. *Urt* 1991 81-92.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1992):

Lyngpleje ved kvæggræsning. *Flora og Fauna* 98, 53-62.

- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (1998a):*
Population dynamics of *Malus sylvestris* stands in grazed and ungrazed seminatural grasslands and fragmented woodlands in Mols Bjerger, Denmark. *Bot. Fenn. Annales* 35,4, 233-246.
- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (1998b):*
Trends of vegetation development with and without grazing management in heathland established on old arable in Mols Bjerger. 6th. European Heathland Workshop, Norway June 1998, 74-77
- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (2000a):*
Retablering af ferske plantesamfund ved ekstensiv græsning belyst ved eksempler fra Mols Bjerger. *Flora og Fauna*, 106, 63-78.
- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (2000b):*
Woodland development on open pastureland under grazing management. *Proceedings; Natur- und Kulturlandschaft April 2000, Band 4, Höxter/Jena.*
- Buttenschøn, R.M. & Christensen, T.B. (1978):*
Botaniske forhold, 53-84 i ”Landskabsplan for Molsområdet, registreringer”. Fredningsplanudvalget for Århus Amt.
- Glob, P.V. (1978):*
Arkæologiske og historiske forhold, pp. 101-108 i ”Landskabsplan for Molsområdet, registreringer”. Fredningsplanudvalget for Århus Amt.
- Hansen, L., Bærentsen, P.E., Meeseburg, H. (1980):*
Landskab og Mennesker på Mols. *Bygd*, 11,1. 1980.
- Hester, A., Ednius, L., Buttenschøn, R.M. & Kuiters, L. (2000):*
Interactions between forests and herbivores: the role of controlled grazing experiments. *Forestry* 73(4), 381-391.
- Jeurig, N. (1989):*
Mols Vegetation-map (upubliceret rapport).
- Madsen, J.K., Höll, A., Buttenschøn, R.M. (2000):*
Landbrugeren som forvalter af vedvarende græsarealer. Park- og Landskabsserien nr. 27-2000. *Skov & Landskab (FSL)*, Hørsholm 2000. 59 pp.
- Meldgaard, J.A. (1975):*
Mols Bjerger. En historisk redegørelse over bosætning, landbrug og vegetationsudvikling. København.
- Newcomb, R.M. (1975):*
Episodes or Continuity? Culture Change on the Landscape of Northeastern Jutland, Denmark. Geografisk Institut, Århus Universitet.

Pedersen, S.A.S. & Petersen, K.S. (1997):

Djurslands Geologi. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, Miljø- og Energiministeriet.

Schjøtz-Christensen, B. (1966):

Flora og Fauna på Molslaboratoriets Forskningsareal. *Natura Jutlandica* 12, 88-148, 1966.

Stenbæk, B., Andersen, B.B. & Bülow-Olsen, A. (1980):

Ammekøer og landskabspleje, 494. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.

Thamdrup, H. (1947):

The Mols Laboratory. An Ecological Laboratory and its Working Programme. *Natura Jutlandica* 1, 71-131, 1947-48.

Ørnboel, J. (1978):

Højryggede agre på Mols, 109-112 i "Landskabsplan for Molsområdet, registreringer". Fredningsplanudvalget for Århus Amt.

Worsøe, E. (1990):

Mols Bjerger. Skippershoved Forlag, Randers.



Foto: Rita Merete Buttenschön

2. Husdyr og græsning

Rita Merete Buttenschøn¹⁾, Jon Buttenschøn²⁾, Henning Petersen³⁾ og Flemming Ejlersen³⁾

1) Skov & Landskab (FSL)

2) Fødevarerregionen, Fødevarerregionen Århus

3) Naturhistorisk Museum

Græsningsdyr, græsningsformer og foderværdi

Undersøgelsen har lagt hovedvægten på kvæggræsning med to kødkvægracer; galloway og skovkvæg. Desuden indgår der græsning med islandske heste og græsningsforsøg med islandske får.

Galloway

Gallowaykvæg er en lille kvægrace der stammer fra den vestske egn Galloway. Kvæget blev indført fra Skotland af Naturhistorisk Museum i 1972 til brug i græsningsforsøg og til pleje af Molslaboratoriets arealer. Galloway blev valgt fordi det er hårdført og nøjsomt, tilpasset ekstensiv græsning på næringsfattige jorder. Køerne vejer fra 400-450 kg, tyrene fra 700-800 kg. Galloway har i forhold til kropstørrelsen et stort vomrumfang der muliggør indtagelse og omsætning af strukturrigt foder. Dyrene har et dobbelt hårlag med en krøllet underuld der er dækket af en tæt pels af lange dækhår. Det gør dem egnede til at klare det danske klima med vekslende temperatur og nedbørsforhold.

Molslaboratoriets kvægbesætning er på ca. 10 moderdyr. Dyrene går ude året rundt, enten i forsøgsfencer eller i aflastningsfencer hvorfra de har adgang til en overdækket foderplads. Køerne går sammen med en foldtyr, og kælvninger foregår året rundt. Kvierne holdes dog fra tyren indtil de er omkring 1½ år. Driften er lagt an på produktion af avlsdyr og stude der græsser 2½-3 år, inden de sendes til slagting. Besætning og græsarealer er udlagt til økologisk drift.

Skovkvæg

Skovkvæg er udviklet som en krydsningsbesætning af kødkvæg og malkekqvæg af Fusingø Statsskovdistrikt i samarbejde med kvægbrugsorganisationer, Landbohøjskolen, Statens Husdyrbrugsforsøg, Landskontoret for Kvæg, lokale dyrlæger og rådgivere (Stenbæk et al. 1980).

Når der blev valgt en krydsningsbesætning til forsøget, var det af økonomiske årsager idet etablering af en ammekobesætning var billigere end at starte ud med en renavlet kødkvægsbesætning. Men også kvægbrugsinteressens interesse i at undersøge krydsningsproduktionens muligheder indgik som en væsentlig faktor. Krydsningsforsøgene omfattede to danske malkekvægracer; rød

dansk og sortbroget dansk samt 9 europæiske kødkvægracer (Stenbæk et al. 1980, Egefjord 2001).

Fussingø skovdistrikt har fortsat udviklingen af skovkvæg til brug for plejen af de statsejede arealer i Mols Bjerger. Besætningen består af i alt ca. 100 moderdyr og ungdyr som er fremavlet fra den oprindelige besætning. Avlsmålene er tilvækst, frugtbarhed, kælvningsforløb, sundhed, omgængelighed og tilpasning til græsgang og staldforhold. Der ønskes et dyr som er robust, roligt og trives godt under ekstensive forhold (Egefjord 2001).

Besætningen er opdelt i fire avlslinier hvor der anvendes forskellige avlstyre i løbende udskiftning. Hundyr udvælges efter tilvækst i det første leveår, kælvning i andet leveår og så en kalv pr. år i de efterfølgende år. Dyr med kælvningsbesvær, manglende kalveomsorg, urolig adfærd eller sundhedsproblemer udsættes. Køerne opdeles i markflokke efter alder, størrelse og familieskab med foldtyren. Køerne kælver i marts-april på markerne omkring løsdriftstalden. Målet i Mols Bjerger har været at opbygge en helhedsorienteret driftsmodel der kombinerer besætnings- og naturplejemæssige interesser. I 1997/98 er besætningen og græsningsarealerne inkl. græsnings-skov omlagt til økologisk drift (Egefjord 2001).

Skovkvæget har udviklet ensartede egenskaber der gør det egnet til ekstensiv græsning på næringsfattige jorder. Med hensyn til udseende, farve, kropsbygning og størrelse er der forskelle betinget af hvilke racer der er indgået. De voksne køer vejer 600-800 kg med enkelte dyr på over 900 kg. Kviekalve (6 mdr.) vejer 200-300 kg, tyrekalve 250-400 kg og kvier 300-600 kg. Tyre vejer 600-1000 med enkelte ældre tyre på op mod 1200 kg.

Får

Islandske får indgik i græsningsforsøgene på Molslaboratoriet fra 1971. Stambesætningen kom fra Grønland. Islandske får er hårdføre og nøjsomme med egenskaber der generelt er karakteristiske for de nordiske fåreracer. Fårene vejer omkring 55 kg, mens vædderne vejer omkring 75 kg. De tidligere faser af græsningsforsøgene på Molslaboratoriets arealer viste at fåregræsning resulterede i mere artsfattige og græsdominerede plantesamfund end kvæggræsning (Buttenschön & Buttenschön 1982a). Kvæg har derfor været det foretrukne græsningsdyr til pleje af arealerne i Mols Bjerger (Buttenschön 1980). Molslaboratoriet valgte at sætte fårene ud i 1996 til fordel for en opprioritering af kvæggræsningen.

Heste

Hestegræsningen er baseret på privatejede islandske heste. Der blev anvendt voksne vallakker med en gennemsnitsvægt på 400 kg. Græsningsbetingelserne er fastlagt i en græsningskontrakt med Fussingø Skovdistrikt. Der anvendes tre fener i rotation i perioden april til november med ca. 60 % af tiden på forsøgsarealet hvor der græsses i tre perioder a 1½-2 måneders varighed.

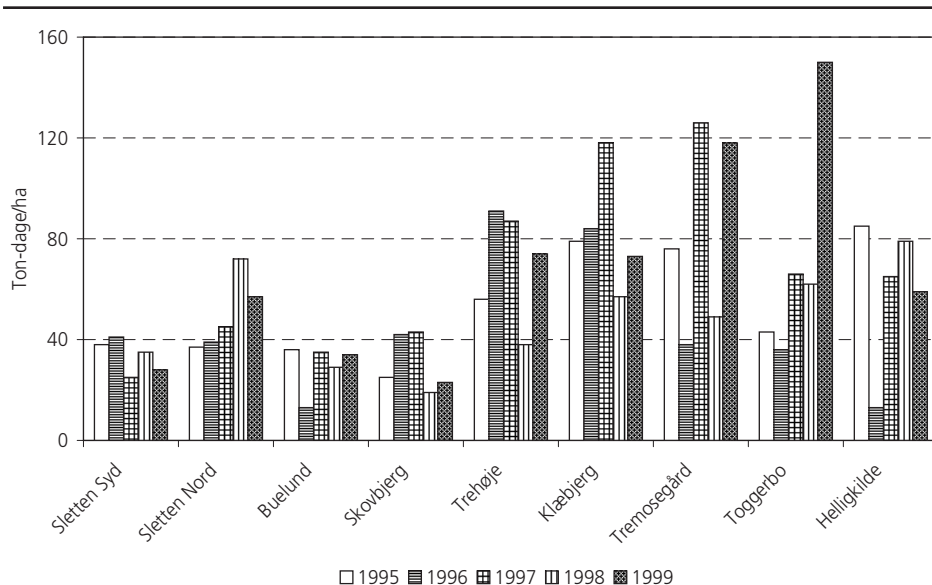
Græsningstryk

Græsningstrykket er moderat til lavt i samtlige forsøgsområder, bortset fra i en indhegning, Strandkær, der bruges i kælvningsperioder, og i perioder hvor kvæget i øvrigt er i staldområdet. Det årlige græsningstryk ligger i perioden 1995 til og med 1999 mellem 29 t-d/ha (tons dyr x antal græsningsdage pr. ha) og 95 t-d/ha på naturgræsgangene og op til omkring 360 t-d/ha i aflastningsfennen (Strandkær).

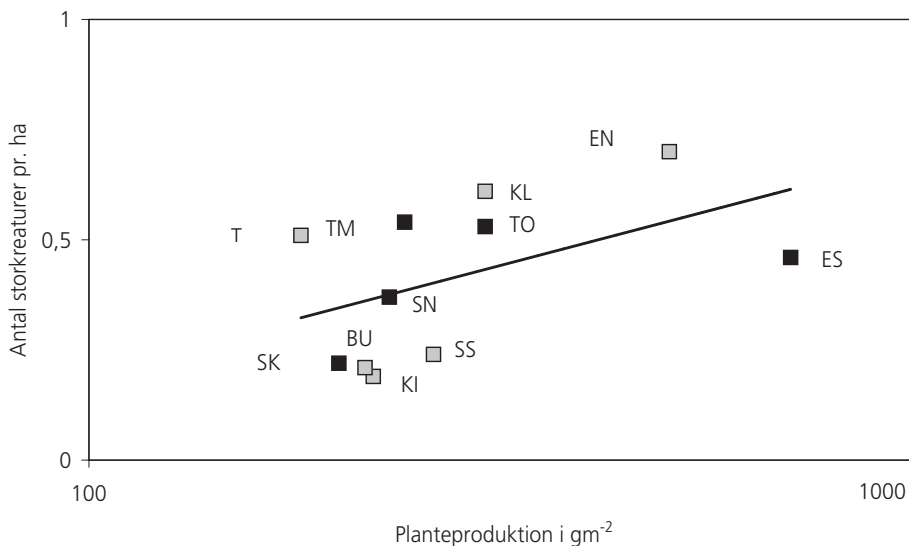
Omregnet til storkreaturer pr ha (jf. definition på storkreaturer i vejledning om slagtepræmie for kvæg og handyrpræmie, Direktoratet for Fødevarer Erhverv, 2000) ligger det gennemsnitlige græsningstryk mellem 0,3 og 0,6 storkreatur pr ha på overdrevs- og hedelokaliteterne og op til 0,7 storkreatur/ha på englokaliteter. Der er således tale om et lavt græsningstryk i forhold til det maksimale standard græsningstryk på 0,8 i MVJ-aftaler (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, 2001).

Græsningstrykket styres primært efter vegetationstilstand. Antal dyregræsningsdage varierer derfor fra år til år afhængig af tilgængeligt plantefoder, se figur 1. I 1997-1999 var planteproduktionen relativt høj på grund af en nedbørmængde der var større end normalnedbøren (se figur 1.3). Perioden med høj nedbør faldt sammen med overgang til økologisk drift og deraf følgende færre dyr i en periode. Desuden blev der etableret nye græsningsforsøg der lagde beslag på en del af græsningsdyrene, således at græsningstrykket ikke kunne reguleres fuldt ud i forhold til den større græsproduktion.

Figur 1 viser græsningstrykket (t-d/ha) for perioden 1995-1999 på de kvæggæssede overdrev og heder. Disse størrelser skal sammenholdes med de enkelte lokaliteters planteproduktion og mængde af tilgængeligt foder for at sige om græsningstrykket er forholdsvis lavt eller højt (figur 2).



Figur 1. Fordeling af det årlige græsningstryk angivet som tons kvægdage/ha på overdrev-, skov- og hedelokaliteter. Der er stor variation fra år til år primært som følge af nedbørsbetingede forskelle i plantevækst. Græsningstrykket i Toggerbo er specielt forøget med mere end 100% i 1999 af hensyn til de faunistiske undersøgelser.



Figur 2. Græsningstryk (gennemsnit for perioden 1995-99) angivet storkreaturenheder pr. ha i relation til skønnet planteproduktion angivet i g tørstof pr. m² på basis af målinger af biomasse og plante struktur i udvalgte plantesamfund. Fordelingen af græsningstrykkene på hver side af den semi-logaritmiske gradient viser hvor der er anvendt relativt højt (over linjen) hhv. lavt græsningstryk. Det høje græsningstryk er repræsenteret ved Trehøj (Tr), Tremosegård (TM), Klæbjerg (KL), Toggerbo (TO) og Nordengen (EN), de lave ved Skovbjerg (SK), Buelund (Bu), Kirkestien (KI), Sletten Syd (SS) og Sydengen (SE), mens Sletten Nord (SN) ligger tæt ved linjen. De sorte firkanter angiver vintergræssede lokaliteter. Kortvarige græsninger er ikke medtaget.

Græsning virker som en forstyrrelse på vegetation og jordbund, men andre forhold, især stressfaktorer som f.eks. sommertørke og lavt næringsindhold, påvirker ligeledes vegetation (Al-Mufti et al 1977, Grime 1979). Græsningspåvirkningen skal derfor ses i sammenhæng med andre påvirkninger og sættes i sammenhæng med den aktuelle vegetationstilstand.

Ved vintergræsning skal der færre tons dyregræsningsdage til for at give samme græsningstryk som ved sommergræsning. Dels er det tilgængelige næringsindhold lavere om vinteren, og dels trampes vegetationen i højere grad ned i forbindelse med dyrenes færdsel. Det skyldes at den visne vegetation lettere knækker, og bunden ofte er blød og derfor trampes op.

Vegetationens ernæringsmæssige sammensætning

Tidligt i undersøgelserne blev planter og plantesamfunds ernæringsindhold analyseret. Metode og materiale er beskrevet i Buttenschøn & Buttenschøn (1982c). Her er plantevækstens ernæringsmæssige værdi analyseret i relation til husdyrenes behov og til planternes fænologiske stadier over vækstsæsonen.

Næringsindholdet er undersøgt fra næringsfattigt overdrev og hede med dominans af fåresvingel (*Festuca ovina*), henholdsvis bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*) og fra overgangskær (sur, næringsfattig eng) samt fra følgende planter: ung hedelyng (*Calluna vulgaris*) i kraftig vækst, ældre he-

delyng, grå- og øret pil (*Salix cinerea* og *S. aurita*) og dunbirk (*Betula pubescens*). Der er taget prøver af de enkelte planter over den sæson hvor de normalt græsses. Samfundene, pil og birk er således undersøgt fra tidligt i maj til sent i oktober mens lyngen er undersøgt hele året. Prøvetagningen blev foretaget fire år i træk. Prøverne er bl.a. analyseret for råprotein, træstof (ikke ekstraherbare kulhydrater: cellulose, pentosaner, lignin), fedt, P, K, Ca, Mg, Na.

Resultater

Hedesamfund

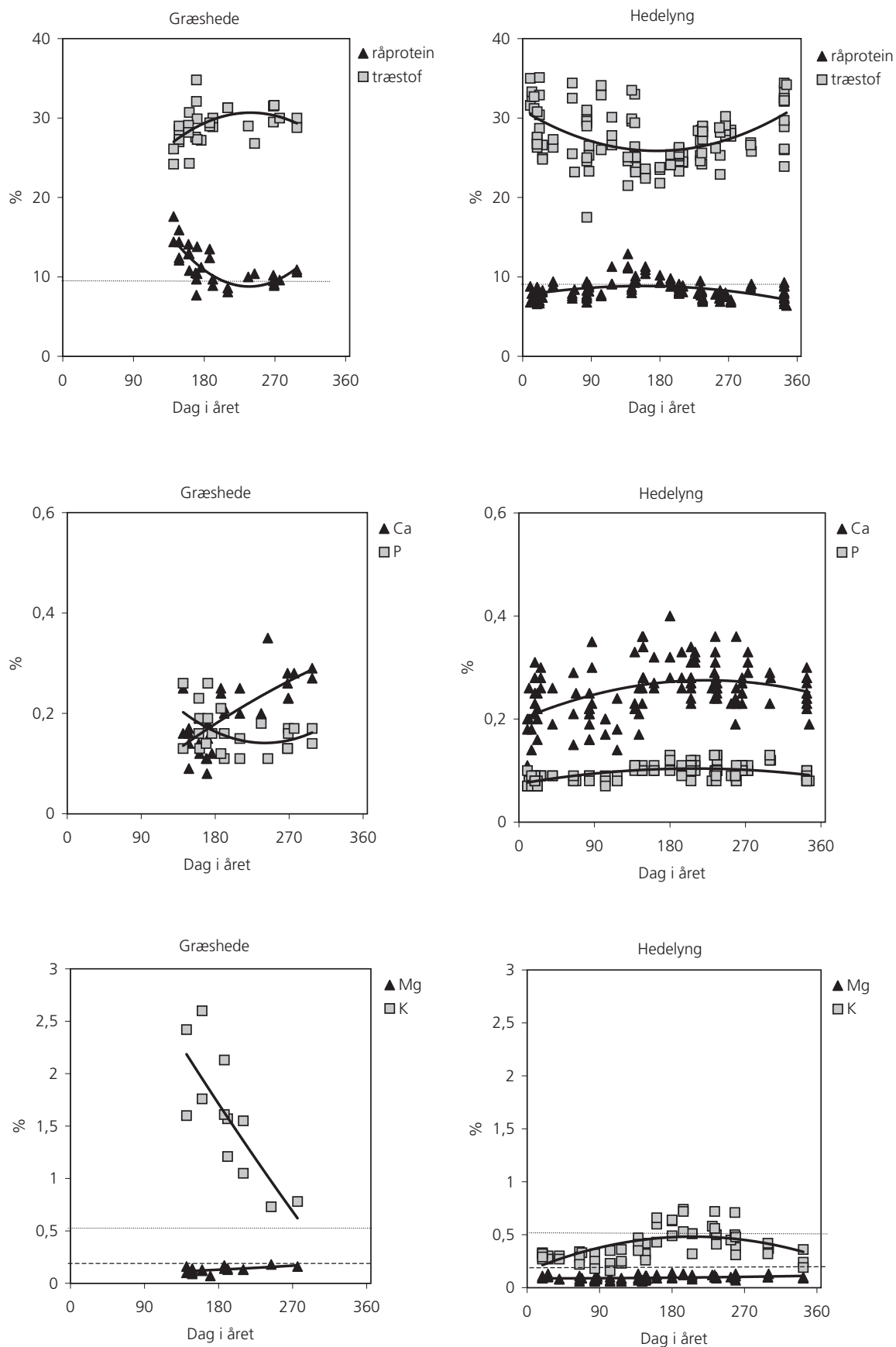
Græshedens råproteinindhold (figur 3) er højt i maj og juni, men falder markant i forbindelse med blomstring over perioden juli til september for atter at stige i oktober. Dette er typisk for stresstolerante planter hvis vækststrategi betinger at der snarere lagres kvælstof i friske, overvintrende blade om efteråret end i den overvintrende rodmasse (Grime 1979). Råproteinindholdet er kun tilstrækkeligt til ekstensiv husdyrproduktion tidligt og sent på sæsonen. I perioden fra juli til september ligger indholdet oftest 1-3 % under behovet selv efter at der er korrigeret for mængde af tørstof i foderenheden (FE: ca. 1,4 kg tørstof/FE i den nævnte periode, figur 5) Træstofindholdet er negativt korreleret med råproteinindholdet ($r_{xy} = -0,681$; $p < 0,001$). Det bevirker at fordøjeligheden er lavest der hvor råproteinindholdet er lavest (Sørensen 1962, 1965, Gill et al. 1989). Dette modsvarer dog af at foderindtagelsen, målt i kilo tørstof, er større (Sørensen 1962, Holmes 1989). Råfedtindholdet er relativt lavt i græshedevegetationen (2-3 %), men dog tilstrækkeligt til at dække dyrenes behov. Det højeste indhold findes i de vegetative vækstfaser.

I hedelyngen ses et forløb i indholdet af råprotein (figur 3) der i perioden maj-september er parallelt med det hos bølget bunke, men forskudt en måned til halvanden. De højeste værdier forekommer midt i juni og de laveste i august og september, men uden en tydelig stigning senere på efteråret. Træstof- og råproteinindholdet er også negativt korreleret med hinanden i hedelyng ($r_{xy} = -0,417$; $p < 0,01$ for yngre lyng og $r_{xy} = -0,608$; $p < 0,001$ for ældre lyng), men udsving i forhold til vækstfasen er begrænsede i forhold til dem der findes hos græsvegetation. Råfedtindholdet i hedelyng er stort (6-9 %) med det højeste indhold i forbindelse med vækstperioden.

De højeste koncentrationer af fosfor og kalium findes i forbindelse med vækst, mens calcium, magnesium og – mindre tydeligt – natrium har de højeste værdier i forbindelse med blomstring og frøsætning (figur 3). Indholdet af fosfor og magnesium og i mindre grad calcium og kalium er på eller under behovsniveau i græs- og lynghejde, mens natrium ligger på eller over behovet.

Husdyrenes ernæring på heden

Resultaterne peger således på at hedesamfundene ikke kan opfylde husdyrenes behov for energi-, og næringsstofftilførsel. Dette bestyrkes også af flere andre undersøgelser (Thomas 1934, Rawes & Welch 1969, Milne 1974,

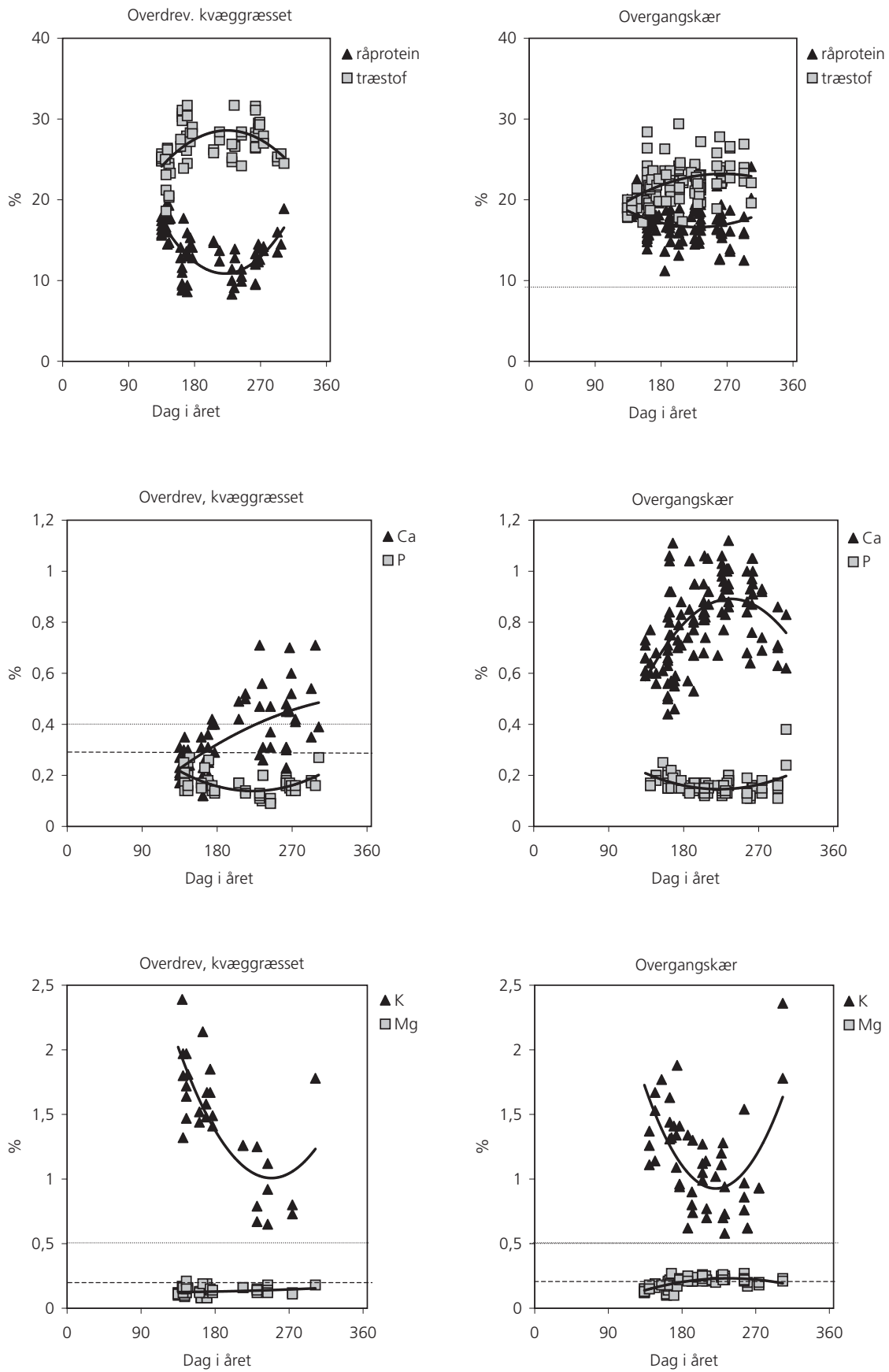


Figur 3. Indhold i procent af råprotein og træstof, Ca og P samt Mg og K i henholdsvis hedelyng og i græshede. Kødkvægs behov af råprotein, ligger på hhv. 9, 0,4, 0,3, 0,2 og 0,5 procent af træstof.

Grant & Campbell 1978, Buttenschøn & Buttenschøn 1982a, 2001a og b, Bokdam & Wallis de Vries 1992).

Fordøjeligheden af hedevegetation er ret lav. Eksempelvis angives in vitro fordøjeligheden af hedesamfundene i Mols Bjerge at ligge mellem 55-65 % (Stenbæk et al 1980), ren hedelyng at ligge på ca. 45 %, mens star- og sivdomineret fugtighede ligger på 50-60 % (Hodgson & Grant 1981) og med et fald i fordøjelighed fra maj til september (Grant & Campbell 1978). Variationen i fordøjelighed følger indholdet af træstof (negativt korreleret, $r_{xy} = -0,493$) og råprotein (positivt korreleret, $r_{xy} = 0,686$; data fra Stenbæk et al. 1980). En sådan ernæringsituation vil ikke kun som tidligere anført, medføre ernæringsmæssige mangler, men vil tillige disponere for nedsat ædelyst hos husdyrene (Milne & Bagley 1976, Gill et al. 1989). Husdyrene forsøger at kompensere for den utilstrækkelige foderkvalitet gennem selektiv foderoptagelse (Nicholson et al. 1970, Grant & Hodgson 1980, Buttenschøn & Buttenschøn 1982a og b, Clarke et al. 1995, Wieren 1996). Dyrenes selektion betinger ikke kun at planter eller plantesamfund til- og fravælges i forhold til deres fænologiske stadier og dermed næringsindhold (Buttenschøn & Buttenschøn 1982b og c, Wieren 1996, Buttenschøn & Buttenschøn 2001a), men også at husdyrene mere eller mindre tydeligt vedligeholder særligt værdifulde partier af græsgangen som kort plæne i vækstfase. Plænegræsning er tydeligst hos hest, mindre tydeligt, men dog markant hos får og mindst tydelig hos kvæg. Hedelyngen plejes også med plænegræsning specielt af kvæg og i mindre grad af får. Med tiden udvikles der en større mængde ung, relativ næringsrig lyngbladmasse på græsgangene som vedligeholdes år efter år. Efter mange års græsninger forstærker dette græsningsmønster opbygningen af en mosaik i vegetationen gennem omfordeling af næringsstoffer (se afsnit: Omfordeling af næringsstoffer på side 40). Dette resulterer i at græssede heder med tiden bliver til en mosaik af næringsfattig overdrev- og hedevegetation hvilket i nogen grad vil kompensere for de mangler der er i den ernæringsmæssige sammensætning i egentlige hedeplanter. Samtidig vil en fortsat græsning bevirke at svingningerne i næringsindhold hen over sæsonen udviskes på de bedst vedligeholdte plæner (Rawes 1963). Milne & Bagleys forsøg (1976) antyder at et foder der indeholder omkring 25 % græs, er tilstrækkelig til at bringe kvælstofomsætningen i positiv balance, men at der allerede ved 10-15 % græs ses en markant øgning af dyrenes ædelyst.

Der er en markant forskel på kvæg, heste og fårs græsning på hedelyng. I undersøgelserne på Mols har rangordningen med hensyn til lyngoptagelse været kvæg > får > heste. Mens får og heste næsten ikke udviser sæsonvariationer i optagelsen (Buttenschøn & Buttenschøn 1982b, Tubbs 1986, Buttenschøn & Buttenschøn 2001a), har kvæg et højdepunkt i indtagelsen af lyng fra begyndelsen af august til midten af oktober. Der er nogle år registreret andre perioder med høj udnyttelse i forbindelse med perioder med højt råproteinindhold i marts-april og sent i oktober til begyndelsen af december hvilket også kan udledes af tilbagegangen af hedelyng på de vintergræssede heder i disse undersøgelser.



Figur 4. Indhold i procent af råprotein og træstof, Ca og P samt Mg og K i henholdsvis overdrev og overgangskær. Kødkvægs behov af råprotein, Ca, P, Mg og K ligger på hhv. 9, 0,4, 0,3, 0,2 og 0,5 procent af tørstof

Næringsfattige overdrevssamfund

Indholdet af råprotein i de næringsfattige overdrev med dominans af fåresvingel og alm. hvene er højt i vækstfasen og i forbindelse med forberedelse af næste års vækst (figur 4). Under fåregræsning er sæsonvariationen i råproteinindhold mere begrænset. Mens det gennemsnitlige indhold for alle prøver i det vedvarende kvæggræssede område er 14 %, er det 13 % i det fåregræssede og 12 % i et område, der blev græsset med kvæg hvert andet år. Der er statistisk sikre forskelle mellem gennemsnittet af råproteinindhold under de tre forskellige græsningsformer.

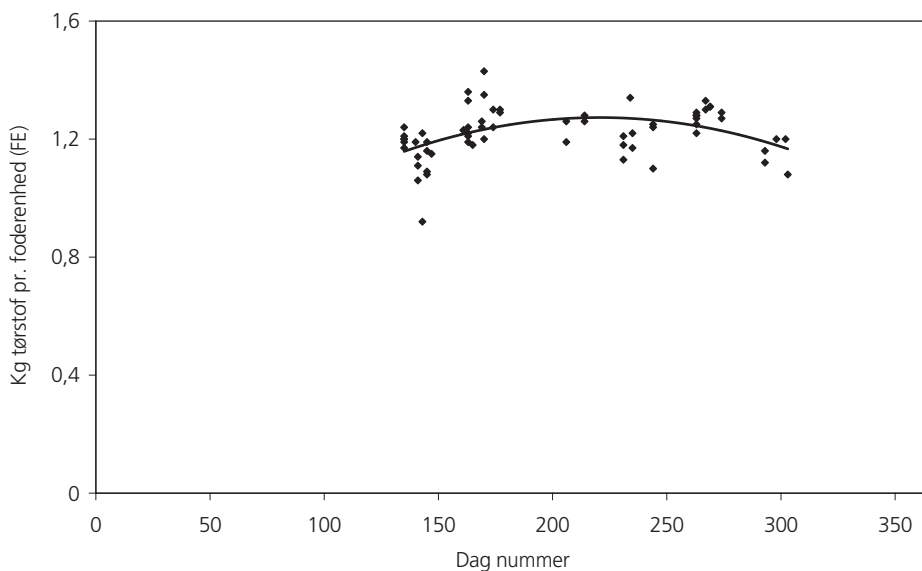
Det gennemsnitlige råproteinindhold i juli-august svarer til ca. 120 g pr. FE hvilket ligger over husdyrenes behov, men der er i enkelt målinger værdier ned til ca. 95 g pr. FE samt ned til 90 g pr. FE på de fåregræssede områder.

Råfedtindholdet i overdrevets vegetation ligger altid over behovet på ca. 2 % af tørstoffet. Der ses værdier fra 2-8 %. De højeste værdier stammer fra perioder hvor større mængder lyng blev græsset på overdrevet (Buttenschön & Buttenschön 1982b). Råfedtindholdet i græsvegetationen er højest i forbindelse med vegetativ vækst.

Figur 5 viser sæsonvariationen i antal kilo tørstof pr. skandinavisk foderenhed (FE). Tallene viser hvor meget tørstof der skal til for at give en defineret mængde udnyttelig energi i foderet (Sørensen 1962). Samtidigt viser det at næringsstoffer der skal til for at dække behovet, faktisk hentes ud af en større mængde tørstof i de perioder hvor indholdet pr. kg tørstof af flere af dem er lavt. Ved høje værdier af kg tørstof/FE er den reelle optagelse af næringsstoffer således undervurderet.

Næringsstofindholdet i overdrevsvegetationen ligger generelt højere end for heden (figur 4). Der er tilsvarende svingninger i indhold i forhold til planternes vækstfaser som beskrevet for vegetationen på græshede. Calcium ligger altid på eller over behovet, mens fosfor ligger tæt ved behovet i maj-juni og september-oktober, mens det ligger væsentligt under i juli-august og ofte ind i september, indtil ny vegetativ vækst for alvor begynder. De lave fosfor værdier forstærkes af at der under deres optræden er et særlig højt calcium indhold således at Ca:P ratio bliver væsentligt forskudt fra den optimale 1,3 (Sørensen 1962). Kaliumindholdet opfylder altid behovet, mens magnesiumindholdet ligger under eller på behovet gennem hele sæsonen. Med undtagelse af selen lå de undersøgte mikromineraler (Mn, Cu, Zn, Mo, Co) over behovet i alle prøver fra overdrevene (Buttenschön & Buttenschön 1982c).

Kurveforløbet i figur 4 viser at der kan være suboptimalt råproteinindhold i juli-august med et gennemsnit der svarer til ca. 120 g råprotein pr. FE, mens der i enkelt mål er værdier ned til ca. 95 g pr. FE. Værdierne for det fåregræssede område ligger på eller over behovsniveauet hele tiden, men her ses også enkelt målinger ned til 90 g råprotein pr. FE. En af de medvirkende faktorer til forskellene kan være at fårene vedligeholder deres plæneelementer i en småskala der ligger på blad- og vækstpunktniveau som det er vanskeligt at efterligne ved afhøstning. Det indebærer at der er iblandet mindre næringsrigt materiale i prøverne, samt at specielt næringsrige elementer helt



Figur 5. Den sæsonmæssige variation i kg tørstof per foderenhed på kvæggræsset overdrev.

kan være borttædt (Cook et al. 1967). I området med kvæggræsning hvert andet år, spiller det ind at der er et væsentligt indhold af førne i vegetationen. Ovenstående underbygges af at der kun er fundet en signifikant, negativ korrelation mellem råprotein- og træstofindhold i den vedvarende kvæggræssede vegetation ($r_{xy} = -0,822$, $p < 0,001$), mens den fåregræssede og periodisk kvæggræssede ikke gav en sådan sammenhæng.

Råfedtindholdet i overdrevets vegetation ligger altid over behovet på ca. 2 % af tørstoffet. Der ses værdier fra 2-8 %. De højeste værdier stammer fra perioder hvor større mængder lyng blev græsset på overdrevet (Buttenschøn & Buttenschøn 1982b). Råfedtindholdet i græsvegetationen er højest i forbindelse med vegetativ vækst.

Vurdering af husdyrenes ernæring på overdrev

I forhold til afgræsning af hede indebærer afgræsning af næringsfattige overdrev kun få ernæringsmæssige problemer. Lejlighedsvis er der et lavt råproteinindhold, men niveauet er tilstrækkeligt til vedligeholdelse og begrænset vækst eller mælkeydelse. To af de fire år der blev høstet vegetation til analyse, var præget af tørke i længere perioder af sommeren (Buttenschøn & Buttenschøn 1982a og c). Dette reducerer det gennemsnitlige råproteinindhold midt på sommeren. Størstedelen af de lave værdier på råprotein (< 10 %) stammer fra analyserne de to år. Tørke vil hindre fortsat vækst på plænerne og i højere grad efterlade tørre blomsterstande og strå til afhøstning. Ved rigelig nedbør udviser råproteinindholdet mindre svingninger idet græsgangen dels forbliver frisk, dels bliver holdt som tæt græsset plæne hele tiden (Rawes 1963).

En væsentlig konklusion der kan drages af forskellene i råproteinindholdet mellem de tre græsningsformer, hhv. kvæggræsset hvert år, hvert andet år og fåregræsset, er at fåregræssede områder skal græsses i flere år end kvæggræsset før der etableres en mosaik af plæneelementer i græsgangen, samt at der

under uregelmæssig græsning, f.eks. med græsning hvert andet år, ikke eller kun meget langsomt opnås en god pleje af grønsværen i ernæringsmæssig henseende. Tilsvarende må man forvente at der ved græsning om efteråret og vinteren kun i begrænset omfang vil etableres plæner med næringsrig plantevækst.

Råfedt-, kulhydrat- og træstofindholdet er i hele vækstsæsonen inden for rammer der sikrer tilstrækkelig energitilførsel. Mineraltilførslen har to svage punkter, det generelt suboptimale indhold af magnesium og forskydningen i de relative andele af henholdsvis calcium og fosfor hen over sæsonen. Førstnævnte vil disponere for akut magnesiummangel (græstetani eller græssyge; Blood & Henderson 1974) først og sidst på sæsonen i forbindelse med de høje kaliumværdier, og vil potentielt kunne medføre kronisk magnesiummangel hvis der ikke tilføres tilskud af magnesium. Ubalance mellem calcium og fosfor vil ligesom mangel på enten det ene, det andet eller begge mineraler primært føre til demineralisering af skelettets knogler, senere forskellige fysiologiske dysfunktionstilstande (Blood & Henderson 1974). Tilskud af en passende mineralblanding til dyrene hele året kan hindre disse og andre mangelsygdomme. Der er i forsøgsperioden diagnosticeret flere tilfælde af kronisk magnesiummangel.

Der er en glidende overgang mellem næringsfattige overdrev og hede-samfund, og på områder der er blevet græsset over lang tid, opstår der ofte en finmasket mosaik af hede- og overdrevsvegetation. En af de væsentlige forskelle mellem de to vegetationsyderpunkter er at jordbunden under heden er mere sur. På mere sur jordbund er der udpræget lavt indhold af en række næringsstoffer, samt en forskydning i forholdet mellem de fleste næringsstoffer (Mengel & Kirkby 1978, Buttenschøn & Buttenschøn 1982c). Overdrevet er ofte det bærende element i dyrenes ernæring i hede-overdrev-mosaikken (Tubbs 1986). Gennem husdyrenes plænegræsning stabiliseres denne mosaik, og derved stabiliseres ernæringssituationen på arealet.

Ved langvarig plænegræsning tilpasses grønsværen bedre til en situation med tilbagevendende forstyrrelse, afbidning, tråd o.s.v., og stress, specielt i form af periodisk udtørring. Det er bl.a. de ændringer i plantesammensætningen der sker på plænerne som er årsag til den øgede tolerance. De er bl.a. den større andel af halvgræsser, græsser og urter med over- og/eller underjordiske udløbere, f.eks. pillestar (*Carex pilulifera*), håret star (*C. hirta*), hvenerarterne (*Agrostis spp.*), engrapgræs (*Poa pratensis*), rød svingel (*Festuca rubra*), gul snerre (*Galium verum*), håret høgeurt (*Hieracium pilosella*) og rødknæ (*Rumex acetosella*) der bidrager til grønsværens større bæreevne. Men også nogle tueformede græsser der fremmes af langvarig græsning, fåresvingel og enghavre (*Helictotrichon pratense*), samt perifer rodslagning af hedelyng øger bæreevnen.

Overgangskær

I overgangskæret har indholdet af råprotein ligeledes de laveste værdier i juli-august (figur 4). Indholdet af råprotein og træstof svinger dog ikke nær så meget hen over planternes vækstsæson som ved næringsfattigt overdrev. Det gennemsnitlige råproteinindhold ligger mellem 16 og 18 % med værdier

mellem 11 og 24 %, mens kurven for træstof ligger mellem 20 og 23 % med målte værdier mellem 17 og 30 %. Ingen af de målte værdier for råprotein ligger under 140 g pr. FE. Der er en negativ korrelation mellem råprotein- og træstofindhold i kærvegetationen ($r_{xy} = -0,41$, $p > 0,001$), men da kilo tørstof pr. FE i høj grad stiger med faldende råproteinindhold (figur 5), er der et rimeligt konstant indhold af råprotein pr. FE.

Råfedtindholdet ligger på 3-4,5 % hen over sæsonen med de laveste værdier i juli-august. Lavere (1,7 %), henholdsvis højere (5,5 %) værdier forekommer i de enkelte målinger. Behovet for råfedt er dækket.

Næringsstoffkoncentrationen i kærvegetationen ligger generelt højere end i overdrevsvegetationen (figur 4), og de fænologiske variationer følger dem der er beskrevet for overdrev. Den potentielt største mangel i næringsstofforsyningen ligger i de forholdsmæssigt lave fosforværdier kombineret med en ubalance mellem kalcium og fosfor der i juli-august kulminerer med en ratio Ca:P = 6, hvor den ideelt skulle ligge på 1,3.

Vurdering af husdyrenes ernæring på overgangskær

En væsentlig forskel på overdrevet og overgangskæret er at kæret græsses mere konstant gennem græsningsæsonen (Buttenschön & Buttenschön 1982b). Det indebærer at store dele af kæret bliver bedre vedligeholdt gennem græsning end den der ses på overdrevet der som nævnt blev påvirket af tørke to af de år der blev udtaget materiale til analyse. Ser man på et enkelt element som råprotein, er relativt begrænsede svingninger i forhold til planternes vækstsæson tegn på at den pågældende grønsvær hovedsageligt vedligeholdes som en plæne i vækstfase. Dette udsagn skal så sammenholdes med de korrelationer der er fundet mellem træstof, fordøjelighed og råprotein.

Tilskuds fodring

For at kompensere for det relativt lave indhold af næringsstoffer er der de senere år givet et lille fodertilskud til kvæget der dels skal sikre at der ikke opstår underskud af essentielle næringsstoffer, og dels skal gøre det nemmere at komme til dyrene samt reducere arbejdsindsatsen med tilsyn.

I sommerhalvåret gives et tilskud på omkring 1 kg kraftfoder pr. moderdyr pr. uge svarende til 2-3 % af energiomsætningen. I vinterhalvåret øges tilskuddet afhængigt af den aktuelle tilgængelige fodermængde på arealerne. Desuden lægges halm ud, dels til stråfoder, dels til at ligge i. Tilskuddet af kraftfoder i vinterhalvåret dækker op til omkring 1/3 af dyrenes energiomsætning. I vinterhalvåret har de fleste af dyrene adgang til løsdriftstald eller overdækket foderplads i aflastningsfener hvor tilskudsfoderet tildeles. Hvor der vintergræsses uden adgang til aflastningsfener gives der tilskudsfodring på arealet.

Det er nødvendigt at give dyrene tilskud af energirigt foder for at dyrene kan omsætte det visne og fiberrige plantemateriale som de finder på arealerne i vinterhalvåret. Det er vigtigt at dyrene ikke taber i vægt og mister ædelysten. Vinterfodring på arealerne giver en tilgang af kvælstof svarende

til 1,5 kg pr. ha. Mellem 5 og 20 kg kvælstof fjernes årligt pr. ha som dyretilvækst afhængigt af græsningstrykket (Swift, Heal & Anderson 1979). Der er således i alle tilfælde tale om en nettofjernelse af kvælstof fra arealerne når man ser på forholdet mellem tilført foder og kvælstof fjernet med dyrene. Lokalt på fodringsstederne giver tilskudsfodringen en næringsstofftilførsel. Det er derfor vigtigt at placere tilskudsfodringen på afgrænsede arealer hvor det ikke skader specielt værdifulde levesteder for flora og fauna. Tilskudsfoder der kan give en uønsket plantevækst på naturarealerne, fravælges.

På arealer med publikumsadgang gives tilskudsfodring på steder hvor det er synligt for publikum således at det tydeligt fremgår at dyrene har nok at æde, og de ikke er forsømte selvom de går ude i koldt og vådt vejr.

Erfaringerne fra de mange års græsning i Mols Bjerge er at kvæg i god foderstand og som er sikret en afbalanceret fodersammensætning, viser større lyst til at æde vissent græs og andet strukturrigt og forveddet foder end kvæg der sultes/taber vægt.

Græsning

Husdyrene påvirker vegetation og jordbund gennem deres valg af græsningsområder og selektion af planter, gennem deres færdsel og ophold samt gennem deres omfordeling af næringstoffer.

Monitering af græsningsaktiviteter

Dyrenes aktiviteter og brug af græsningsarealerne er kortlagt ved hjælp af en række døgnundersøgelser af galloway på Buelund og Nordengen samt af skovkvæg på Trehøje og Skovbjerg. Dyrenes position, positur (liggende, stående, gående osv.) og aktivitet (græsning med angivelse af vegetationstype, drøvtygning, hvile, søvn osv.) blev registreret hver 10. min og indlæst på GIS ved hjælp af laserteknik i kombination med GPS-udstyr. Supplerende blev antallet af vandoptagelser, diegivninger, gødningsafsætninger og urin pr. døgn registreret. I de tidligere faser af græsningsforsøgene er græsningsmønster og fødepreferencer undersøgt hos gallowaykvæg, får og heste gennem ugentlige registreringer af grad af afbidning af plantearter/plantesamfund kombineret med systematisk gennemførte, direkte observationer (Buttenschøn & Buttenschøn 1982b).

Dyrenes fødevalg

Dyrenes valg af føde på græsgangen er bestemt af forekomsten af forskellige velmagende planter (Buttenschøn & Buttenschøn 1982b). Nogle plantearter ædes gerne, andre ædes kun hvis der ikke er mere velmagende planter til stede eller vrages helt. Der er forskel på hvilke planter kvæg, heste og får foretrækker, men der er også store individuelle forskelle afhængigt af hvad dyrene er vænnet til. Der er herudover en tydelig sæsonvariation i optagelsen af de forskellige planter.

Kvæg og heste er udprægede ”græssere” der først og fremmest æder græsser og dernæst urter, mens vedplanter kun udgør en mindre del af deres fødevalg. Kvæg foretrækker neutralt smagende planter (Buttenschön & Buttenschön 1982b), deres selektion går i højere grad på plantesamfund end på enkelte arter. Bittert smagende planter som f.eks. arter af høgeurt og andre gule kurveblomstrede vrages dog i nogen udstrækning.

Heste foretrækker ligesom kvæg neutralt smagende planter, men de er mere selektive i deres valg af arter. De kan ved hjælp af deres følsomme mule og præcise tandsæt græsse bestemte planter og plantedele. De vælger flere forskellige arter end kvæg, men fravælger også flere forskellige arter, herunder arter som opret kobjælde og brandbæger der indeholder giftige forbindelser. En række andre urter som f.eks. markbynke, alm. syre, perikumarter og bakkestjerne vrages.

Får er ligeledes i stand til præcis at udvælge sig planter og plantedele. De æder gerne urter, også de bittert smagende, og græsser, men æder også en større andel af blade, knopper og skud af vedplanter end kvæg og heste. Fårenes evne til at vælge småbidder viste sig bl.a. under tørkeperioder hvor de fuldstændigt afløvede lyngplanter.

I forbindelse med døgnovervågningerne blev tidsforbrug til græsning af de enkelte vegetationstyper registreret. Her viste det sig at kvæget ikke kun græssede mere på bestemte vegetationstyper, f.eks. mere på den græsdominerede del af heder og overdrev, mindre på den hedelyng dominerede del, men tillige havde foretrukne flader indenfor den enkelte type. Disse flader opsøgte en eller flere gange i løbet af et døgn, mens andre kun blev græsset en enkelt eller slet ikke i løbet af de døgn der blev lavet overvågning.

Dyrenes færdsel og valg af hvilepladser

Dyrenes færdsel på arealerne foregår efter et fast mønster. Der skabes et overordnet stinet der bruges til færdsel mellem vandingssted, eventuelle fodringsplads og de foretrukne liggepladser. Et sekundært stinet forbinder de forskellige græsningsområder hvis benyttelse varierer med vejrliget og med årstiden.

Dyrenes valg af opholdssted under hvile, herunder drøvtygning, styres i høj grad af en kombination af arealets muligheder og det aktuelle klima. I varmt, solrigt vejr opsøger de enten tætte buskader eller højtliggende, vindeksponerede opholdspladser i dagtimerne. Om aftenen og natten vælges oftest flader eller hulninger der afkøles kraftigt under disse vejrtilstande. Ved vind og regn samt i perioder med køligere vejr, vælges opholdssteder hvor landskabet giver læ, gerne på højtliggende flader der ikke afkøles så voldsomt.

Dyrenes færdsel påvirker vegetation og jordbund. Det øverste jordlag bliver presset sammen. Sammenpressningen afhænger af dyrenes vægt på trådfladen, færdselshastighed, antal passager samt jordbundens struktur og beskaffenhed. Ved hjælp af en overflade isotopsonde (Troxler) blev der i dybderne 5, 10 og 15 cm målt sikre forskelle i jordens densitet mellem hen-

holdsvis græsset og ugræsset tilstand. Den største sammenpresning blev fundet i de græssede områder, og her med størst sammenpresning af de øverste 5 cm. Sammenpresningen er mest udpræget på de primære og sekundære kvægstier. Kvæget færdes og opholder sig sammen i flokke der styres af en eller flere førerkøer der som oftest bestemmer hvornår en græsnings- eller anden aktivitetsperiode skal påbegyndes. Flokken følger førerkøen tæt på, men der ses ofte nogle mindre accepterede dyr som holder sig lidt fra flokken, men dog ikke længere end at der er en vis kontakt. Kvæget bevæger sig normalt i rolig gang, men kan dog sætte i løb når foderbilen kommer eller når det er flyttet til en ny fenne. Voksne dyr leger ikke eller motioner på samme måde som heste gør det.

Kvægets græsningsrytme

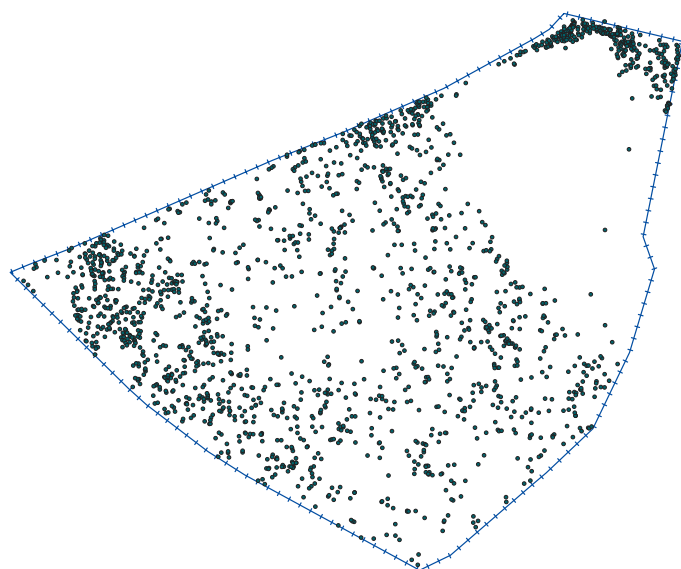
Kvæg har generelt to længere græsningsperioder hver på et par timer, samt 2 kortere, hver af en halv times varighed. I alt bruges der 5-6 timer på græsning efterfulgt af perioder med intens drøvtygning. Derefter følger perioder med lettere drøvtygning og hvile. De voksne dyr sover mellem 4 og 6 timer, dog blev der målt længere samlede søvnperioder i vinterhalvåret. Kalve sover mellem 10 og 12 timer. Græsningsperioderne er bestemt af årstiden med hovedgræsnings-perioderne efter solopgang samt før og omkring solnedgang. Perioderne kan dog forskydes af regnvejr hvor dyrene i starten af en regnvejrperiode er relativt passive. Dyrene drikker normalt 1 til 3 gange i døgnet. Den samlede færdselslængde ligger mellem 3 og 5 km pr. døgn. I meget store folde som Trehøje der er ca. 10 gange større end Buelund, er færdselslængden lidt længere på grund af afstanden mellem vandingssted og det foretrukne hvile- og græsningsarealer. Her nøjedes dyrene ofte med kun at drikke 1 gang selv på varme sommerdage. Der blev ikke målt sikre forskelle i færdselslængde pr. døgn hos kvæg i stor henholdsvis lille indhegning. Figur 6 viser et eksempel på kvægets ophold og færdsel i Trehøje indhegningen i løbet af 24 timer.



Figur 6. Kvægets ophold og færdsel over et døgn ved Trehøje, her angivet ved førerkøens position målt med 10 minutters mellemrum.

Omfordeling af næringsstoffer

Kvæg afsætter gødning 5-8 gange i døgn. Det er et lavt antal i forhold til de 8-14 gange der angives som gennemsnit for kvæg (Holmes 1989), men disse værdier er primært baseret på malkekvægsbesætninger på mere højtlydende jorder. Det gennemsnitlige areal der dækkes pr. kokasse, er målt til 0,06 m². Ved de anvendte græsningstryk betyder det at mellem 1 og 4 % af arealet dækkes af kokasser i løbet af en græsningssæson. Mellem 20 og 60 % af den overjordiske planteproduktion bliver ædt af kvæget og derefter returneret til græsningen i en tilstand hvor det er under aktiv nedbrydning og koncentreret på et meget mindre areal end hvor koen oprindeligt havde ædt det fra. På sigt resulterer det i en ujævn fordeling af næringsstoffer da kvæget ikke afsætter gødning tilfældigt på arealet. De fleste kokasser afsættes når koen rejser sig efter hvile eller under vandring på vej til græsningsstedet, forholdsvis mindre afsættes under selve græsningen eller mens det hviler. Fordelingen af kokasser langs hovedstinet fremgår tydeligt af figur 7 fra Buelund.



Figur 7. Fordeling af kokasser på Buelund. Her er tydeligt en koncentration langs stien der går mellem vandingsstedet og de foretrukne græsningssteder.

Hestene anvender i højere grad end kvæg særlige latrinområder til afsætning af gødning. Denne adfærd bliver mere udpræget ved stigende græsningstryk. Hestene har en tydelig opdeling i brugen af arealer med foretrukne græsningsarealer som vedligeholdes med lav, frisk (plæne) vegetation og arealer som kun græsses i begrænset omfang eller bruges som latrinområder og derfor typisk udvikler en højere vegetation. Hestegræsning vil i endnu højere grad end kvæg medføre en omfordeling af næringsstoffer fra arealer der bruges til intensiv græsning, til arealer der bruges til afsætning af gødning.

Kvæg og får har tilsvarende foretrukne græsningsområder som beskrevet under afsnittet om plantesamfundenes næringsmæssig sammensætning, med udvikling af ”plænevegetation”, men det er først tydeligt ved højere græsningstryk end de der er brugt i denne undersøgelse, og der er ikke den sam-

me opdeling i mere sammenhængende latrinområder og græsningsområder som hos heste selvom specielt kvæg undgår at græsse omkring kokasser.

Under fåregræsning sker der en koncentreret af fækalier omkring dyrenes hvilepladser, men derudover spredes fækalierne mere jævnt på græsningsarealerne.

Mens fækalier kun i en begrænset grad viser en "kvælstof-flush" på vegetationen, er det tydeligt i forbindelse med urinering der i tørre perioder direkte medfører en svidning af plantedækket. Kvæget urinerer 4-6 gange i løbet af døgn. Urinering sker i et mønster der minder en del om det der er omtalt i forbindelse med gødningsafsætning, dog afsættes urin relativt hyppigere end gødning under græsningsperioder.

Jordbund

Ændringer i jordbund som følge af græsning sker meget langsomt. I undersøgelsen indgår jordbundsanalyser foretaget 1973-75, 1990 og 1998. Jordbundsprøverne er i første omgang analyseret med henblik på belysning af eventuelle ændringer som følge af langtids græsning/ikke græsning. De giver dermed oplysninger om den generelle udvikling i de forskellige forsøgsområder, men ikke om ændringer som følge af mosaikdannelse indenfor de enkelte forsøgsområder. Her er kun kort omtalt generelle tendenser i udvikling i pH hvor der er sket små, men dog i enkelte områder signifikante ændringer i løbet af forsøgsperioden. pH værdierne, målt i 0,1 mol KCL i 0-10 cm, ligger mellem 3,3 (Trehøje) og 5,2 (Klæbjerg) på hede- overdrevslokaliteterne, mens engene ligger mellem 5,3 (Nordengen) og 6,3 (Sydengen) Der er et signifikant fald i pH fra 4,4 til 4,0 på ugræsset overdrev på Buelund og tilsvarende et signifikant fald på græsset eng (Sydengen) fra 6,9 til 6,3 efter ophør af kalkning og gødskning i 1983. Kratskovens pH-værdier ligger indenfor et snævert interval, hedernes et lidt bredere, mens overdrevene er meget variable. Der er tegn på faldende pH over lange tidshorisonter på overdrevene, men der kan ikke laves definitive konklusioner om i hvor høj grad udviklingen påvirkes af hhv. græsning og ingen drift før der er foretaget yderligere analyser af materialet i relation til vegetationstyper.

Konklusion

Undersøgelser påpeger nogle potentielle og reelle ernæringsmæssige brist ved vegetationen som husdyrfoder, men viser samtidigt at der ved forholdsvis få tiltag kan bringes balance i ernæringsgrundlaget.

Det kan ske ved tilførsel af mere koncentreret foder til at stimulere appetitten og fremme stofomsætningen således som det er praksis i disse undersøgelser, eller ved at græsningen styres således at der permanent vedligeholdes tilstrækkeligt store arealer med frisk, tæt græsvegetation der kan opveje mangler i kvælstof-, kulhydrat- og fedttilførslen.

Ved langvarig plænegræsning, dvs. at husdyrene mere eller mindre tydeligt vedligeholder særligt værdifulde partier af græsgangen som kort plæne i vækstfase, tilpasses grønsværen bedre til en situation med tilbagevendende forstyrrelse, afbidning, tråd o.s.v., og stress, specielt i form af periodisk udtørring. Det er bl.a. de ændringer i plantesammensætningen der sker på plænerne som er årsag til den øgede tolerance.

En væsentlig konklusion der kan drages af forskellene i råpoteinindholdet mellem forskellige græsningsformer, hhv. kvæggræsset hvert år, hvert andet år og fåregræsset, er at fåregræssede områder skal græsses i flere år end kvæggræsset før der etableres en mosaik af plænelementer i græsgangen. Desuden vil der under uregelmæssig græsning, f.eks. med græsning hvert andet år, ikke eller kun meget langsomt opnås en god pleje af grønsværen i ernæringsmæssig henseende. Tilsvarende må man forvente at der ved græsning om efteråret og vinteren kun i begrænset omfang vil etableres plæner med næringsrig plantevækst.

Når der indledes græsning på arealer der ikke har været græsset nogle år, eller når der græsses i efterår- og vinterperioden, vil der ofte være behov for tilskuds fodring eller behov for at der inddrages mere næringsrige arealer i hegningen. På næringsfattig bund bør der under alle omstændigheder være fri adgang til mineraltilskud. Der kan her være behov for mineraltilskud med specielt højt indhold af magnesium og fosfor.

Det er vigtigt at holde sig for øje at græsproduktionen og dermed bæreevnen svinger meget fra år til år. Der kan derfor være behov for en styring af belægningen.

Under græsning omfordeles og koncentrerer næringsstoffer. For kvægets vedkommende blev 40-60 % af den årlige overjordiske planteproduktion ædt.

Gødnings- og urinafsætning dækker hver især mellem 1-4 % af græsningsarealet.

Kilder

Al-Mufti, M.M., Sydes, K.G., Furness, S.B., Grime, J.P. & Band, S.R. (1977):

A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 65: 759-791.

Blood, D.C. & Henderson, D.A. (1974):

Veterinary Medicine, 4th Edition. Bailliere Tindall, London.

Bokdam, J. & Wallis de Vries, M.F. (1992):

Forage quality as a limiting factor for cattle grazing on isolated Dutch nature reserves. *Conservation Biology* 6, 399-408.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982a):

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; I: Vegetation development. *Natura Jutlandica* 21, 1-18.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982b):

Grazing experiments with Cattle and Sheep on Nutrient Poor, Acidic Grasslands and Heath. II: Grazing Impact, *Natura Jutlandica* 21 pp. 19-27.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982c):

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; III: Animal nutrition. *Natura Jutlandica* 21, 28-48.

Buttenschøn, R.M. (1980):

Plejeplan for Mols Bjerge. Århus Amt

Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (2001a):

Foderkvaliteten på heder lever ikke altid op til husdyrenes behov. Videnblad nr. 6.0-10, Park- og Landskabsserien, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm

Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (2001b):

Græssende husdyr kan have behov for supplerende mineraler. Videnblad nr. 6.0-18, Park- og Landskabsserien, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm

Clarke, J.L., Welch, D. & Gordon, I.J. (1995):

The influence of vegetation pattern on the grazing of heather moorland by red deer and sheep. *Journal of Applied Ecology*, 32, 177-186

Cook, C.W., Harris, L.E. & Young M.C. (1967):

Botanical and nutritive content of diets of cattle and sheep under single and common use of mountain range. *Journal of Animal Science* 26, 1167-1174.

Direktoratet for Fødevarer Erhverv, (2000):

Vejledning om slagtepræmie for kvæg og handyrpræmier. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, dec. 2000.

Egeffjord, K.F. (2001):

Notat om skovkvæg, upubl.

Gill, M., Beever, D.E. & Osbourn, D.F. (1989):

Feeding value of grass and grass products. I: Grass, its production and utilization, 2nd edition. Edited by W. Holmes. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Grant S.A. & Campbell, D.R. (1978):

Seasonal variation in the in vitro digestibility and structural carbohydrate content of some commonly grazed plants of blanket bog. *Journal of the British Grassland Society* 33, 167-173.

Grant, S.A. & Hodgson, J. (1980):

Comparative studies of diet composition and herbage intake by sheep and cattle grazing a range of native hill pastures. *Proceeding of European Grassland Federation* 8, 539-547

Grime, J.P. (1979):

Plant strategies and vegetation processes. John Wiley & Sons, Chichester.

Hodgson, J. & Grant, S.A. (1981):

Grazing animals and forage resources in the hills and uplands. *Proceedings of British Grassland Society Occasional Symposium* 12, 41-57.

Holmes, W. (1989):

Grazing management. I: Grass, its production and utilization, 2nd edition. Edited by W. Holmes. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Mengel, K. & Kirkby, E.A. (1978):

Principles of plant nutrition. International Potassium Institute, Bern.

Milne, J.A. (1974):

The effect of season and age of stand on the nutritive value of heather (*Calluna vulgaris*, L. Hull) to sheep. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 83, 281-288.

Milne, J.A. & Bagley, L. (1976):

The nutritive value of diets containing different proportions of grass and heather (*Calluna vulgaris* L. Hull) to sheep. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 87, 599-604.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, (2001):

Bekendtgørelse om tilskud til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger.

Nicholson, I.A., Paterson, I.S. & Currie, A. (1970):

A study of the vegetational dynamics: selection by sheep and cattle in *Nardus* pasture. *British Ecological Society Symposium* 10, 129-143.

Rawes, M. (1963):

The productivity of a *Festuca-Agrostis* grassland at 1700 ft. in the Northern Pennines. *Journal of the British Grassland Society* 19, 300-309.

Rawes, M. & Welch, D. (1969):

Upland productivity of vegetation and sheep at Moor House National Nature Reserve, Westmoreland, England. *Oikos supplementum* 11, 1-72.

Stenbæk, B., Andersen, B.B., Bülow-Olsen, A. (1980):

Ammekøer og landskabspleje, 494. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.

Swift, M.J. Heal, O. W. & Anderson, J. M. (1979):

Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Studies in Ecology 5. Blackwells Scientific Publications.

Sørensen, P.H. (1962):

Forelæsninger over almindelig fodringslære, referat I. DSR Forlag, København.

Sørensen, P.H. (1965):

Forelæsninger over almindelig fodringslære, referat II. DSR Forlag, København.

Thomas, B. (1934):

The composition and feeding value of heather at different periods of the year. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 24, 151-154.

Tubbs, C. (1986):

The New Forest. Collins, London.

Wieren, Van S.E. (1996):

Do large herbivores select a diet that maximizes short-term energy intake rate? Forest Ecology and Management 88, 149-156.



Foto: Lars Bo Pedersen

3. Husdyrgræsningens effekt på stofkredsløb

Lars Bo Pedersen¹⁾, Morten Ingerslev¹⁾, Rita M. Buttenschön¹⁾, Ege Friis²⁾ og Boy Overgaard Nielsen³⁾

1) Skov & Landskab (FSL), 2) Danmarks Jordbrugsforskning,

3) Aarhus Universitet.

Introduktion

Et case study i kombination med stofkredsløbsundersøgelser

I dette kapitel belyses kvæggræsningens langsigtede påvirkning af stofkredsløb og dyrkningsgrundlag i skov og på heder. Den langsigtede effekt belyses gennem en 3-årig undersøgelse af økosystemer der har været græsset i en længere årrække. Der lægges især vægt på at belyse effekten af den gamle form for græsningsdrift på udvaskningen af de vigtigste næringssalte og dermed på den økologiske stabilitet.

Et af de vigtigste kriterier for om dyrkningsgrundlaget opretholdes eller forbedres er at de næringsstoffer der forlader et givent økosystem, f.eks. gennem udvaskning til grundvandet, skovning m.v., mindst skal modsvares af tilførslen fra atmosfæren og fra forvitringen af jordens mineraler. Dette er en simpel forudsætning for en bæredygtig arealanvendelse.

Kvælstof (N) er det næringsstof der i størst omfang medvirker til eutrofiering af økosystemer og forurening af grundvand. Kvælstof fører også tit til et u hensigtsmæssigt tab af næringsstoffer fra puljen i rodzonen gennem udvaskning af nitrat (NO_3^-) der nærmest trækker andre næringsstoffer med sig. Derfor lægges der særlig vægt på at dette næringsstof, bl.a. i et case study hvor udvaskningen af N i forbindelse med kvægets efterladenskaber undersøges mere detaljeret.

Om stofkredsløbsundersøgelser

Økosystemernes næringsstofkredsløb belyses gennem målinger af de vigtigste tilførsler (input) og tab (output), suppleret med bestemmelse af det vigtigste interne kredsløb som bladtabet (strøfaldet) repræsenterer i skoven.

Skoven og heden tilføres næringsstoffer gennem den atmosfæriske deposition og fra forvitring af jordens mineraler. I denne undersøgelse bestemmes kun tilførslen fra den atmosfæriske deposition. Denne består normalt af både våd- og tørdeposition hvor våddepositionen er betegnelsen for afsætningen af stoffer i nedbøren, mens tørdepositionen betegner afsætninger af gasser og partikler. Tørdepositionen øges normalt med overfladens filtrerende egenskaber. Derfor er tørdepositionen normalt større i skov sammenlignet med friland. Tabet af næringsstoffer foregår især gennem udvaskning. Visse næringsstoffer tabes også i mindre grad ved fordampning (f.eks. N); en proces som naturligvis også har stor betydning for økosystemernes vandhusholdning.

På de græssede arealer tilføres jordbunden også næringsstoffer med kvægets efterladenskaber (kokasser, urin). Disse repræsenterer både recirkulerede næringsstoffer (stammer fra spist foder på arealerne) og tilførte næringsstoffer (stammer fra fodring). Det tilførte dyrefoder og mineraltilskud repræsenterer også et input til økosystemerne, mens det af kvæget spiste foder der stammer fra græsningsarealerne og som akkumuleres i køerne, repræsenterer et output. Hvorvidt disse to balancerer hinanden, afdækker undersøgelserne ikke.

En vurdering af kvæggræsningens betydning har kun kunnet lade sig gøre gennem en nøjere undersøgelse af betydningen af kokasser og kvægets urinering for økosystemernes næringsstofbalance. Efter et indledende afsnit der belyser undersøgelsesdesignet, beskrives stofbalancerne omkring kvægets efterladenskaber gennem et case study med manipulering af kokasser og urin. Herefter fokuseres der på de overordnede stofkredsløb i relation til arealanvendelse.

Forsøgsdesign

Stofkredsløbsundersøgelserne udførtes på forsøgsområderne på Buelund (overdrev) og Skovbjerg (skov) i græssede henholdsvis ugræssede fletter (behandlinger), hver med tre gentagelser (blokke).

Vegetation og trævækst

Forsøget på Buelund blev etableret på hedearealerne uden trævækst. De ugræssede arealer domineres af en pels af bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*). På det græssede areal har græsningen ikke tilladt udvikling af en decideret græspels, og her domineres arealet af hedelyng (*Calluna vulgaris*) og bølget bunke. På forsøgsarealet på Skovbjerg består skoven af eg (*Quercus spp.*) med spredt opvækst af bøg (*Fagus sylvatica*). Stamtallet i den ugræssede kontrol og på de græssede arealer er henholdsvis 1275 og 1111 med tilsvarende stående grundflader på 47 m² og 33 m². Underskoven domineres navnlig på det græssede areal af kraftigt opvækst af gedeblad (*Lonicera periclymenium*), mens urte- og græsvegetationen domineres af bølget bunke og krybende hestegræs (*Holcus mollis*).

Jordbund og geomorfologi

Det geologiske udgangsmateriale er på begge lokaliteter smeltevandssand fra sidste istid (Weichel). Selvom området er et stærkt kuperet dødislandskab, er begge lokaliteter beliggende relativt fladt, dog undtaget en af gentagelserne af de ugræssede kontrolfelter på Skovbjerg (der er dog i forsøgsperiode ikke konstateret overfladeafstrømning på noget tidspunkt).

Begge forsøgslokaliteter er groft teksturerede med et lille ler- og siltindhold der hver især varierer mellem 3-5 %. Sandindholdet varierer mellem 75-80 % (tabel 1) hvoraf en stor del er grovsand (200-2000 gm). På Buelund og Skovbjerg er der stor lighed mellem den græssede og den ugræssede fennes tekstur. Skovbjerg afviger dog fra Buelund ved et noget større stenindhold og et mindre lerindhold.

Tabel 1. Jordens tekstur (%) og stenindhold på Buelund og Skovbjerg

Buelund													
		Ugræsset						Græsset					
Horisont	Dybde	Humus	Ler	Silt	Sand	Sten	Dybde	Humus	Ler	Silt	Sand	Sten	
H	9-0	100	-	-	-	-	3-0	100	-	-	-	-	
A	0-5	3,8	4,8	5,0	85,4	1,0	0-5	2,9	4,7	6,2	85,2	1,0	
B1	5-30	0,9	4,1	4,9	88,1	2,0	5-30	1,0	3,8	5,4	87,8	2,0	
C	30-100	0,3	4,0	4,7	89,0	2,0	30-100	0,2	4,0	3,6	90,2	2,0	

Skovbjerg													
		Ugræsset						Græsset					
Horisont	Dybde	Humus	Ler	Silt	Sand	Sten	Dybde	Humus	Ler	Silt	Sand	Sten	
LFH	6-0	100	-	-	-	-	4-0	100	-	-	-	-	
A	0-5	5,5	3,3	5,4	84,7	1,0	0-5	4,4	3,1	4,8	86,9	1,0	
B1	5-30	1,9	3,3	4,6	75,1	15,0	5-30	0,9	3,3	4,1	76,8	15,0	
C	30-100	0,5	3,7	3,2	82,7	10,0	30-100	0,5	3,7	6,5	79,5	10,0	

Forsøgslokaliteternes jordbund kan betegnes som næringsfattige Sundberg, et al. (1999) med et lavt pH, lavt indhold af de fleste næringsstoffer og et højt indhold af aluminium (Al) og mangan (Mn) (tabel 2). Jordbundskemisk er der også stor lighed mellem behandlingerne, omend der er en tendens til et højere indhold af P på de græssede arealer. Jorden på Skovbjerg fremtræder knap så næringsfattig som på Buelund, bl.a. er indholdet af udbytteligt kalcium (Ca), magnesium (Mg) og kalium (K) højere i overjorden (tabel 2). Denne forskel sløres imidlertid af det meget større stenindhold på Skovbjerg. I underjorden (C-horisonten) fremtræder skovjorden som den mest næringsfattige med lavest CEC (kun i græsset) og basemætning. På Skovbjerg er jordens pH lavest og indholdet af ombytteligt Al størst på det ugræssede areal. Forskelle i det geologiske udgangsmateriale og dyrkningshistorien der bl.a. afspejles i det større stamtal og en noget højere produktion på dette areal, kan være en del af forklaringen. Jordbunden kan på begge lokaliteter betegnes som en Cambic Podzol (FAO/UNESCO) eller en brun podzoleret jord.

Tabel 2. Mineraljordens kemi på Buelund og Skovbjerg. pH er målt i CaCl₂. CEC er opgivet i Cmol(+)/kg, basemætningen (BS) i procent. Alle næringsstoffer er opgivet i mg/kg jord.

Buelund																									
		Ugræsset												Græsset											
Horisont	Dybde	pH	Ca	Mg	K	Al	Mn	C	N	P	CEC	BS	PH	Ca	Mg	K	Al	Mn	C	N	P	CEC	BS		
A	0-5	3,3	44	13	27	91	58	14	1,0	33	1,9	25	3,6	95	24	44	87	76	15	0,9	37	2,5	35		
B1	5-30	4,0	8	3	17	76	29	6	0,5	30	1,4	15	4,1	19	6	23	84	28	6	0,5	39	1,6	17		
C	30-100	4,3	37	12	15	72	15	2	0,1	54	0,9	44	4,2	50	19	16	74	12	2	0,1	63	1,6	32		

Skovbjerg																									
		Ugræsset												Græsset											
Horisont	Dybde	pH	Ca	Mg	K	Al	Mn	C	N	P	CEC	BS	PH	Ca	Mg	K	Al	Mn	C	N	P	CEC	BS		
A	0-5	3,0	410	76	85	24	101	45	2,5	29	4,4	70	3,7	261	59	69	63	82	38	2,1	43	5,0	42		
B1	5-30	4,4	46	13	23	116	20	14	0,7	10	2,3	19	3,8	18	6	20	89	35	6	0,4	74	3,0	11		
C	30-100	4,0	14	12	12	106	10	4	0,2	34	1,7	15	4,3	11	5	14	64	16	3	0,2	10	0,7	20		

Feltinstrumentering

På Buelund er stoftilførslen bestemt i frilandsnedbøren med 3 nedbørsopsamlere i 2 m højde med frit slangeløb til nedgravet beholder. På Skovbjerg er stoftilførslen til jordbunden bestemt ved at kombinere tilførslen med træernes gennemdryp og stammenedløb. Gennemdryppet opsamles med samme opsamlingsystem som frilandsnedbøren, dog med trakte placeret i 1 m højde. Stammenedløbet opfanges af en tætsiddende spiralformet gummirende viklet flere gange om stammen. Det opsamlede stammenedløb ledes til en nedbørstæller der automatisk registrerer mængderne og leder delprøver til en nedgravet beholder. På Skovbjerg er der opstillet 3´3 gennemdrypsopsamlere og 1´3 stammenedløbsopsamlere i både den ugræssede kontrolbehandling og den græssede behandling. Frilandsnedbøren, stammenedløbet og gennemdryppet indsamles månedligt. Nedbøren registreres også i klimastationer med mindre end 1 times interval.

Jordvandet ekstraheres kontinuert med Prenart sugekopper (sonder) og indsamles ca. en gang månedligt. Det ekstraherede jordvand ledes via plastslanger til nedgravede opsamlingsbeholdere. Der er installeret 3´4 sonder både i den ugræssede kontrolbehandling og den græssede behandling. Sonderne er installeret i dybden 90 cm. Jordens vandindhold (vandprocenten) følges gennem målinger fra 0 til 90 cm dybde en gang månedligt vha. 3´4 TDR-prober. Strøfaldet opsamles i trakte af plastiknet der tillader gennemløb af nedbør. Strøfangerne er monteret i 1 m højde. Nettene er tømt regelmæssigt afhængig af strøfaldets størrelse. I hver behandling på Skovbjerg er der opstillet 3´3 strøfangere.

I case study manipulationsforsøgene med kokasser og urin er der udlagt kokasser (1 kg, diameter ca. 20 cm, tørstofindhold mellem 11 og 17 %, N koncentration = 2,1 %) og tilført kunstig urin (urea – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 10 g N pr. l) på et cirkelareal (diameter ca. 60 cm) over 3 jordsonder. Størrelsen på kokasserne blev bedømt ud fra feltobservationer, mens mængden af urin såvel som kvælstofkoncentrationen i urinen blev bestemt ud fra litteraturværdier for græsning på næringsfattige arealer. Kvælstoftildelingen med kokasserne og urea var henholdsvis ca. 3,1 g og 10 g. På Buelund blev dette case study startet den 6 april 1999 og gentaget den 12 oktober 1999. På Skovbjerg udførtes forsøget kun en gang, den 12 oktober 1999. Stofindholdet er efterfølgende blevet analyseret i laboratoriet. Jordvandet opsamles med 2-4 ugers mellemrum.

Laboratorieanalyser og beregninger

I laboratoriet analyseres det indsamlede vand for ledningsevne, pH, Ca, Mg, natrium (Na), K, Al, jern (Fe), Mn, ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), klorid (Cl), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), sulfat ($\text{SO}_4\text{-S}$) og opløst organisk kulstof (TOC). Det indsamlede strø (primært knopskæl i maj/juni og blade i september-december) er vejjet og udvalgte prøver af strøfaldet er analyseret for indhold af N, P, K, S, Ca, Mg, Na, K, Mn og Fe.

Endelig beregnes nedsivningen med den hydrologiske model, EVACROP (Olesen & Heidman 1990). I EVACROP modelleres jordens vandindhold og nedsivningen igennem successive iterationer ved at sammensætte vandtil-

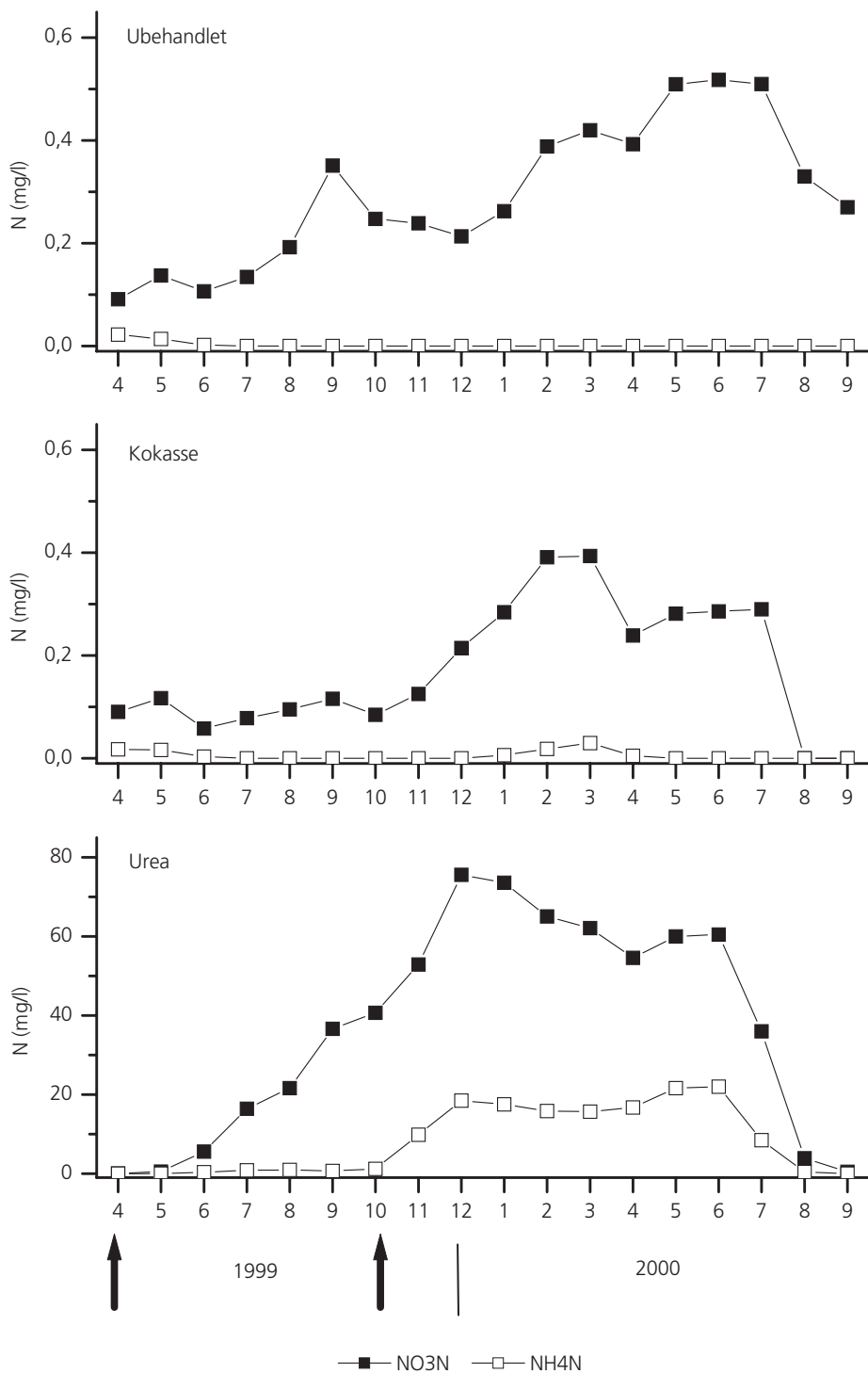
førslen gennem nedbør, gennemdryp og stammenedløb, med fordampningsmålinger fra nærtliggende meteorologiske målestationer og de målte vandprocenter. Udvaskningen af næringsstoffer bestemmes ved at kombinere målinger af stofkoncentrationer i jordvæsken udtaget under rodzonen med de hydrologiske modelberegninger af nedsivningen.

Case study: Manipulering med tilførsel af kokasser og urin

På Buelund forårsager kvægets urinering markant forhøjede N-koncentrationer i den jordvæske der udvaskes fra jordbunden. Det fremgår af urea-behandlingen (figur 1) i manipulationsforsøgene. Selvom der er doseret to gange i forsøgsperioden, repræsenterende en forårssituation og en efterårssituation, er det tydeligt at behandlingen fører til stærkt forhøjede koncentrationer af både $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$. Doseringerne giver et overraskende langvarigt forhøjet koncentrationsniveau som er næsten identisk med koncentrationsforløb fra to af jordsonderne fra selve blokforsøget i stofkredsløbsundersøgelsen. I koncentrationsforløbet er der to koncentrationstoppe hvoraf den ene næppe stammer fra en urea-dosering, men som snarere har sin årsag i opkoncentrering som følge af øget fordampning i sommerperioden. Tilsyneladende omdannes urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) i sommerperioden fuldstændigt til $\text{NO}_3\text{-N}$. Den anden dosering i oktober fører tilsyneladende til tilstedeværelsen af både $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ hvilket tyder på en mere ufuldstændig nedbrydning i vinterperioden. I modsætning til urinering fører kokasserne tilsyneladende slet ikke til forøget udvaskning af hverken $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ på Buelund.

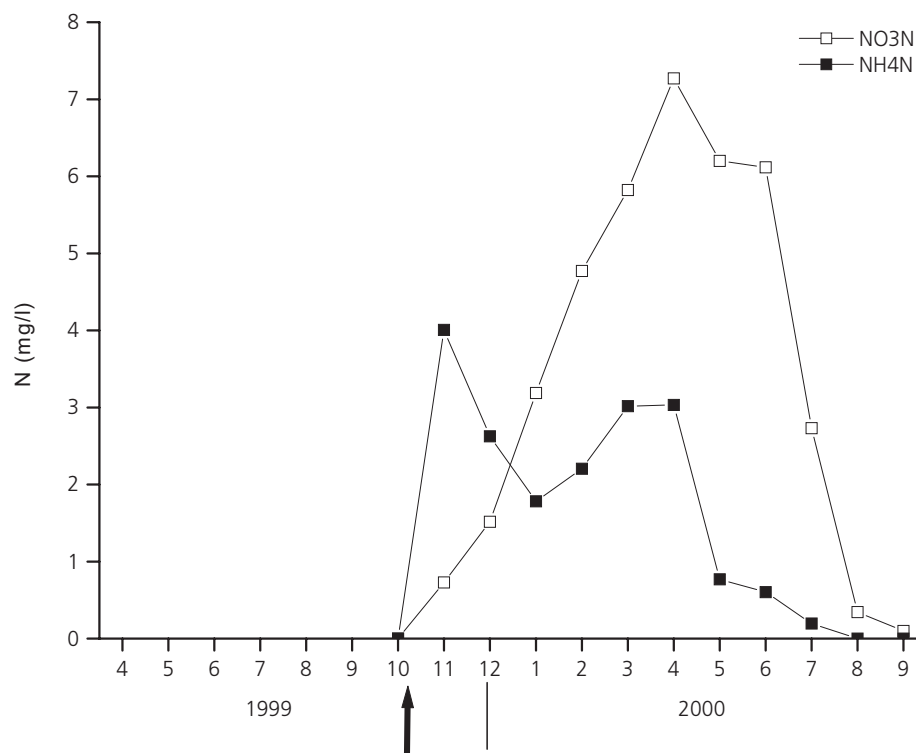
I skovøkosystemet på Skovbjerg udvaskes der heller ikke N fra kokasserne. Samtidig er koncentrationerne målt efter urea-doseringen betydeligt mindre end på Buelund-overdrevet (figur 1, figur 2). En nærliggende forklaring herpå er et mere effektivt N-optag fra de dybe egetræsrodde sammenlignet med græs-, urte- og lyngvegetationen på Buelund. På Skovbjerg mindskes koncentrationen af $\text{NH}_4\text{-N}$ markant op imod og i sommerperioden hvilket også på denne lokalitet tyder på en mere fuldstændig nedbrydning til $\text{NO}_3\text{-N}$ i sommerperioden.

Af den kvælstof der tilføres med kokasserne, er det kun ubetydelige mængder der genfindes i udvaskningsvandet hvadenten det drejer sig om Buelund eller Skovbjerg. For urinens vedkommende genfindes tæt på 50 % på Buelund og under 5 % på Skovbjerg, uden at der er analyseret for rester af urea. Forskellene beror som tidligere beskrevet formodentlig på et langt større rodoptag fra egeskoven på Skovbjerg. Forskellen i N-udvaskningen mellem behandlingerne med kokasser og urea må udelukkende skyldes den form N er bundet på. I kokasserne findes en stor del af N bundet i forholdsvis svært nedbrydelige og ikke særlig vandopløselige organiske stoffer. Noget N findes også som $\text{NH}_4\text{-N}$ der alt afhængig af faunaaktiviteten omkring kokassen vil fordampe i forskellig grad. I urinen findes N især bundet i det letnedbrydelige urea. Når udvaskningsfronten af $\text{NO}_3\text{-N}$ (og $\text{NH}_4\text{-N}$) alligevel strækker sig over så lang tid, må det skyldes en meget ringe omsætnings-hastighed på grund af en ringe udviklet bakterieflora i de næringsfattige jorde.



Figur 1. Manipulationsforsøg med kokasse og urea på overdrev (Buelund). Koncentration af $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$ i jordvæsken under rodzonen. Doseringstidspunkt er angivet med pile. Bemærk forskellig inddeling på y-akse.

Til trods for den betydelige N-udvaskning fra selve urinpletterne er den arealmæssige udvaskning størrelsesmæssigt begrænset til mindre end 3,0 kg/ha/år på Buelund og mindre end 0,3 kg/ha/år på Skovbjerg (tabel 3). Udvasningen fra forårsbehandlingerne, dvs. urineret i foråret og ind i sommerperioden eksisterer stort set ikke, bl.a. som følge af en stadig mere og mere udpræget udtørring af jorden. Koncentrationsforøgelsen i denne periode er således ikke et udtryk for udvaskning af meget N, men blot et bil-



Figur 2. Manipulationsforsøg med urea i skov (Skovbjerg). Koncentration af NO₃-N og NH₄-N i jordvæsken under rodzonen. Resultaterne fra kontrolforsøg (ubehandlet) og kokasse er ikke vist da koncentrationerne her altid var under detektionsgrænsen (0,1 mg N pr. l). Doseringstidspunkt er angivet med pile.

lede af opkoncentrering i jordvand der ikke udvaskes, men som blot ”står” i jorden. I forbindelse med ”sommergræsning” sker der således ingen egentlig udvaskning fra urinpletter i foråret, men tilsyneladende kun i efteråret og vintersæsonen efter at jordens vandreservoir er opfyldt i takt med en mindsket fordampning.

Tabel 3. Tilførsel og tab af N (kg/haår) fra kokasser og urin på overdrev (Buelund) og i skov (Skovbjerg) baseret på forsøg med kokasser og urea.

Urea									
Lokalitet	Buelund						Skovbjerg		
Behandlingstidspunkt	Forår			Efterår			Efterår		
N-form	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N
Tilførsel	-	-	3,2	-	-	3,2	-	-	3,3
Tab	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	1,9	2,7	<0,1	<0,3	<0,3
Kokasse									
Lokalitet	Buelund						Skovbjerg		
Behandlingstidspunkt	Forår			Efterår			Efterår		
N-form	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N
Tilførsel	-	-	2,0	-	-	2,0	-	-	4,0
Tab	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Den kvantitative langsigtede ”systemøkologiske” betydning af græsningen på kvælstofkredsløbet kan kun gøres op i forhold til det samlede kvælstofkredsløb. Endvidere afspejler dette case study kun resultatet af en kortsigtet virkning af kvægets efterladenskaber og indrager således slet ikke afledte

effekter af vegetationsforskydninger m.v. Den langsigtede effekt diskuteres i det efterfølgende afsnit.

Stofkredsløb i skov og på overdrev med og uden græsning

Stofkredsløb på overdrev (Buelund) – Tilførsel

Nedbøren har været forholdsvis ens i de enkelte nedsivningssæsoner, men har været betydeligt større end normalnedbøren for området (ca. 600 mm). Den atmosfæriske deposition (tabel 4) er ens på kontrolfelterne i den ugræsede fenne og forsøgsfelterne på den græssede fenne. Stofstrømmene domineres af havsalt (Na og Cl) der navnlig i sæsonen 1999/00 var store som følge af betydelige saltnedslag med stormene, bl.a. i dec. 1999 og jan. 2000 (figur 3). Alene i vinteren 1999/00 blev der afsat ligeså meget havsalt som i hele 1997/98. Sammenlignet med andre undersøgelser (Pedersen 1993, Bille-Hansen & Hovmand 1989, Bille-Hansen et al. 1994, Farrell et al. 1994, Rasmussen 1994, Lövblad et al. 1996) er depositionen af næringsstofferne Ca, Mg, K, Mn, Fe, Mn, SO₄-S helt forventeligt. Derimod er tilførslen af N forholdsvis beskeden sammenlignet med andre undersøgelser (Lövblad et al. 1996, Bille-Hansen et al. 1994, Gundersen 1996, Gundersen & Pederen 1997, Pedersen 1993, Schröder 1995) til trods for den øgede nedbør i undersøgelsesperioden. En forholdsvis lang afstand til de nærmeste landbrugsarealer er den mest sandsynlige forklaring.

Tabel 4. Atmosfærisk deposition på Buelund for ugræsset og græsset område. Nedbør er angivet i mm/lår (l/m²/lår). Stofkoncentrationerne er angivet i kg/lhår. pH er uden enhed.

Sæson	Nedbør	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC
1997/98	720	5,0	3,3	1,8	13,2	2,8	0,4	0,2	0,2	9,7	6,7	24,4	7,7	0,9	11,4
1998/99	801	4,6	2,4	2,2	18,0	1,3	0,3	0,2	0,2	6,1	6,1	34,9	8,0	0,2	12,6
1999/00	753	4,7	3,6	3,7	28,2	1,7	0,5	0,2	0,2	5,6	4,6	56,4	7,7	0,6	13,6
Middel	758	4,8	3,1	2,6	19,8	1,9	0,4	0,2	0,2	7,1	5,8	38,6	7,8	0,6	12,5

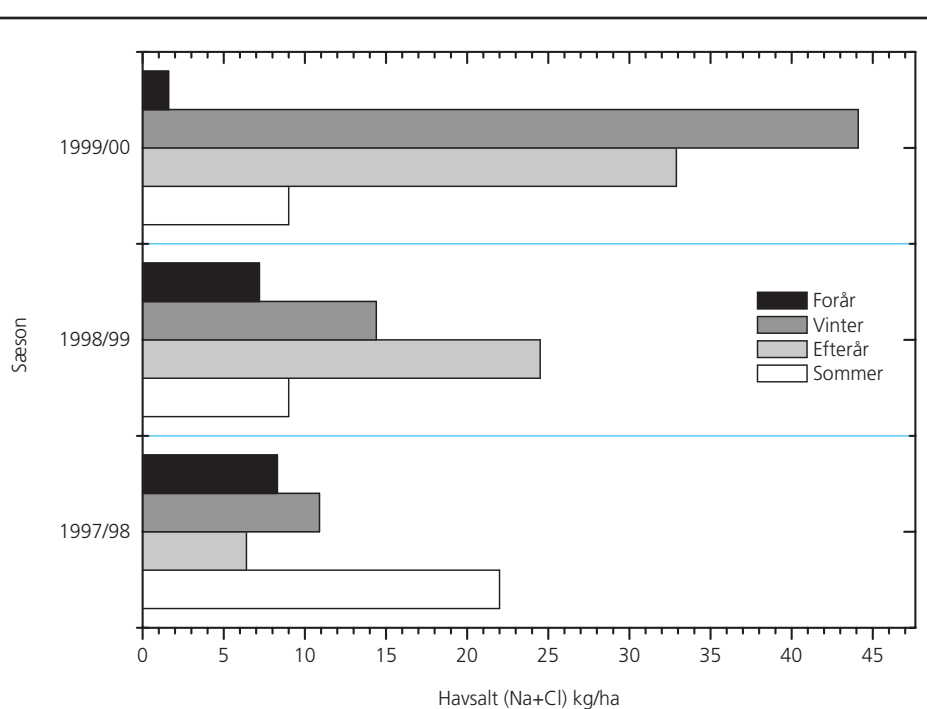
Stofkredsløb på overdrev (Buelund) – Udvaskning

Forskellen imellem de enkelte år er ikke så udtalte som for depositionen, men der er en klar tendens til en større udvaskning i sæsonen 1998/99 (tabel 5). Dog afviger to forhold: For det første er udvaskningen af Cl størst i sæsonen 1999/00 som følge af stor saltafsætning, og for det andet er udvaskningen på det græssede areal for alle stoffers vedkommende klart størst i 1997/98. Da det er én ud af de ni jordsonder der afviger markant (ekstreme N koncentrationer op til 260 mg N/l), må årsagen sammenholdt med resultaterne fra "case study" undersøgelsen udelukkende tillægges kvægets urinering.

Tabel 5. Udvaskning på Buelund. Nedsivning er angivet i mm/år (11m2/år). Stofkoncentrationerne er angivet i kg/ha/år.

Ugræsset behandling																
Sæson	Nedsiv.	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC	
1997/98	218	5,2	6,7	2,8	11,7	2,1	0,8	0,2	0,1	0,0	1,5	21,8	9,2	0,2	7,0	
1998/99	361	5,0	8,5	4,2	18,2	3,5	1,0	0,4	0,1	0,0	3,0	29,6	15,4	0,0	14,8	
1999/00	265	4,8	6,7	3,5	11,8	2,1	0,8	0,3	0,1	0,0	0,7	30,7	15,4	0,0	13,0	
Middel	281	5,0	7,3	3,5	13,9	2,6	0,9	0,3	0,1	0,0	1,7	27,3	13,3	0,1	11,6	

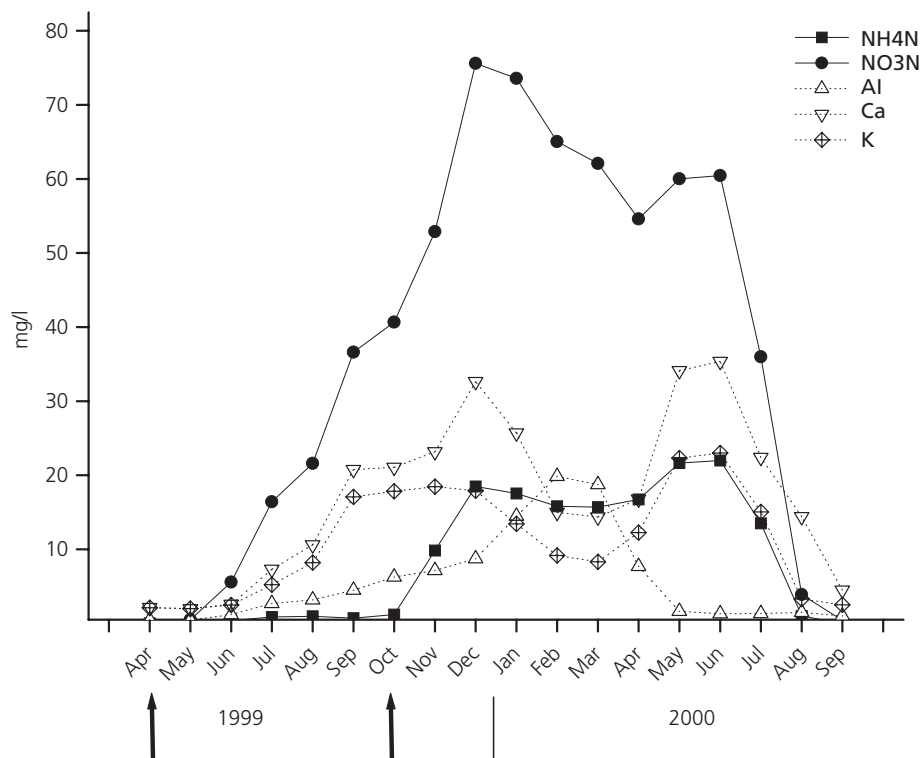
Græsset behandling																
Sæson	Nedsiv.	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC	
1997/98	204	5,1	26,0	10,6	12,6	14,7	1,3	1,4	0,1	2,4	7,0	21,7	8,9	0,2	10,1	
1998/99	326	5,3	6,6	3,6	16,8	6,7	1,6	0,3	0,2	0,0	0,4	29,8	8,9	0,0	13,9	
1999/00	254	5,4	6,6	3,2	10,1	3,9	2,0	0,2	0,2	0,0	0,8	33,9	13,5	0,0	7,6	
Middel	261	5,2	13,1	5,8	13,2	8,4	1,6	0,6	0,1	0,8	2,5	28,5	10,4	0,1	10,5	



Figur 3. Saltdeposition med frilandsnedbøren på Buelund.

Urineren har som sideeffekt en bemærkelsesværdig stor mobilisering af en række stoffer, herunder bl.a. Al, Ca, K, Mg og Mn m.v. (figur 4) som kan genkendes i jordvæsken helt ned i 90 cm jorddybde. Mobiliseringen forårsager også et markant surstød med fald i pH fra 5,2 til 3,9.

I modsætning til depositionen er udvaskningen af de fleste stoffer markant forskellig imellem de ugræssede og græssede arealer. Udvaskningen er mellem 50 og 300 % større på de græssede fener end på de ugræssede. Kun udvaskningen af PO₄-P, Fe, TOC samt Na og Cl er ens imellem behandlingerne. Der er en klar tendens til at navnlig K fastholdes bedre i det ugræssede økosystem, sandsynligvis af den tætte kontinuerte græspels som ikke er nær så udviklet på de græssede arealer. Endvidere er pH også lavere her, dog uden at udvaskningen af de sure kationer, Al, Fe og Mn er blevet tilsvarende stimuleret.

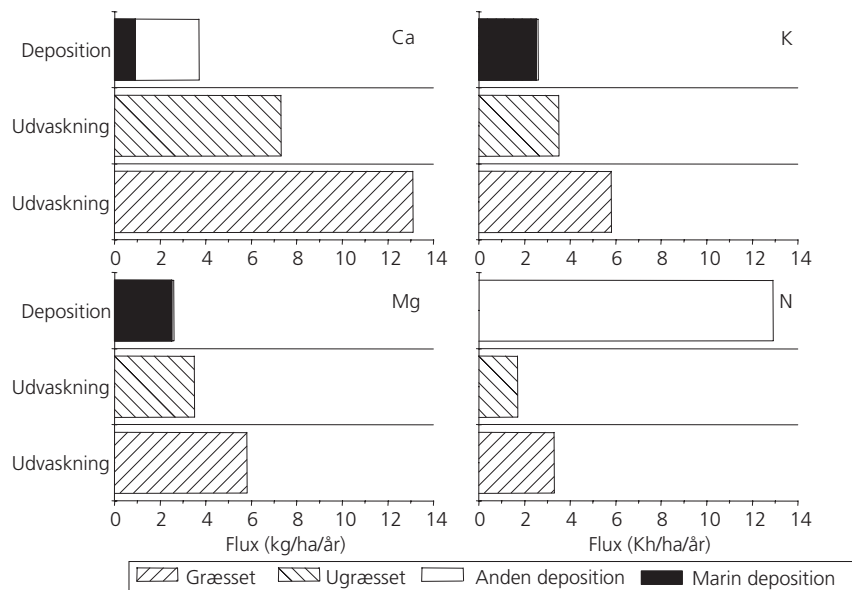


Figur 4. Mobilisering af Al, Ca og K i forbindelse med urinering (dosering af urea). Doseringstidpunkter er angivet med pile.

Indenfor den 3-årige forsøgsperiode har der ikke været balance mellem tilførsel og tab af en række næringsstoffer fra de undersøgte overdrevsøkosystemer. Dette er heller ikke forventeligt, navnlig da den sidste sæson indeholdt et meget betydeligt tilskud af havsalte som ikke fuldt ud nåede at blive udvasket i samme sæson. Derfor viser forskellen mellem deposition og udvaskning en nettoakkumulering af både Na og Cl i økosystemerne (tabel 6). Dette vil normalt ikke være tilfældet. Anderledes er der tale om sikre tab af Ca, Mg, K og Mn, og størst på den græssede fenne. Forholdet mellem deposition og udvaskning i henholdsvis græsset og ugræsset er for Ca, Mg, K og N vist i figur 5.

Sammenlignet med andre økosystemer karakteriseres både det græssede og det ugræssede overdrev ved kun at miste en mindre mængde næringsstoffer gennem udvaskning. Til gengæld er kompensation gennem forvitring efter al sandsynlighed tilsvarende lav for langt de fleste næringsstoffers vedkommende. Græsningen har umiddelbart afgørende indflydelse på udvaskningen af N og K, mens udvaskningen af andre stoffer som Ca og Mg også tydeligt er knyttet til jordens næringsstofstatus. Resultaterne peger også på at der ved ekstensiv græsning tilsyneladende ikke udvaskes yderligere stofmængder som følge af en ændret vegetation. Den øgede udvaskning er udelukkende et resultat af kvægets urinering.

Tabet af næringsstoffer kan sættes i relation til puljen af næringsstoffer i jorden (tabel 6). Det relative tab af de fleste næringsstoffer er tilnærmelsesvis ens på det ugræssede og græssede areal. Således er f.eks. den udbyttelige pulje af Ca (0-100 cm) på henholdsvis det ugræssede og græssede areal på



Figur 5. Tilførsel (deposition) og tab (udvaskning) fra det ugræssede og græssede areal på overdrev (Buelund)

ca. 400 kg/ha og 600 kg/ha. Herfra udvaskes 1-2 % årligt fra begge ”areal-typer”, en størrelse som forvitringen af jordbundens mineraler umiddelbart må skønnes at dække. Tilsvarende gælder for Mg, men kun delvist K som tilsyneladende er det næringsstof hvor udvaskningen er størst i forhold til jordpuljen. For de øvrige stoffer gælder at de enten tilføres i større mængde end de tabes (N og P), at stofbalancen ikke stemmer på grund af saltnedslag (Na og Cl) eller at tabet ikke har indflydelse på økosystemernes funktion (Al).

Der gives tilskudsfoder til kvæget som på Buelund i gennemsnit kan anslås til at være i underkanten af 12 kg/ha pr. år. Dette repræsenterer et input svarende til ca. 0,5 kg N/ha/år af hvilket en uvis andel tages ud igen sammen med kvæget. Tilførslen kan dog under ingen omstændigheder opveje tabet fra udvaskningen. Næringsstofferne P, K, Ca og Mg tilføres alle i mængder under 0,2 kg/ha/år med tilskudsfoderet.

Overordnet set er der dog ingen tvivl om at det græssede hedeøkosystem mister flere næringsstoffer end det ugræssede. Den generelt lille variation i stofkoncentrationerne mellem de enkelte målepunkter med få, men til gengæld ekstremt afvigende stofkoncentrationer tyder på at den øgede udvaskning skyldes mere direkte effekter af kvægets efterladenskaber end den effekt græsningen har på vegetationens sammensætning og biomasse. Græsningen fører ikke til en væsentlig anderledes kvælstoftilførsel på de græssede overdrev og således ikke til en yderligere eutrofiering af økosystemerne. Græsningen fører derimod til en begrænset, men mærkbart øget kvælstofudvaskning med tilhørende tab af næringsstoffer. Til trods for at den atmosfæriske N-deposition i området er lille udgør den langt hovedparten af N-tilførslen. I både den græssede og ugræssede situation er der tale om en nettotilførsel af N (eutrofiering). Hvorvidt græsningen kan afbøde virknin-

Tabel 6. Stofbalance (deposition – udvaskning) (kg/ha/år) på Buelund 1997-2000. Stofpuljen i jorden er den udbyttelige andel for Ca, Mg, Na, K, Al, Mn og Fe, mens N og S er den totale andel.

Element	Ugræsset (U)		Græsset (G)		Kommentar
	Tilførsel/tab	Stofpulje i Mineraljord	Tilførsel/tab	Stofpulje i Mineraljord	
	(kg/ha/år)	(kg/ha)	(kg/ha/år)	(kg/ha)	
Ca	-4,2	410	-10,0	620	Nettotab hvor G>U
Mg	-0,9	130	-3,2	220	Nettotab på G
Na	+5,9	200	+6,6	200	Balance over en længere årrække
K	-0,7	230	-6,5	270	Balance på U, nettotab på G
Al	-0,5	1050	-1,2	1100	Nettotab
Mn	-0,1	300	-0,4	300	Tilsyneladende nettotab på G
Fe	+0,1	20	+0,1	20	Balance
N	+11,2	4440	+9,6	4780	Nettotilførsel U>G
Cl	+11,3	-	+10,1	-	Balance over en længere årrække
S	-5,5	250	-2,6	200	Nettotab, U>G
P	+0,5	650	+0,5	770	Balance

gen af depositionen afhænger af den mængde kvælstof der udtages fra økosystemerne gennem kvæget, men dette har næppe nogen kvantitativ betydning.

Stofkredsløb i skov (Skovbjerg) – Tilførsel

Nedbøren der når skovbunden, er betydeligt mindre end den nedbør, der falder på kronetaget. I alt er interceptionen på ca. 20 % som efterfølgende fordampes. Alligevel er stoftilførslen til skovbunden generelt mange gange større end på friland (tabel 4, tabel 7). Dette skyldes navnlig at næringsstofferne i forskelligt omfang udvaskes fra kronetaget, samt at skoven virker som et filter på den luftmasse der passerer kronetaget.

I forhold til andre undersøgelser (Bille-Hansen, & Hovmand, 1989, Lövblad et al. 1996, Pedersen 1993, Andersson 1991, Berger & Glatzel 1994, Leininger & Winner. 1988, Gundersen & Pedersen 1997, Pedersen & Rasmussen 1997, Pedersen 1995) er stoftilførslerne med gennemdryp og stammeløb generelt små, men helt forventelige på en næringsfattig lokalitet. Undtagelsesvis fremtræder fluxen af K meget stor, mens fluxen af N er beskedent. Den forholdsvis lille flux af SO₄-S skyldes en kombination af en generelt lille atmosfærisk stoftilførsel til området, og det forhold at emissionen af S er faldet markant gennem de sidste 10-15 år (Hovmand, pers. kom). Fluxen af Na og Cl og til dels Mg er relativt høj som følge af tilførsel af havsalt fra flere store storme i 1999 og 2000 (tabel 6) (Mols er omgivet af havvand på tre sider).

Tilførslen af kemiske elementer til skovbunden er for langt hovedparten af stofferne (H, Na, Mg, Al, Fe, Cl, PO₄-P, SO₄-S) næsten ens i den ugræssede kontrolbehandling og den græssede behandling hvilket er en god indikation på at træernes kronetag er sammenligneligt. Der er dog ingen tvivl om at deposition af N (både NH₄-N og NO₃-N) på de græssede arealer er omtrent 20 % større sammenlignet med de ugræssede arealer. Det er nærliggende at tolke årsagen hertil som opfangning og efterfølgende krone

Tabel 7. Nedbør (mm), pH og atmosfærisk deposition (kg/ha/år) på Skovbjerg. Udveks. = udveksling af stoffer i kronetaget. M.D. = Den marine depositions andel af den totale deposition.

Ugræsset (gennemdryp + stammenedløb)															
Sæson	Nedbør	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC
1997/98	592	5,3	10,1	6,8	30,5	31,7	0,4	1,5	0,2	8,7	6,0	68,7	15,4	2,2	74,0
1998/99	625	5,7	9,4	6,1	30,9	29,4	0,2	0,9	0,3	7,2	6,5	61,8	12,5	1,3	59,0
1999/00	614	5,8	10,6	9,6	50,7	30,5	2,0	2,0	0,3	4,6	6,4	150,7	11,5	2,2	68,3
Middel	610	5,6	10,0	7,5	37,4	30,5	0,9	1,5	0,2	6,8	5,3	93,7	13,1	1,6	67,1
Udveks.	-148	-	6,9	5,0	17,6	28,6	0,5	1,3	0,1	-0,3	0,5	55,2	5,3	1,0	54,4
M.D.	-	-	2,1	6,3	50,7	1,9	-	-	-	0	0	93,7	4,4	-	0

Græsset (gennemdryp + stammenedløb)															
Sæson	Nedbør	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC
1997/98	622	5,5	10,0	6,4	27,1	21,8	0,4	1,7	0,2	6,4	5,1	63,3	13,0	2,1	58,8
1998/99	752	5,5	10,7	6,9	33,7	21,9	0,1	0,8	0,3	6,2	7,0	65,0	12,5	1,3	41,5
1999/00	768	6,0	10,3	8,6	55,3	26,4	1,1	0,7	0,3	11,5	7,4	150,0	11,1	2,1	47,2
Middel	714	5,7	10,3	7,3	38,7	23,3	0,2	1,1	0,3	8,0	6,5	93,1	12,2	1,8	49,1
Udveks.	-44	-	7,2	4,8	18,9	21,4	0,1	0,9	0,1	0,9	0,7	54,5	4,4	1,3	36,6
M.D.	-	-	2,0	6,2	55,3	1,9	-	-	-	0	0	93,1	4,4	0	0

udvaskning af afgasset kvælstof der stammer fra kvæget og disses efterladenskaber.

Der eksisterer en vis syreneutralisering i kronetaget. Omregnes surhedsgraden til reelle frie syremængder, neutraliseres der heraf i begge bevoksninger ca. 10-12 mækv/ha/år. Dette svarer til neutralisering af ca. 85 % af den tilførte frie syre.

Skovbunden tilføres også næringsstoffer gennem strøfaldet (tabel 8). Strøfaldet har været næsten identisk sæsonerne imellem og er derfor i tabel 8 kun opgivet som et gennemsnittet for de 3 år. Hovedparten af strøfaldet udgøres af blade (visne + grønne). Tilførslen af Ca, Mn, Fe, N, P og C er markant større med strøfaldet sammenlignet med tilførslen gennem ”vandvejen” som stammenedløbet og gennemdryppet udgør. For Ca vedkommende tilføres kun 16 % på de ugræssede arealer og 22 % på det græssede med stammenedløb og gennemdryp. Lignende forhold gælder for Mn og Fe som følge af at disse stoffer på samme måde som Ca kun vanskeligt udvaskes fra træernes kronetag. Træerne tilbageholder normalt N mere effektivt end metallerne. Når kvælstoffordelingen ligner ovenstående skyldes det udelukkende en betydelig luftforureningsbetinget tilførsel af N som primært foregår via stammenedløb og gennemdryp. Tilførslen med strøfaldet af Na, Cl og delvist Mg er beskeden da disse stoffer især tilføres som havsalte med nedbøren. Kulstof tilføres i langt overvejende grad med strøfaldet. En mindre del udvaskes fra kronen (2 %) af den gennemfaldende nedbør.

Den større stoftilførsel med strøfaldet på det ugræssede areal skyldes det lidt større stamtal. Stamtalsforskelle kan dog ikke forklare en relativt forøget flux af især P og N med strøfaldet på det græssede areal. Mængden af P i jordbunden er større på det græssede areal end på det ugræssede, et forhold der måske kan forklares som en effekt af græsningen. Den større flux med

Tabel 8. Stofstrømme med strøfald (kg/ha/år).

	Bladfald	Knopskælsfald m.v.	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	N	Cl	S	P	C
Ugræsset	4813	710	53,0	10,5	4,0	12,9	0,4	15,5	0,7	62,9	2,1	6,7	5,3	2700
Græsset	3860	430	36,7	7,4	3,2	20,4	0,3	9,4	0,4	56,8	2,8	5,3	5,6	2103

strøfaldet afspejler muligvis dette forhold. Den forøgede flux af N med strøfaldet kan på lignende vis som den forøgede flux med stammenedløb og gennemdryp forklares som en øget tilgængelighed af N på de græssede arealer.

Endelig tilføres det græssede skovøkosystem også næringsstoffer med fodertilskudet. Det drejer sig om ca. 90 kg kraftfoder pr. ha svarende til mellem 3,1 og 3,5 kg N/ha og for de fleste andre næringsstoffer en faktor 5-10 gange mindre. Hvad der heraf igen fjernes sammen med kvæget vides ikke. Næringsstofferne P, K, Ca og Mg tilføres i mængder svarende til ca. 1 kg eller mindre pr ha pr. år.

Stofkredsløb i skov (Skovbjerg) -udvaskning

Udvaskningen (tabel 9) afspejler generelt den meget næringsfattige jord gennem lavt pH i jordvæsken, små tab af næringsstofferne Ca, Mg og K samt forøget udvaskning af sure kationer som Al og Mn (Pedersen 1993, de Visser et al. 1994, Bille-Hansen 1990, Pedersen & Bille-Hansen, 1995, Bergkvist 1987, Bergkvist & Folkesson 1992, Hansen and Postma 1995, Ulrich et al. 1980, van Grinsven et al. 1992)

Udvaskningen af Na og Cl afspejler ikke fuldt ud depositionen fordi det stormtilførte havsalt i 1999/00 ikke fuldt når at blive udvasket i samme sæson. pH er markant lavere og den afledte udvaskning af sure kationer (Al og Mn) betydeligt større på den ugræssede fenne. Efter al sandsynlighed skyldes dette ikke en effekt af græsningen, men snarere at jorden på den ugræssede fenne naturligt er surere og har et større indhold af ombyttelige sure kationer.

Begge økosystemer er "tætte" hvad angår udvaskning af P og N. Det betyder at med det lave pH så foregår udvaskningen af kationer overvejende som bundet til opløst organisk stof eller sammen med SO₄-S og Cl. En nær-

Tabel 9. Udvaskning på Skovbjerg. Nedbør er angivet i mm/år (l/m²/år). Stofkoncentrationerne er angivet i kg/ha/år.

Ugræsset															
Sæson	Nedsivning	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC
1997/98	201	4,6	9,3	7,5	28,5	3,4	4,2	1,7	0,1	<0,1	<0,1	64,1	17,6	<0,1	21,1
1998/99	361	4,6	11,6	12,1	45,0	6,1	7,6	2,9	0,1	<0,1	0,5	89,7	31,3	<0,1	43,2
1999/00	265	4,5	8,0	10,2	33,1	2,8	7,1	1,9	0,1	<0,1	0,7	84,8	17,0	<0,1	27,8
Middel	276	4,5	9,6	9,9	35,5	4,1	6,3	2,2	0,1	<0,1	0,4	79,5	22,0	<0,1	30,7
Græsset															
Sæson	Nedsivning	pH	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Cl	SO ₄ -S	PO ₄ -P	TOC
1997/98	201	4,9	8,8	5,6	28,1	4,8	3,4	1,5	0,1	<0,1	0,3	61,7	14,8	<0,1	11,8
1998/99	361	4,9	8,9	8,5	49,3	7,4	3,8	2,4	0,1	<0,1	<0,1	80,8	28,7	<0,1	24,7
1999/00	265	4,8	7,8	8,2	25,9	5,8	3,0	1,0	0,1	<0,1	<0,1	74,6	10,8	<0,1	7,3
Middel	276	4,8	8,5	7,4	34,4	6,0	3,4	1,6	0,1	<0,1	<0,2	72,4	18,1	<0,1	14,6

mere analyse af jordvæskens ækvivalente koncentrationer af positive og negative ladede ioner bekræfter dette.

Ud fra forudsætningen om at forholdet imellem næringsstofferne i havvand er identisk med forholdet i det havsalt der afsættes på land, kan depositionen af havsalt til skoven estimeres (tabel 7). Disse beregninger viser at udvaskningen af næringsstofferne Ca, Mg, S og Mn med sikkerhed er større end tilførslen til økosystemerne. De forøgede mængder stammer fra forvitring af jordens mineraler. Tilførslen af K er næsten lige så stor som udvaskningen. Med den usikkerhed der er i beregningen af stofstrømmene, kan det ikke med sikkerhed vurderes, om der til økosystemerne foregår nettotilførsel, om der finder et nettotab sted eller om økosystemerne er i balance med K. Tabet af næringsstoffer set i relation til puljerne i jorden er beskeden.

På skovlokaliteten er der således ingen åbenlyse forskelle mellem det ugræssede og græssede økosystem som kan tilskrives græsningen. Forskellen skyldes enten mindre afvigelser i jordbundens kemiske egenskaber eller stamtallet mellem de to arealanvendelser.

Konklusion

Den undersøgte hede (Buelund) og skov (Skovbjerg) er begge næringsfattige økosystemer. Til trods for at området er omkranset af hav på tre sider, er tilførslen af næringsstoffer lille, normalt betinget af en lille nedbør og en forholdsvis lang afstand til egentlige landbrugsarealer. Tilsyneladende påvirkes hede- og skovområderne forskelligt af græsning.

Det undersøgte skovøkosystem med og uden græsning virker begge i systemøkologisk sammenhæng robuste. Hvad enten der græsses eller ikke græsses foregår der en netto-tilførsel af kvælstof og fosfor til skovøkosystemet, bl.a. fordi udvaskningen af kvælstof og fosfor er så lille at den ikke kan måles. Tilsyneladende taber skovøkosystemerne kun små mængder af andre næringsstoffer som forvitringen antageligt kan kompensere for. Kun tabet af calcium kan på sigt virke betydeligt i forhold til tilførslen. Undersøgelserne er ikke fuldt ud tilstrækkelige til med sikkerhed at fastslå om der på lang sigt eksisterer en generel ubalance i næringsstofforsyningen. Dette skyldes bl.a. at nedbøren har været usædvanlig høj og afvigende i den periode undersøgelserne har været, og at tre nedsivningssæsoner ikke er tilstrækkelig lang tid til at fastslå om der eksisterer en generel ubalance i næringsstofforsyningen. Det har ikke været muligt at påvise afgørende kvantitative forskelle i udvaskningen mellem det ugræssede og græssede skovøkosystem. Derfor må det konkluderes at den ekstensive skovgræsning ikke har haft nogen negativ indflydelse på skovens overordnede funktion.

Det græssede og ugræssede hedeøkosystemer kendetegnes derimod ved forskellig stofbalance. Uanset om der er græsning eller ej foregår der også til dette økosystem en netto-tilførsel af både kvælstof og fosfor. Udvasnkningen af fosfor fra hedeøkosystemerne er tæt på ingenting. Derimod holder både det ugræssede og det græssede areal ikke tæt for kvælstof. Tabet er

kvantitativt beskedent, men har i forhold til den lille tilførsel relativ stor betydning. Tabet med udvaskningen er dobbelt så stor på de græssede arealer sammenlignet med ugræssede arealer. Kvælstof nedvaskes især som nitrat der følges af andre næringsstoffer som calcium, magnesium og kalium. Dette gælder især for den græssede hede der ikke som det tilsvarende græssede skovøkosystem, kan betegnes som særlig robust. Selvom vejret har afvejet betragteligt fra normalen i forsøgsperioden, må det alligevel konkluderes at den anvendte ekstensive græsning har påvirket hedernes stofbalance. Der er således ikke tvivl om at ekstensiv græsning på denne lokalitet kan anvendes til en langsigtet udpining af jordbunden og dermed være et redskab til at vedligeholde og genskabe sure, næringsfattige naturtyper. Ønskes det omvendt at fastholde de givne økosystemers næringsstofstatus kan det på sigt være nødvendigt med en beskeden tilførsel af næringsstofferne calcium, magnesium og kalium for at modvirke en utilsigtet jordbundsforurening.

På både skovlokaliteten og hedelokaliteten forårsager urineringen voldsomme "lokale" surstød som selv i 90 cm dybde er ganske markante. I forbindelse med surstødene mobiliseres større mængder næringsstoffer og plantegiftigt aluminium som kan have betydning for plantefordelingen.

Kilder

Andersson, T. (1991):

Influence of stemflow and throughfall from common oak (*Quercus robur*) on soil chemistry and vegetation patterns. *Can.J.For.Res.* 21 917-924.

Berger, .W. and Glatzel, G. (1994):

Deposition of Atmospheric constituents and its impact on nutrient budgets of oak forests (*Quercus petraea* and *Quercus robur*). *Forest Ecology and Management* 70 183-193.

Bergkvist, B. (1987):

Leaching of metals from Forest Soils as Influenced by Tree Species and Management. *Forest Ecology and Management* 22 29-56.

Bergkvist, B. and Folkesson, L. (1992):

Soil acidification and element fluxes of a *Fagus Sylvatica* Forest as influenced by simulated nitrogen deposition. *Water, Air, and Soil Pollution* 65 111-133.

Bille-Hansen, J. (1990):

Acidification and leaching of Base cations in relation to air pollution levels and base status of the soil. *Aquilo.Ser.Bot.* 29 3-12.

Bille-Hansen, J. and Hovmand, M.F. (1989):

Potential ion fluxes in Beech and Norway spruce stands in relation to air Pollution Levels. In: Brække, F.H., Bjør, K., and Halvorsen, B. (eds), pp. 73-76, Norwegian Forest Research Institute, Ås.

Bille-Hansen, J., Pedersen, L.B., Hovmand, M.F., Andersen, H.V., Jensen, N.O., Hummelshøj, P., Ro-Poulsen, H., and Mikkelsen, T.N. (1994):

Background information for Surveillance on the permanent observation plots in Denmark. Level II. pp. 1-66, Danish Forest and Landscape Research Institute, Copenhagen.

de Visser, P.H.B., Beier, C., Rasmussen, L., Kreutzer, K., Steinberg, N., Bredemeier, M., Blanck, K., Farrell, E.P., and Cummins, T. (1994):

Biological response of five forest ecosystems in the EXMAN project to input changes of water, nutrients and atmospheric loads. *Forest Ecology and Management* 68 15-29.

Farrell, E.P., Cummins, T., Collins, J.F., Beier, C., Blanck, K., Bredemeier, M., de Visser, P.H.B., Kreutzer, K., Rasmussen, L., Rothe, A., and Steinberg, N. (1994):

A comparison of sites in the EXMAN project, with respect to atmospheric deposition and the chemical composition of the soil solution and foliage. *Forest Ecology and Management* 68 3-14.

Gundersen, P. (1996):

Nitrogen deposition and leaching in European Forests—preliminary results from a data compilation. *Water, Air, and Soil Pollution*.

Gundersen, P. and Pedersen, L.B. (1997):

Stofkredsløb i de danske skove. Kvælstof (N). *Skov & Landskab* (FSL). Videnblade Skovbrug 8.5-6 1-2.

Hansen, B.K. and Postma, D. (1995):

Acidification, buffering, and salt effects in the unsaturated zone of a sandy aquifer, Klosterhede, Denmark. *Water Resources Research* 31 2795-2809.

Leininger, T.D. and Winner, W.E. (1988):

Throughfall chemistry beneath *Quercus rubra*: atmospheric, foliar, and soil chemistry considerations. *Can. J. For. Res.* 18 478-482.

Lövblad, G., Amann, M., Andersen, B., Hovmand, M., Joffre, S., and Pedersen, U. (1996):

Deposition of Sulfur and Nitrogen in the Nordic Countries: Present and Future. *Ambio* 21 339-347.

Olesen, J. E. and Heidman, T. (1990):

EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen Version 1.00. Arbejdsnotat. Statens Planteavlsvforsøg 9, 1-64. Forskningscenter Foulum. AJMET.

Pedersen, L.B. (1993):

Stofkredsløb i sitkagran, rødgran og bøgebevoksninger i Danmark. Forskningsserien. *Skov & Landskab* (FSL) 1 1-252.

Pedersen, L.B. (1995):

Stofkredsløb i skove. Kalium. *Skov & Landskab* (FSL). Videnblade Skovbrug 8.5.2. 2.

Pedersen, L.B. and Bille-Hansen, J. (1995):

Effects of airborne sea salts on soil water acidification and leaching of aluminium in different forest Ecosystems in Denmark. *Plant and Soil* 168-169 365-372.

Pedersen, L.B. and Rasmussen, K.R. (1997):

Stofkredsløb i de danske skove. Fosfor (P). *Skov & Landskab* (FSL). Videnblade Skovbrug 8.5-7 1-2.

Rasmussen, L. (1994):

Næringsstofbalancer i skov. *Vækst* 5 6-7.

Schrøder, H. (1995):

Danmarks kvælstofregnskab. *Vand & Jord* 1 17-21.

Sundberg, P., Callesen, I., Greve, M. H., and Rasmussen, K.R. (2000):

Danske Jordbundsprofiler. Sundberg, P. 1-30. 1999. Danmarks Jordbrugsforskning, Foulum, Danmarks Jordbrugsforskning.

Ulrich, B., Mayer, R., and Khanna, P.K. (1980):

Chemical changes due to acid precipitation in a loess-derived soil in central Europe. *Soil science* 130 193-199.

van Grinsven, J.J.M., van Riemsdijk, W.H., Otjes, R., and van Breemen, N. (1992):

Rates of Aluminium Dissolution in Acid Sandy Soils Observed in Column Experiments. *Journal of Environmental Quality* 21 439-447.



Foto: Annemiek Sach

4. Effekten af husdyrgræsning på vegetation

Rita Merete Buttenschøn¹, Jon Buttenschøn²

1) Skov & Landskab (FSL), 2) Fødevarerregionen, Fødevarerregionen Århus

Indledning

I 1973 blev de første græsningsforsøg med galloway og islandske får etableret på Molslaboratoriets arealer (Buttenschøn & Buttenschøn, 1982a,b og c). Baggrunden for forsøgene var den ændring af Molslaboratoriets område der havde fundet sted siden driften af arealerne gradvis aftrappedes og endeligt måtte opgives omkring 1960. Landskabet ændrede sig fra en mosaik bestående af små enheder med overdrev, enge, heder, græsmarker og agre til en mosaik i større skala med heder og græsmarker under tilgroning. Ved tilgroningen forsvandt bl.a. de lysåbne, varme og tørre lokaliteter som var skabt gennem græsning og høslæt. Vegetationen blev mere ensartet, og gradienten af mikrohabitater blev indsnævret. Målet med græsningsforsøgene var at finde ekstensive græsningsystemer der kunne vedligeholde og reetablere de driftsafhengige naturtyper; eng, overdrev og hede til afløsning for det gamle hedelandbrug,

Ved en status 10 år efter at græsningsforsøgene var etableret blev det konstateret at der var en fortsat udvikling i vegetationen og differentiering mellem græsset og ugræsset tilstand. Samfundene havde således ikke tilpasset sig driftstilstanden endnu, og det blev derfor besluttet fortsat at følge vegetationsudviklingen.

Vegetationsundersøgelser

Vegetationen er undersøgt på Sletten og Buelund siden 1972/73. De øvrige forsøgsområder er gradvis blevet inddraget i takt med at nye typer arealer og/eller græsningsbehandlinger er etableret jvf. lokalitetsbeskrivelserne (se bilag). Undersøgelserne er normalt foretaget årligt. Hovedparten af græsningsforsøgene foregår på højbunds jorder med overdrevs, hede- eller skovvegetation, men der indgår også en serie engarealer.

Der er udlagt permanente 10 x 10 m store felter i transekter der løber på tværs af terrænkonturen i forsøgsområderne og i de tilhørende ugræssede kontrolområder. Felterne hører sammen to og to hvor det ene anvendes til analyse af bund- og træ- og buskvegetation, det andet til jordbundsprøver samt måling af struktur, lysgennemfald, biomasse og andre forstyrrende målinger. Antal felter fordelt på de enkelte forsøgsområder fremgår af tabel 1. Bundvegetationen er analyseret efter en modificeret Hult-Sernanders dækningsgradsmetode i felter på 1x1 m (Buttenschøn & Buttenschøn 1982a).

Tabel 1. Antal felter til dækningsgradsanalyser fordelt på områder og naturtype (se beskrivelse af de enkelte forsøglokaliteter i bilaget).

Forsøgsområde	Hede	Overdrev	Eng	Skov	Totalt
Sletten		122	73	24	219
Buelund	93	109			202
Skovbjerg		24		288	312
Trehøje	277	65			342
Kirkestien	48	24			72
Klæbjerg		159			159
Nord- og Sydengen			172		172
Tremosegård		40			40
Toggerbo		60			60
Åges Agre		72			72
Italienske Sti	48	120			168
Totalt	466	795	245	312	1798

Supplerende er der talt spirer og målt førelag i felterne. Tælling af spirer er desuden foretaget på tilfældigt valgte kokasser og andre småhabitater udenfor transekterne. Rodfæstede individer af træer og buske er registreret i 10x10 m felterne, fordelt på fem størrelsesgrupper; det seneste års spirer, eller angivet efter højde som <0,5 m, mellem 0,5-1,0 m, mellem 1,0 og 2,0 m, >2,0 m. Samtidig er graden af græsningspåvirkning af vedplanterne (browsing) registreret.

Rumlig struktur, biomasse og lysgennemfald

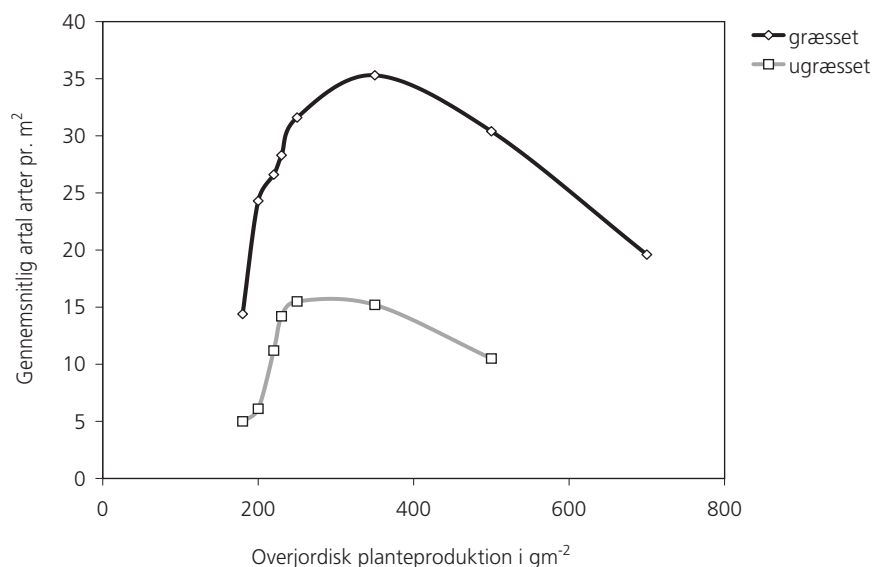
Beregning af den rumlige struktur i grønsværen er baseret på måling af vegetationshøjde målt ved hjælp af græsmåler (Ekstam & Forshed 1996) i tre niveauer; som minimumshøjde af planter, højde ved 50 % vegetationsdækning af græsmåler, samt den maksimale plantehøjde. Målinger blev foretaget en gang om måneden i vækstsæsonen i 1997-2000. Samtidig blev der på enkelte af områderne målt lysgennemfald ved jordoverfladen samt klippet vegetation til biomasse bestemmelse.

Effekten af græsning

Græsning resulterer i en række ændringer i plantesammensætning, et reduceret førelag, øget lysgennemfald til de nederste plantelag og jordbund samt en øget variation i vegetationens rumlige struktur.

Artstæthed i relation til biomasse

Figur 1 viser artstætheden (det vil her sige det gennemsnitlige antal plantearter pr. m²) i hhv. græsset og ugræsset tilstand på en række af forsøgsområderne sat i relation til biomasse. På næringsfattige jorder som Trehøje er artstætheden lav, og uden stor forskel mellem græsset og ugræsset tilstand. Her er jordbundens næringsindhold og surhedsgrad begrænsende for artsudviklingen da relativ få arter er i stand til at klare sig ved de lave næringsværdier og den ekstremt sure tilstand. I næringsfattige hedesamfund på Mols sker der en akkumulering af førne på ugræssede områder der resulterer i en lav artstæthed. Under græsning omsættes førnen og vegetationen holdes lav således at lysgennemfaldet øges. Udvikling af en højere artstæthed under græsning hænger i høj grad sammen med den øgede tilgang af lys til jordbunden som græsning medfører (Buttenschön 2001a).



Figur 1. Artstæthed i relation til biomasse på forsøgsområderne Trehøje, Buelund, Kirkestien, Sletten, Skovbjerg, Klæbjerg, Nordengen og Sydengen. Planteproduktionen er skønnet ud fra strukturmålinger og deres sammenhæng med primær produktion.

Tilsvarende ses på figur 1, at artstætheden bliver lavere og afstanden mellem græsset og ugræsset tilstand aftager på områder med den største biomasse. Her er tale om Sydengen der stadig er påvirket af tidligere mere intensiv drift med gødskning der betinger en frodig plantevækst. Tilsvarende sammenhæng ses ifølge Al-Mufti et al. (1977) og Grime (1979) mellem biomasse og artstæthed på ugødskede naturarealer hvor den potentielle artstæthed falder i naturligt højproduktive samfund som f.eks. rørsumpe. Både levende og død biomasse i form af høj eller tæt plantevækst og førne virker lysspærrende og dermed begrænsende for lyskrævende arter.

Stresspåvirkninger i form af f.eks. tørke, lavt indhold af essentielle næringsstoffer og konkurrence arterne imellem spiller ind sammen med lysfaktoren i forholdet mellem artstal, diversitet og biomasse (Grime 1979).

Lys og struktur

Vegetationens rumlige struktur har stor betydning for den biotiske diversitet. Generelt gælder jo større variation i rumlig struktur jo højere diversitet af associerede planter og dyr (Mitchley 1993).

Der er betydelige forskelle i strukturobygningen imellem de græssede og ugræssede områder. Græsningsdyrene ændrer den rumlige struktur i vegetationen gennem deres fodervalg (Putman et al. 1991, Hester & Baillie 1998), men dyrenes færdsel har også betydning for strukturforholdene, specielt på græsgange med høj vegetation eller med et tykt førnelag. Også dyrenes græsningsadfærd omkring kokasser/hestelatriner præger strukturbilledet (Norman & Green 1958, Weeda 1967, Edwards 1982, Tubbs 1986).

Plantelagenes lysbrydning og lysspærring antages at spille en stor rolle i forbindelse med arternes konkurrence om lys (Harper 1977, Grime 1979). Især

spærrer førne og andet dødt plantemateriale for lyset. I ugræsset kontrol ved Trehøje er der således udviklet et tykt førnelag på ca. 20 cm bestående af visne tuer af bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*) der stort set udelukker al lys til bunden.

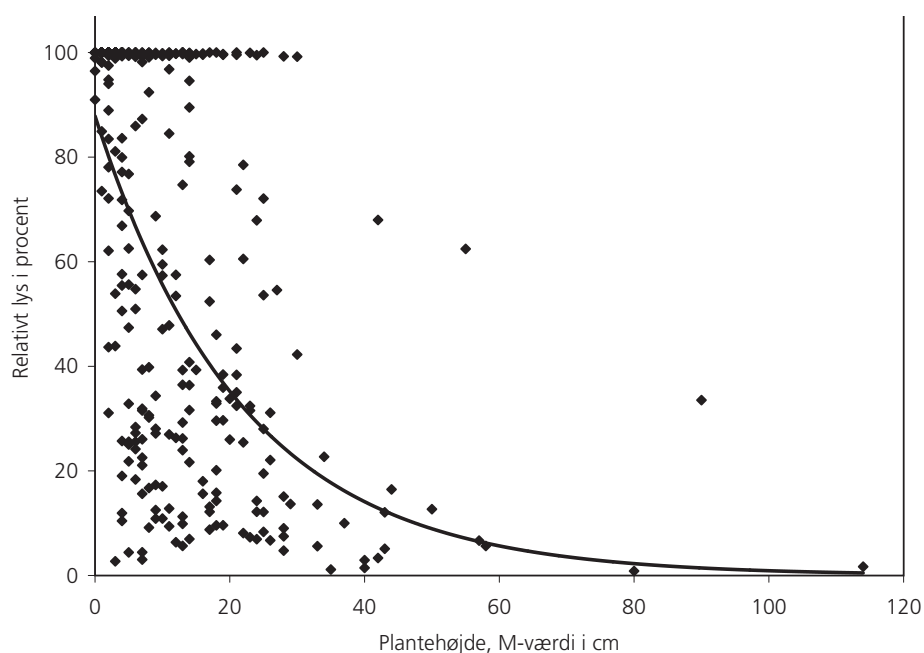
Måling af relativt lysgennemfald til jordoverfladen på andre af de ugræssede forsøgsområder viser at selv et tyndt, men tæt førnelag på ugræsset bund spærrer 90-99 % af lys, mens levende tuestrukturer på græsset bund giver en langt mere begrænset lysspærring. Kun ved særligt høje tuer med et indhold af førne er lysspærringen på højde med den der måles på ugræsset bund.

Hvor der er udviklet kratvegetation på ugræsset bund spærrer træernes løv for 60-80 % lys, mens bundlaget gennemgående reducerer lysgennemfaldet mindre end bundvegetation i samme højde uden kratvegetation.

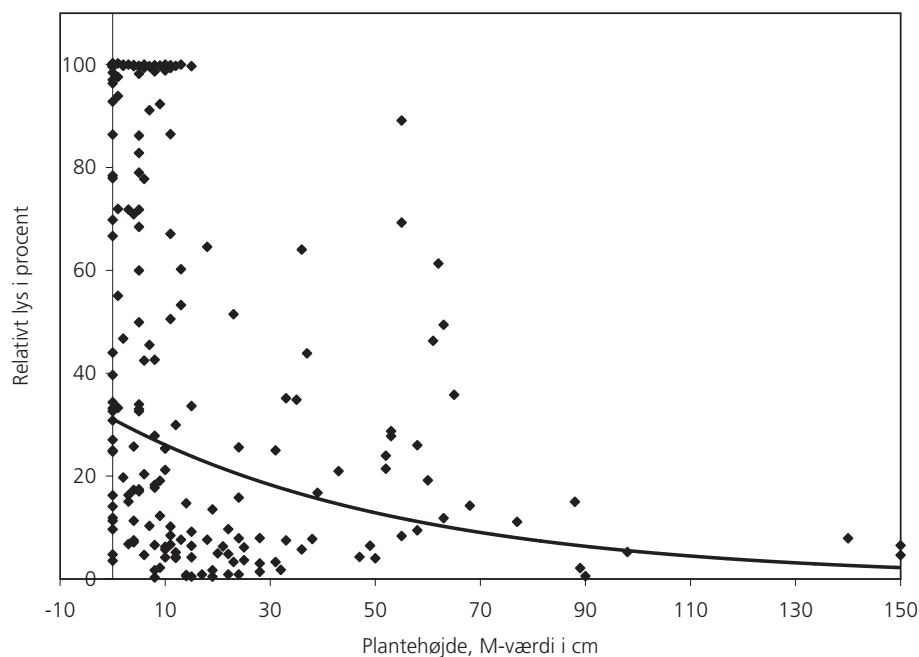
Sammenhæng mellem plantevækstens spærring af lys og vegetationshøjde er vist fra en kvæggræsset lokalitet (figur 2) og fra den tilsvarende ugræssede kontrol (figur 3) hvor der ikke har været græsset i 30 år og er udviklet en kratvegetation.

Figurerne er forsynet med en eksponentiel tendenslinie der er sammenfaldende med en eksponentielt stigende, kumulativ sandsynlighed for at lys vil blive opfanget af en plantedel gennem stigende tykkelse af plantelaget der skal passeres.

Lystilgang til de nedre vegetationslag og jordoverfladen har stor betydning



Figur 2. Relativt lysindfald i kvæggræsset vegetation målt ved jordoverfladen i forhold til vegetationshøjde-tæthed (M-værdi = plantehøjde ved 50% dækning af græsmåler).



Figur 3. Relativt lysindfald ved jordoverfladen i ugræsset vegetation målt i forhold til vegetationshøjdel-tæthed (M-værdi = plantehøjde ved 50% dækning af græsmåler).

for planternes formering. I ugræsset vegetation fremmes planter der i høj grad formeres vegetativt som f.eks. draphavre (*Arrhenatherum elatius*) og krybende hestegræs (*Holcus mollis*). I græssede samfund derimod spiller frøformering en mere fremtrædende rolle.

Det er påvist at spireevne hos visse frø påvirkes af lysintensiteten (Grime & Jeffrey 1965, Grime & Jarvis 1975). De fleste græsser spirer såvel i skygge (2,8 % af fuldt dagslys) som i mørke hvorimod urter og specielt ruderalfloraens urter viser nedsat spireevne ved reduceret lystilgang. Hæmning af frøspiringen ved stigende lysspærring er tydelig hos de græsningsafhængige arter (Górski 1975, King 1975, Silvertown 1980, Cresswell & Grime 1981). En eller flere faktorer påvirker spireevnen af en række planter når det indfaldende lys skal passere lag af grønne blade (Górski 1975, King 1975, Silvertown 1980, Cresswell & Grime 1981). Frøene modnes først, og spirer når de udsættes for ufiltreret sollys. Frøene der kan overleve længere tid under et tæt vegetationslag, aktiveres således først når dette lag fjernes ved græsning eller slåning (Harper 1977). Lystilgangen er ligeledes af stor betydning for hvilke arter der kan præstere vækst når først spiringen er sket (Grime & Jeffrey 1965, Grime 1966) samt forblive som et almindeligt, udbredt flo-raelement i samfundet (Buttenschön & Buttenschön 2000). Mange af de driftsafhængige plantesamfund har således behov for stort lysgennemfald gennem store dele af deres udvikling.

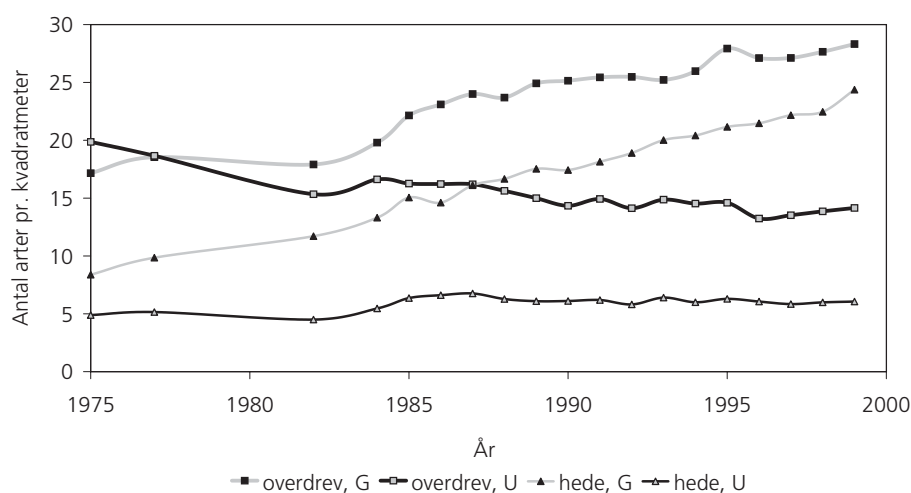
Der er målt en markant forskel i lystilgangen til de nedre plantelag afhængig af driftsformen jf. figur 2 og 3. Det er specielt førnelagets udbredelse der medvirker til denne forskel. Ved Trehøje blev førnelaget reduceret fra ca. 20 cm til ca. 1 cm efter 5-8 års græsning, mens akkumulering af et nyt ca. 20

cm tykt førnelag tog 8-10 år efter græsningsophør. Bülow-Olsen (1980) fandt at der efter 2-3 års græsning på bølget bunke dominerede arealer i Mols Bjerge var sket en reduktion i mængden af førne fra 4 t/ha til omkring 1 t/ha. I løbet af vækstsæsonen sker der i forskellig grad en ændring af lys-tilgangen som følge af den aktuelle driftsform. Det skyldes planternes vækst og deres fænologiske udvikling. Strukturmålingerne viser at græsning fastholder planterne i vækstfasen, og strukturopbygningen forbliver forholdsvis uforandret over sæsonen. Under mere uforstyrrede forhold vil planternes fænologiske cyklus betinge at der indskydes ny beskygningslag over jordbunden, og derved en stigende opfangning af lys inden jordoverfladen nås.

Artstæthed og -sammensætning i relation til græsningshistorie

Et generelt og vigtigt træk ved langtidseffekten af græsning er udviklingen af plantesamfund med relativ høj artstæthed og med en voksende andel af plantearter der er knyttet til græsningsafhængige plantesamfund med en lang græsningshistorie.

Den stigende artstæthed skyldes dels at nye arter kommer til, og dels en større udbredelse og antal af individer af de tilstedeværende arter. Hertil kommer at plantetætheden øges med flere rodfæstede planter pr. arealenhed. De enkelte planter bliver mindre som led i en tilpasning til græsningen, og vegetationen bliver mere lagdelt og uensartet i højde hvilket er med til at give plads til flere planter. Modsat ledsages den faldende artstæthed der ses i forbindelse med ophør af drift, af gradvis tilbagegang eller uddøen af arter, samt af en forøgelse af individstørrelsen hos mange af de arter, der indvandrer eller har fremgang i den uforstyrrede tilstand (figur 4 og tabel 2).



Figur 4. Udvikling i artstæthed på henholdsvis kvæggæsset og ugræsset overdev og hede (Buelund).

Tabel 2. Plantearter der kun forekommer i den græssede, er fælles for græsset og ugræsset, henholdsvis kun forekommer i ugræsset vegetation på heden ved Trehøje efter 12 års græsning. De fem træarter der er særegne for den græssede vegetation er alle såkaldte græsningspionerer. Der er stadig mindre forekomster af lysåben hede med mosser og lav på den ugræssede hede. Der er ingen arter der er særegen for den ugræssede vegetation.

	Kun i græsset	Fælles	Kun i ugræsset	Sum
Græs & urter	32	22	0	54
Dværgbuske	1	2	0	3
Træer	5	1	0	6
Mos & lav	10	20	0	30
Sum	48	45	0	93

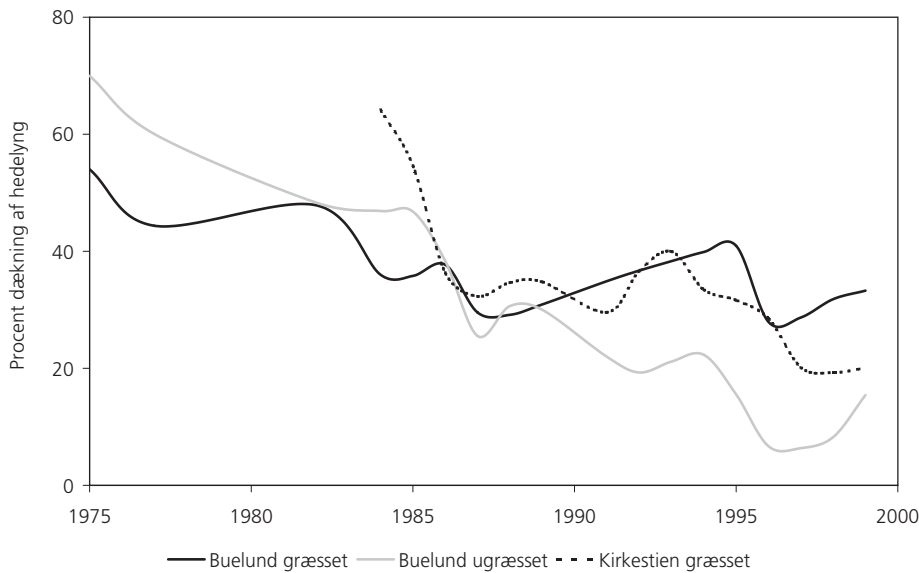
Sammenligning af bundvegetation på græssede og ugræssede hede- og overdrevssamfund viser at der ikke er specielle arter knyttet til ugræsset vegetation (tabel 2). Under græsning sker der en indvandring af plantearter. Nogle af arterne optræder kun kortvarigt som en del af de græssede plante-samfund. De afløses gradvis af plantearter der i stigende grad er græsnings-specialister.

I den efterfølgende beskrivelse af vegetationsudviklingen på heder, overdrev og enge er ændringerne set som en enkel sammenhæng mellem ændring og tid. Endvidere er analysen begrænset til ”betydende arter”, det vil her sige arter der forekommer i mindst 10 % af undersøgelsesfelterne mindst en gang i løbet af forsøgsperioden. Endelig ses der på udviklingen i dækningsgrad fremfor udviklingen i frekvens. Dette er gjort for at kunne gengive de dominerende træk i vegetationens udvikling med henblik på at finde fælles tendenser mellem arealerne og behandlingerne. Arterne er grupperet i forhold til den vegetationstype, de hyppigst forekommer i eller er karakteristiske for, således: græsland, hede, overdrev, sandskæghede (*Corynephorus canescens*) samt andre arter. ”Græslandsarter” anvendes for arter der er karakteristiske for tidlige stadier af græsland på neutral til svagt sur bund. ”Andre arter” er benyttet for arter der findes bredt udbredt i forskellige vegetationstyper.

Heder

De heder der indgår i undersøgelserne, Buelund, Kirkestien og Trehøje var domineret af ældre hedelyng (*Calluna vulgaris*) og/eller af bølget bunke da græsningen blev etableret i hhv. 1975, 1986 og 1988. Under græsning er den gamle hedelyng stort set forsvundet, og ung hedelyng er under etablering, men har fortsat en lavere dækningsgrad end før græsningen (figur 5). Der er kun en lille fremgang i dække af hedesamfundsarter (tabel 3).

På eksponerede skrænter etableres der partier med sandskæghede under kvæggræsning, mens kun enkelte arter fra dette samfund etablerer sig under hestegræsning (tabel 3). Sandskæghede er et pionersamfund knyttet til meget lysåbne og tørre voksesteder.



Figur 5. Udvikling i dækningsgrad af hedelyng med og uden græsning.

Kvæg vedligeholder partier af sandskægssamfund gennem en kombination af græsning og tråd, mens tråd er den eneste faktor der vedligeholder samfundet under hestegræsning. Derfor findes det kun i forbindelse med hestenes veksler (stier). Kvægets græsning på sandskæggheden sker hovedsageligt på de arter der vokser ind over pionersamfundet, f.eks. hedelyng og alm. hvene (*Agrostis tenuis*). Sandskæggheden er helt forsvundet på de ugræssede heder.

Som beskrevet under afsnittet "husdyr og græsning" opstår der gradvis en mosaik af hede- og mere overdrevslignende, græsdominerede samfund under græsning. Mark-frytle (*Luzula campestris*), håret høgeurt (*Hieracium pilosella*), læge-ærenpris (*Veronica officinalis*) og fåresvingel (*Festuca ovina*) øges på alle de græssede heder, mens et større spekter af arter vinder frem

Tabel 3. Betydende arter fra lynchede og sandskægghede der er stabilt til stede eller fremviser sikre ændringer i dækning i løbet af græsningsforsøgene. F=fremgang, S=stabil, T=tilbagegang

	Kvæg		Heste		Ugræsset	
	Trehøje	Buelund	Kirkestien	Trehøje	Buelund	
Hedearter						
Sand-hvene,	F	S	S			S
Lav skorzoner,	S					
Lyng-snerre	S			S		
Engelsk visse	S					
Hedelyng	T	T	T	S	T	
Sandskægghedearter						
Tidlig dværgbunke		F	F			
Flipkrave		F	F			
Sandskæg		F	T			
Blåmunke		F				
Femhannet hønsetarm		F				
Liden museurt		F				

Tabel 4. Betydende arter fra overdrevsamfund der er stabilt til stede eller viser sikre ændringer i dækning i løbet af græsningsforsøgene. F=fremgang, S=stabil, T=tilbagegang.

	Kvæg	Heste		Ugræsset	
	Trehøje	Buelund	Kirkestien	Trehøje	Buelund
Overdrevarter					
Mark-frytle	F	F	F		
Håret høgeurt	F	F	F		
Læge ærenpris	F	F	F		
Fåre-svingel	F	F			
Alm. pimpinelle	S	T	T		
Pille-star	S				
Eng-havre		F			
Liden kløver		F			
Alm. mælkeurt		F			
Bakke-nellike		F			
Knold-ranunkel		F			
Liden snerre		F			
Tjærenellike		F			
Spids øjentrøst		F			

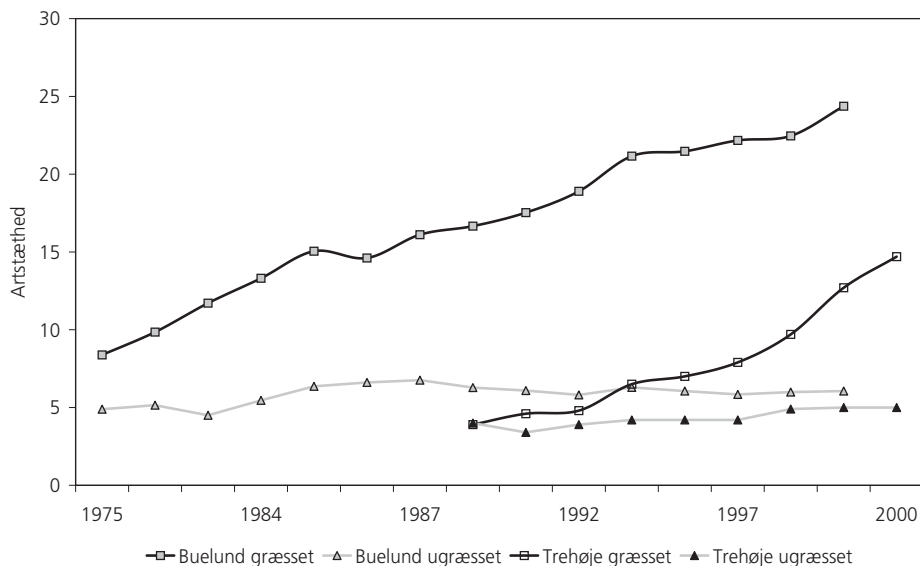
på den yngre, kvæggræssede hede på Buelund (tabel 4). De førstnævnte arter spredes hurtigt ved øget lystilgang (Hansen 1976), mens de andre arter tillige har behov for mere omfattende ændringer i vækstbetingelserne hvilket kun sker langsomt på de ældste heder (Gimingham 1972, Hobbs & Gimingham 1987). Den hestegræssede hede påvirkes af den tiltagende beskygning fra den massive opvækst af skovfyr (*Pinus sylvestris*). På den beskyggede bund ekspanderer typisk bølget bunke og krybende hestegræs. Det er værd at bemærke at der ikke forekommer overdrevsarter på de ugræssede heder.

På hedesamfund omfatter gruppen ”andre arter” hovedsageligt arter der kan vokse på relativ sur bund. Mange af arterne er lyskrævende eller kræver i hvert fald god lystilgang til jordbunden ved spiring. Derudover findes der en del relativt store stauder, smalbladet høgeurt (*Hieracium umbellatum*), gul snerre (*Galium verum*), alm. og dusk-syre (*Rumex acetosa* og *R. thyrsoflorus*) og alm. gyldenris (*Solidago virgaurea*) som har deres dækningsmaksimum i en periode efter driftsophør, men som her tydeligt viser sig at være driftsafhængige, det vil sige kræver slåning, græsning eller anden forstyrrelse i forbindelse med etableringen af ny individer (tabel 5).

Artstætheden udvikler sig stadig på Buelund efter 27 års græsning (figur 6). På Trehøje har udviklingen i artstæthed været langsom de første år efter græsning iværksættes i 1988 (figur 6) med en øgning fra 4 til 14 arter pr. m² i 2000. Selvom førnelaget blev omsat efter få års græsning, har det sure jordbundsmiljø (pH_{KCL} < 3,5) samt få tilgængelige frø betinget en langsom ændring. Nye arter spredes i høj grad med kvæget og etableres først og fremmest på kokasser.

Tabel 5. Betydende arter, fra gruppen "andre arter", der er stabilt til stede eller fremviser sikre ændringer i dækning i løbet af græsningsforsøgene. F=fremgang, S=stabil, T=tilbagegang.

Andre arter	Kvæg		Heste		Ugræsset	
	Trehøje	Buelund	Kirkestien	Trehøje	Buelund	
Alm. kongepen	F	F	F			
Alm. hønsetarm	F	S	S			
Eng-rapgræs	F	S	S		S	
Gul snorre	F	S	S		S	
Tveskægget ærenpris	F	S	S			
Alm. hvene	F	S	T		S	
Smalbladet høgeurt	F	S				
Sand-star	F		S	S		
Rødknæ	S	F	S		S	
Alm. syre	S	F	S		S	
Krybende hestegræs	S	S	F	F	S	
Bølget bunke	T	S	F	S	F	
Høst borst		F				
Drap-havre		F				
Dusk syre		F				
Lancet-vejbred		S	S			
Alm. røllike		S	T			
Rød svingel		S	T		S	
Gyldenris		S				
Mælkebøtte		S				
Alm. hundegræs		T				
Stortoppet hvene		T				
Alm. kvik		T			S	
Ager-snerle			S			



Figur 6. Udvikling i den gennemsnitlige artstæthed (antal plantearter/m²) på kvæg-græssede heder; Trehøje og Buelund

Overdrev

De overdrev der indgår i forsøgene, er overdrev der har været under ekstensiv græsning i mindst 25 år som Sletten, Klæbjerg og Buelund og overdrev

Tabel 6. Antal arter af karplanter og sporeplanter der er særegne, henholdsvis fælles for langtids-græssede og ugræssede overdrev.

Arter på overdrev, der er:	Fælles for græsset og ugræsset	Kun i græsset	Kun i ugræsset	Sum
Buelund, karplanter	37	67	0	104
Buelund, sporeplanter	18	15	0	33
Sletten, karplanter	51	56	7	114
Sletten, sporeplanter	9	24	0	33
Klæbjerg, karplanter	44	59	3	106
Klæbjerg, sporeplanter	3	14	0	17

med kortere græsningshistorie som Kirkestien, Skovbjerg og Toggerbo (se bilag).

På overdrevene sker der under græsning en lignende udvikling i artstæthed som på hederne. Der sker forskydninger i plantesammensætningen således at de driftsafhengige arter der er karakteristiske for overdrevssamfund stabiliseres eller øges i dække under græsning. På sigt udvikles plantesamfund med arter der er særegne for langtidsgræssede overdrev (tabel 6). Uden græsning bliver floraen mere artsfattig, og består i stigende grad af arter, der hverken er driftsafhengige eller karakteristiske for overdrev (tabel 6).

Arter der er karakteristiske for de tidlige stadier af græsland, mindskes i betydning eller forsvinder fra de græssede overdrev på sur bund over en tidshorizont på 20-40 år. Det gælder f.eks. bakke-svingel (*Festuca trachyphylla*), mark-bynke, (*Artemisia campestris*), gul og rank evighedsblomst (*Helichrysum arenarium*, *Gnaphalium sylvaticum*), hare-kløver, gul kløver, stribet kløver (*Trifolium arvense*, *T. campestre*, *T. striatum*) og flerårig knavel (*Scleranthus perennis*). Denne udvikling sker tydeligst på de sure overdrev, mens den er mindre udpræget på ældre overdrev på neutral bund som Klæbjerg (tabel 7).

På overdrev på sur bund vinder hedearter som hedelyng og sand-hvene (*Agrostis stricta*) frem (tabel 7), og der udvikles en mosaik af samfund på linje med det der er beskrevet ovenfor om heder. Dog med en fortsat tydelig dominans af overdrevsarter over den tidshorizont undersøgelserne beskriver.

Flere af de overdrev som undersøgelsen omfatter, var præget af et tæt dække af ældre fåre-svingel da græsningen blev startet. Under græsningen mindskes omfanget af de gamle tuer og nye tuer etableres. Dækningsgraden af fåre-svingel falder under denne foryngelsesproces, og der opstår lysåbne områder der kan koloniseres af andre arter. Eksempelvis falder fåresvingelens dække fra 40 % til 25 % på det græssede overdrev på Buelund og fra 25 % til 15 % på Sletten. Watt (1947, 1974, 1981) beskriver en omvendt cyklus hos fåresvingel bl.a. i sammenhæng med ophør af kainingræsning. Den gentagne udviklingscyklus er den samme som den der sker i bestanden af hede-

lyng på græssede heder (Gimingham 1972). Tabel 8 viser udviklingen i betydende overdrevsarter.

I ugræsset tilstand udvikler vegetationen sig på længere sigt mod bølget bunke eller draphavre dominerede samfund afhængigt af jordbundsforhold. De driftsafhængige arter forsvinder gradvist fra de ugræssede overdrev-

Tabel 7. Betydende arter, fra gruppen græsland og hede, der er stabilt til stede eller fremviser sikre ændringer i dækning i løbet af græsningsforsøgene på overdrevslokaliteter; Kl=Klæbjerg, Sl=Sletten, Bi=Tremosegård, Bu=Buelund, Kia+Kib=Kirkestien, Sk=Skovbjerg. F=fremgang, S=stabil, T=tilbagegang.

Græsland	Sommer, kvæg				Hest		Efterår, kv.		Ugræsset		
	Kl	Sl	Bi	Bu	Kia	Kib	Sk	Sl	Kl	Sl	Bu
Alm. kællingetand	F	S	F			S	S		T		
Mark-krageklo	F		T		T	F	F		S		T
Mark-ærenpris	S	F	T	S		F	S	F			
Græsbladet fladstjerne	S	S	S	S			S	S	S	S	F
Gul kløver	S	T		T	S	S	S				T
Vellugtende gulaks	S		F	S	S	S	F	S	S	S	T
Fladstrået rapgræs	S		F	F	F		S				
Høst borst	S		S	S	S	S				T	T
Striøt kløver	S		S	S							T
Smalbladet vikke	S		T	S	S	S	S		S		S
Mark-bynke	S			T	S	F	S				
Gul evighedsblomst	S			T							T
Rank forglemmigej	S										
Bakke-forglemmigej	S					S					
Blød hejre	S					F					
Hare-kløver	S			T			S				T
Hvid kløver	S			T		T	S				
Markarve	S					S					
Kornet stenbræk	S			F							
Tofrøet vikke	S			S			T				S
Blåhat	T		S	F	S	F	S		S		T
Rundbælg	T				T	S					
Bakke-svingel	T			S		S	S				T
Alm. Brunelle		F									
Hare-star		F									
Flerårig knavel		S		T		T				S	
Liden fugleklo					S	F					
Alm. Dværgløvefod					S	T					
Eng-brandbæger						F	S				
Bitter bakkestjerne						T					
Rank evighedsblomst						T					
Gul fladbælg							F				
Hede											
Hedelyng		S	F	F	F	F		S		F	S
Lyng-snerre		S	S					F		S	
Mangeblomstret frytle		S									
Engelsk visse			F								
Sand-hvene			S	S	F	F	S	F		F	T
Farve-visse			S								
Hirse-star								S		T	

Tabel 8. Betydende arter, fra gruppen overdrev, der er stabilt til stede eller fremviser sikre ændringer i dækning i løbet af græsningsforsøgene på overdrevslokaliteter; Kl=Klæbjerg, Sl=Sletten, Bi=Tremosegård, Kia+Kib=Kirkestien, Sk=Skovbjerg. F=fremgang, S=uændret, T=tilbagegang.

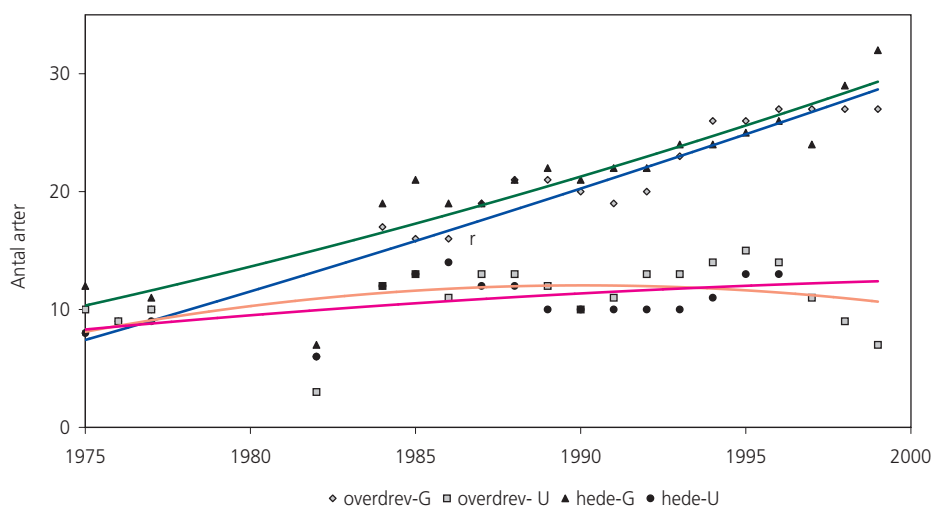
Overdrev	Sommer, kvæg				Hest		Vint	kvæg	Ugr		
	Kl	Sl	Bi	Bu	Kia	Kib	Sk	Sl	Kl	Sl	Bu
Alm.pimpinelle	F		S	F	S		F		S		F
Kamgræs	F										
Sand-løg	F								S		
Sølv-potentil	F										
Glat rottehale	F									T	
Knold rottehale	F			S			S		S		S
Knold-ranunkel	S	F	F				S		S		
Tandbælg	S	F	F					F		T	
Håret høgeurt	S	F	S	T	F	S	F	F		T	T
Liden kløver	S	F		F	T	F	S				
Mark-frytle	S	S	F	S	F	F	S	S	S	T	T
Eng-havre	S		F	F			T		S		F
Balke-nelike	S		S	F					F		S
Engelskgræs	S								S		
Hullkravet kodriver	S										
Bidende stenurt	S										
Vår-vilke	S			S		F					
Spids øjentrøst	S			S	S	F	S				
Fåre-svingel	T	T	F	T	S	F	S	S	S	T	T
Pille-star		F	F					F		T	
Læge-ærenpris		F	F	F	S	F	S				
Tormentil		F	S					F		S	
Lancetbladet høgeurt	F										
Katteskæg		F									
Hjertegræs		S									
Alm. Mælkeurt		S			F	F	S				
Blågrøn star		S									
Hunde viol		T			S					T	
Bugtet kløver			F								
Opret kobjælde			S								
Dunet havre				F							
Liden snorre				F	S						
Tjærenelike				T			F				S
Nikkende limurt									T		

samfund i en rækkefølge, der stemmer godt overens med svenske angivelser (Ekstam & Forshed 1992).

Sporeplanter

Sporeplanterne (bregner, mos og lav) bidrager i høj grad til den øgning der sker i artstæthed i overdrev- og hedesamfund under græsning. figur 7 viser som eksempel udviklingen i artstæthed af sporeplanter på hhv. græsset og ugræsset hede- og overdrevssamfund på Buelund. En del af arterne er fælles for hede- og overdrevssamfundet, men der er en tydelig overvægt af laver i hedesamfundet og mosser i overdrevssamfundet.

Figur 7. Udviklingen i artsantal af sporeplanter (mos, bregner og lav) på Buelund på græsset og ugræsset hede- og overdrevsamfund.



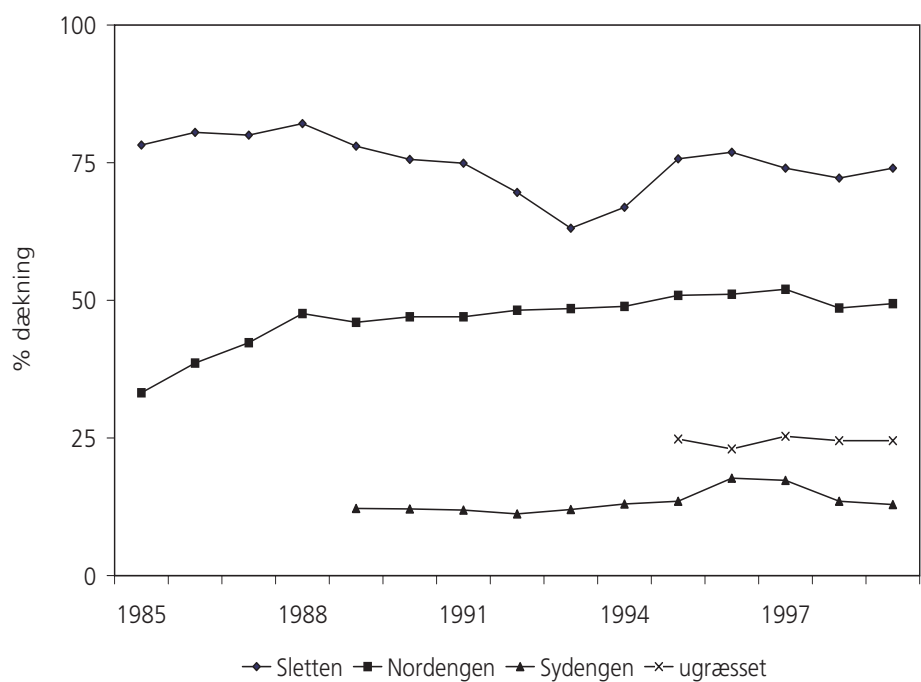
Efterårs-/vintergræsning med kvæg på overdrev

Udviklingen i plantesammensætning på overdrev påvirkes af græsnings-sæsonen. Under efterår- og vintergræsning får en del arter af stor statur en mere fremtrædende rolle. Således vil samfundene ofte domineres af almindelig hvene og stortoppet hvene (*Agrostis gigantea*), draphavre, almindelig hundegræs (*Dactylis glomerata*), gul snerre, og mere lokalt af krybende hestegræs. Nogle drifts- eller forstyrrelsesafhængige planter øges markant i dække ved sen græsning, blandt andre smalbladet høgeurt, gul fladbælg (*Lathyrus pratensis*), muse-vikke (*Vicia cracca*), alm. gyldenris, prikbladet perikon (*Hypericon perforatum*), rød kløver (*Trifolium pratense*), tjærenel-like (*Lychnis viscaria*) og kantet kohvede (*Melampyrum cristatum*). Sen græsning synes således at vedligeholde plantesamfund med stort islet af arter der som tidligere nævnt ellers har deres maksimum i en periode efter græsningsophør. Der er mindre effekt af græsningen på træ- og busk-opvækst i vinterhalvåret end i sommerhalvåret.

Eng

De undersøgte enge har nogenlunde ensartede jordbunds- og vandstandsforhold, men har store forskelle i vegetationen som følge af deres forskellige driftshistorier (se bilaget og Buttenschøn & Buttenschøn 2000).

På Sletten er artstætheden øget fra 17 til 35 over et 30-årigt græsningsforløb efter en forudgående periode med vigende græsningstryk og græsningsophør. Mindre udsving i artstæthed kan forklares med svingninger i vandstanden og mængden af nedbør. Fremgangen sker hovedsageligt blandt arter der er lyskrævende og har relativt lille statur, men der er tillige en tendens mod at arterne er mere fugtigheds- og surhedstålende (Buttenschøn & Buttenschøn 2000). Sletten er domineret af arter der er karakteristisk for græsset engsamfund (figur 8). Nordengen har en lignende udvikling i artstæthed som Sletten med en artstæthed på 31 efter 25 års græsning. Kulturgræselementet aftager tydeligt, og der sker fremgang og indvandring af et bredt spektrum af arter hvoraf mange hører hjemme i slånings- og/eller



Figur 8. Udvikling i % dække af engplanter på Sletten, Nord- og Sydengen samt på ugræsset kontrol, der blev frahegnet Nordengen i 1968 og har henligget uden drift siden.

græsningspåvirkede, ekstensivt drevne engsamfund. Arterne der vinder frem på Sletten og Nordengen, fordeler sig i to grupperinger. Den ene danner en måtte af plantestrukturer i den græsningsstilpassede grønsvær, mens den anden udfylder åbninger i grønsværen. Måtten dannes hovedsageligt af halvgræsser og græsser, men også af visse urter, f.eks. gåse-potentil (*Potentilla anserina*) og vand-mynte (*Mentha aquatica*). Disse arter laver tilsammen en over- og underjordisk måtte af tætbevævede, slidstærke plantestrukturer.

På Sydengen er der endnu ingen tydelig fremgang af engarter 16 år efter gødskning blev opgivet og driften ekstensiveret, men der ses en udvikling mod et mere sammensat kulturgræs domineret samfund (Buttenschön & Buttenschön 2000). Det tager således mange år at få udviklet engplantensamfund efter at driften er ekstensiveret. I de ugræssede områder er artstætheden lav, omkring 9, men med en højere % dække af engarter end Sydengen (figur 8). Her ses fremgang for arter der tåler skygge, samt arter med stor statur, mens der er tilbagegang for mere lyskrævende arter.

Table 9. Antal arter der er særegne, henholdsvis fælles for græsset og ugræsset eng.

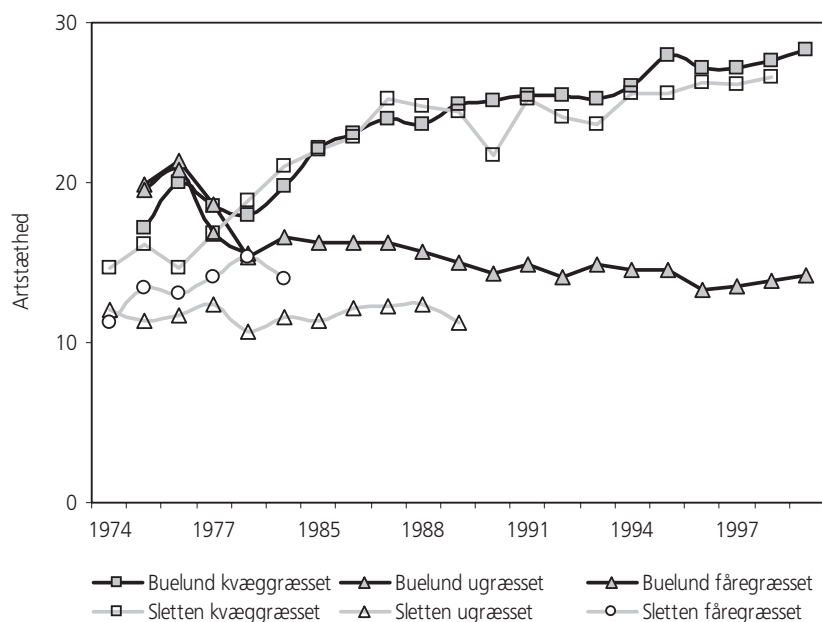
Enge, artsgrupper:	Fælles for græsset og ugræsset	Kun i græsset	Kun i ugræsset	Sum
Sletten, karplanter	48	63	14	125
Sletten, sporeplanter	2	10	0	12
Nordengen, karplanter	36	87	22	145
Nordengen, sporeplanter	2	11	4	17

Mange engarter er særegne for de græssede enge, men der er derudover en del engarter der er knyttet til ugræsset eller meget svagt græssede enge jf. tabel 9.

Græsningstryk og -dyr

Effekten af græsning varierer med græsningstryk og dyreart. Der er en tydelig variation fra år til år med hensyn til fordelingen af en- og flerårige planter som følge af den aktuelle stresspåvirkning (græsning, tørke mv.), men der er ikke en sikker ændring i vegetationsudvikling, set over den samlede undersøgelsesperiode, som følge af de forskellige græsningstryk der indgår i forsøgene. Det skyldes formentlig at alle de anvendte græsningstryk er lave til moderate, og at variation i årsnedbør og deraf følgende variation i primærproduktion overstiger effekten af forskelle i græsningstryk forsøgsområderne imellem. Et forsøg over 10 år på at graduere græsningstrykket på en del af fennen ved periodisk afgræsning i 14 dage vekslende med 14 dages pause har således ikke vist sikre ændringer i vegetationens sammensætning og struktur i forhold til den del der græsses konstant. Kvæget græsser mere intensivt i de perioder det har adgang til det periodisk græssede område, således at forskellen til det konstant græssede område udlignes.

Der er stor forskel på effekten af kvæg- og fåregræsning, mens hestegræsning i nogen grad ligner kvæggræsning. Ved græsning på næringsfattige overdrev resulterer fåregræsning i mere græsdominerede og artsfattige plantesamfund end kvæggræsning (figur 9).



Figur 9. Udvikling i artstæthed under henholdsvis kvæg- og fåregræsning sammenlignet med ugræsset.

Skov og skovtilgroning

I undersøgelsen indgår egeskov (Skovbjerg) der har udviklet sig efter at hugst, stævning og græsning er opgivet, samt yngre tilgroningsskove (Sletten og Kirkestien). Skovene græsses i sammenhæng med omgivende åbne arealer.

Den umiddelbare effekt af skovgræsning er en øget lystilgang til bundvegetationen med udvikling af et tættere plantedække. Udbredelsen af skovbundsplanter øges, men samtidig sker der en gradvis indvandring af planter fra de omgivende overdrevsamfund. På Skovbjerg er antallet af karplanter i de analyserede felter således øget fra 39 til 55 efter 12 års græsning. En modsat udvikling er beskrevet af Tybirk & Strandberg (1997) i Hald Ege hvor det totale antal karplanter er reduceret fra 61 i 1916 til 45 i 1995 som følge af ophørt græsning.

Trædække

Udviklingen i dække af træer og buske på Skovbjerg synes i første omgang at bremses noget af græsning i forhold til områderne uden græsning (tabel 10). Aspektrattet er særlig påvirket af græsningen, egekrattet i mindre omfang. Underskoven i de græssede krat fragmenteres. Der opstår en mere varieret rumlig struktur i forhold til den ugræssede skov hvor underskoven ofte består af mere sammenhængende partier af mindre træer og buske. Løvet fra højskovens træer græsses i en højde op til 1,5 – 2 meter. Alt i alt bliver lysforholdene i de græssede krat mere varierede hvilket tydeligt afspejles gennem den højere artstæthed.

Dyrene foretrækker at græsse på de lysåbne arealer. Græsning på vedplanter sker først og fremmest på fritstående træer og buske og langs skovbryn. Kvæg foretrækker bævreasp (*Populus tremula*), eg (*Quercus robur*), øret og grå pil (*Salix aurita* og *S. cinerea*), mens arter som dunbirk (*Betula pubescens*), æble (*Malus sylvestris*) og slåen (*Prunus spinosa*) ikke bliver specielt udvalgt, men græsset i forbindelse med græsning af grønsværen i de områder hvor de tilfældigt vokser (Buttenschön & Buttenschön 1978, 1985, 1998 og 2000). Arter som vortebirk (*Betula pendula*), alm. gyvel (*Sarothamnus scoparius*) og roser bliver vraget i et vist omfang afhængigt af de individuelle græsningsdyr. I de flokke hvor moderdyret åd disse træ- og buskarter,

Tabel 10. Udviklingen i dække af træer og buske på Skovbjerg. F=fremgang, S=stabil, T=tilbagegang.

	Egekrat Græsset	Egekrat Ugræsset	Aspekrat Græsset	Aspekrat Ugræsset
Bævreasp	S	F	T	S
Bøg				S
Eg, stilk-; bund	F	F	S	F
Eg, stilk-; højskov	F	F	S	F
Enebær	T			
Skovfyr				F
Alm. Gedeblad	S	F	S	F
Gyvel	S			
Mirabel			S	S
Hunde-rose	S			

lærte kalvene det også. Både heste og kvæg vragede enebær (*Juniperus communis*) og tornblad (*Ulex sp.*) ligesom skovfyr vrages af heste og i nogen grad også af kvæg.

Skovudvikling

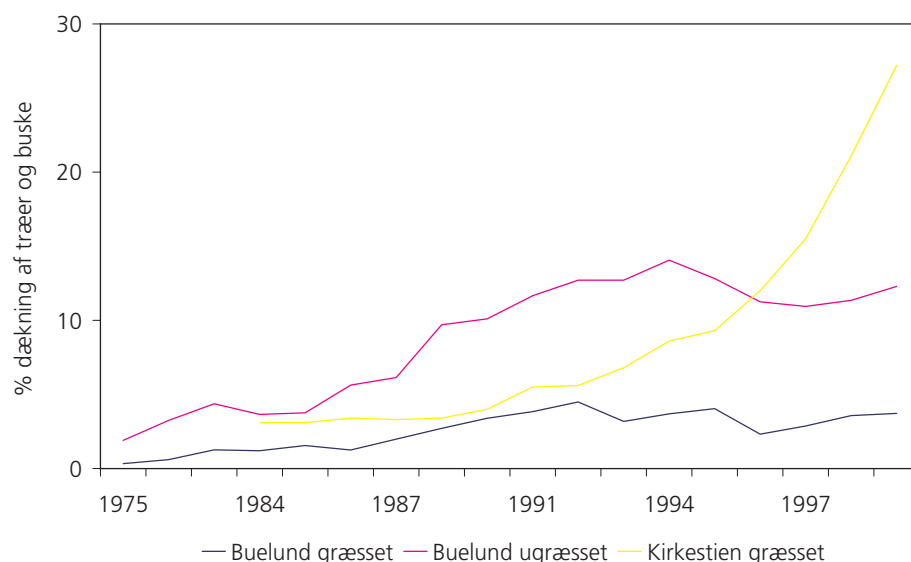
Der sker en langsom, men konstant tilgroning med træer og buske på alle de græssede arealer der indgår i forsøgene. Tilgroningshastigheden varierer med afstanden til og mængden af frøkilder, græsningstrykket, arten af græsningsdyr samt jordbundsforhold. På næringsfattige jorder sker tilgroningen forholdsvis hurtigere end på mere næringsrig bund. Der er flere undersøgelser der bekræfter at græssende husdyr på sigt ikke kan forhindre tilgroning på mager bund (Putman 1996, Buttenschøn 1997, Buttenschøn 2001b, Bokdam & Gleichman 2000, Vera 2000) mens der mangler undersøgelser der belyser effekten af skovgræsning på næringsrig bund.

Kvæget græsser især vedplanter som led i deres almindelige græsning af grønsværen. Derfor er vedplanterne udsat for græsning i samme forhold som den omgivende græsvegetation. På den næringsrige bund er chancen for at et givent areal bliver græsset op til 5 gange større end på næringsfattig bund. Samtidig er vegetationsdækket ofte tyndere og lystilgangen dermed bedre end på den mere næringsrige bund. Alt i alt fremmer græsning træernes spiremuligheder mere på næringsfattig end på næringsrig bund.

Tilgroningen starter typisk med arter som roser, æble, slåen, enebær og tjørn (*Crataegus spp.*) kaldet ”græsningspionerer” (Buttenschøn & Buttenschøn

Tabel 11. Vækststrategi, spredningsmåde og krav til lys, pH og jordbundens næringsstilstand samt graden af browsing hos de almindeligst forekomne træ- og buskarter på Sletten og Skovbjerg. G=græsningspioner, K=klimakstræ, P=generel pionertræ. Graden af græsningsdyrenes browsing er opgjort efter en skala; 0=ingen browsing, 1=let browsing af knopper og tynde kviste, 2=middel browsing af knopper og kviste; 3=stort set alle knopper og kviste er ædt og 4=alle knopper og kviste er ædt, og selv større grene og/eller stammen er påvirket.

Art	Strategi	Spredning	Lys	pH	Næring	Browsing
Hvidtjørn	G	Fugle, tramp	Lys	Neutral	Middel	1
Ene	G	Nedfald, tramp	Lys			0
Slåen	G	Fugle o.a.	Lys	Neutral		2
Æble	G	Ko, hest	Lys	Neutral	Middel	2
Hunde-rose	G	Ko o.a.	Lys			1
Blågrøn rose	G	Ko o.a.	Lys	Neutral	Fattig	1
Æble-rose	G	Ko o.a.	Lys	Neutral	Fattig	1
Stilk-eg	K	Nedfald, dyr	Halvskygge			2
Vinter-eg	K	Nedfald, dyr	Halvskygge			2
Rød-el	K	Vind	Halvskygge	Svag sur		2
Ask	K	Vind	Skygge	Neutral	Fattig	3
Bøg	K	Nedfald, dyr	Skygge			1
Vorte-birk	P	Vind	Lys			2
Dun-birk	P	Vind	Lys	Sur	Fattig	3
Bævreasp	P	Vind	Lys			3
Øret pil	P	Vind	Lys	Sur	Fattig	3
Grå-pil	P	Vind	Lys	Svag sur	Fattig	3
Tørst	P	Fugle	Halvskygge	Sur		2
Alm. Røn	P	Fugle	Halvskygge	Sur		3
Fugle-kirsebær	P	Fugle o.a.	Skygge	Neutral	Middel	2
Skovfyr	P/K	Vind	Lys			0



Figur 10. Udviklingen i trædække på heder under hhv. kvæg- og hestegræsning.

1985) der er beskyttet mod de græssende dyr med torne eller stikkende blade, og som i høj grad er afhængige af dyr i forbindelse med deres frøspredning og/eller spiring. De spredes i variabel grad af fugle, men derudover er æble og rose særligt tilpasset græsning af kvæg og heste der ikke findeler føden fuldstændigt (tabel 11). Frøenes spireevne fremmes efter en tur igennem dyrenes fordøjelsessystem (Kramer & Kozłowski 1979, Buttenschøn & Buttenschøn 1998). Fremspiring af enebær fremmes af græsningsdyrenes færdsel.

Eg og andre skovtræer vokser ofte op hvor de er beskyttet af græsningspionerer. På sigt vil de overskygge græsningspionererne og udkonkurrere dem (Ellenberg 1988, Coops 1988). Agern spredes bl.a. af mus og skovskader der gemmer dem under de stikkende buske. Vera (2000) har konstateret at der er en nøje sammenhæng mellem stagnation af egergeneration og ophør af græsning med får, heste og kvæg. Etablering af naturlige egebevoksninger hører således i høj grad sammen med græsning.

I forsøgene her er der en tendens til at kvæg græssede hårdere end hestene på en række af græsningspionerer som tjørn, æble, slåen og roser. Bakker (1989) angiver derimod rækkefølgen: ged > får > hest > kvæg.

Figur 10 viser udviklingen i trædække på heder under hhv. kvæg- og hestegræsning. Tilgroningen på ugræsset hede sker fasevis i forbindelse med at plantedækket, her bølget bunke, bliver tyndere f.eks. som følge af længerevarende snedække eller overskygning. Den hurtige skovdannelse under hestegræsning skyldes tilgroning med skovfyr der fuldstændigt vrages af hestene.

Der viste sig en årstidsvariation i kvægets browsing der generelt var kraftigere om foråret – tidlig sommer og igen sent efterår, men med ændringer af

mønsteret ved lille mængde tilgængeligt foder, f.eks. som følge af tørke. Pilearter blev ædt året rundt uden tydelig årstidsvariation.

Frøspredning med husdyrene

De græssende husdyr har stor betydning for spredning af frø af en mængde planter (Buttenschøn & Buttenschøn 1998, Dore & Raymond 1942, Heintze 1915). I forbindelse med disse undersøgelser er der registreret fremspiring af 130 arter på kokasser, en del færre på hestepærer. De fleste af disse arter benytter fortrinsvis andre metoder til frøspredning, men en del arter øges i hyppighed og mængde som følge af fremspiring på kokasser og hestepærer. Det gælder i udpræget grad for skovæble (Buttenschøn & Buttenschøn 1998), mindre udpræget for arter af rapgræs, ærenpris, snerre og rose. For adskillige andre arter er spredningsmåden især af betydning i forbindelse med spredning af arterne over længere afstande, f.eks. fra lokalitet til lokalitet (Buttenschøn & Buttenschøn 2000).

Konklusion

Ved alle de anvendte græsningsbehandlinger udvikles der i løbet af forsøgsperioden mere artsrige plantesamfund end på de tilsvarende ugræssede arealer. Udviklingshastigheden varierer med alder på græsgang (ophør af tidligere dyrkning, gødskning samt varigheden af græsningen), græsningsdyr samt græsningstryk og -periode.

Et generelt og vigtigt træk ved langtidseffekten af græsning er udviklingen af plantesamfund med relativ høj artstæthed, og med en voksende andel af plantearter der er knyttet til græsningsafhængige plantesamfund med en lang græsningshistorie. Ved ophør af græsning falder artstætheden, og en stor del af de karakteristiske arter forsvinder til fordel for generalister.

Det tager meget lang tid (årtier) under kontinuerlig ekstensiv græsning at udvikle samfund med høj artstæthed og dominans af de særligt græsningsbegunstigede arter. Det er derfor vigtigt at fastholde græsningen på overdrev med lang græsningshistorie og stort islæt af græsningsbegunstigede arter.

Den stigende artstæthed skyldes dels at nye arter kommer til, og dels en større udbredelse og antal af individer af de tilstedeværende arter. Hertil kommer at plantetætheden øges med flere rodfæstede planter pr. arealenhed. De enkelte planter bliver mindre som led i en tilpasning til græsningen, og vegetationen bliver mere lagdelt og uensartet i højde hvilket er med til at give plads til flere planter. Modsat ledsages den faldende artstæthed der ses i forbindelse med ophør af drift, af gradvis tilbagegang eller uddøen af arter samt af en forøgelse af individstørrelsen hos mange af de arter der indvandrer eller har fremgang i den uforstyrrede tilstand.

Efter iværksættelse af græsning etableres der serier af plantesamfund herunder "tidlige græsmarksarter" der forsvinder til fordel for "overdrevsarter" ved fortsat græsning. For at beholde de forskellige udviklingstrin og den variation de bidrager med, er det nødvendigt at tage nye arealer ind under

græsning eller vedligeholde arealer med kort græsningshistorie gennem periodisk omlægning.

Sen græsning (efterår/vinter) fremmer en særlig gruppe af driftsafhængige, men stressfølsomme plantearter der for en dels vedkommende normalt er associeret med høslætsdrift.

Kvæggræsning resulterer i en mere artsrig og strukturelt varieret vegetation end heste- og fåregræsning.

Under græsning på næringsfattige jorder sker der en tilgroning med græsningspionerer der efterfølges af skovtræer. Tilgroningen sker gruppevis og er med til at skabe en rumlig varieret struktur i modsætning til tilgroning uden græsning hvor træerne typisk spredes fra skovbrynet i en zone foran dette.

Under skovgræsning etableres der mere lysåbne forhold der fremmer udvikling i bundvegetation og skovens selvforyngelse.

Kilder

Al-Mufti, M.M., Sydes, K.G., Furness, S.B., Grime, J.P. & Band, S.R. (1977):

A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 65: 759-791.

Bakker, J.P. (1989):

Nature management by grazing and cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands. Thesis. *Geobotany* 14, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Bokdam, J. & Gleichman, J.M. (2000):

Effects of grazing by free-ranging cattle on vegetation dynamics in a continental north-west European heathland. *Journal of Applied Ecology*, 37.3: 415-431

Bülow-Olsen, A. (1980):

Net primary production and net secondary production from grazing an area dominated by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. by nursing cows. *Agro-Ecosystem*, 6.1: 51-66.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1978):

The effect of browsing by cattle and sheep on trees and bushes. *Natura Jutlandica* 20: 79-94.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982a):

Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; I: Vegetation development. *Natura Jutlandica* 21: 1-18.

- Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1982b):*
Grazing experiments with Cattle and Sheep on Nutrient Poor, Acidic Grasslands and Heath. II: Grazing Impact. *Natura Jutlandica* 21: 19-27.
- Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M., (1982c):*
Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor, acidic grassland and heath; III: Animal nutrition. *Natura Jutlandica* 21, 28-48.
- Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R.M. (1985):*
Grazing experiments with cattle and sheep on nutrient poor acidic grassland and heath: IV Establishment of woody species. *Natura Jutlandica* 21: 117-140.
- Buttenschøn, R.M. (1997):*
Beweidung auf Hjortholm mit verschiedenen Tierarten. In 3. Lenzener Gespräche. pp. 39-47 Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere. D-18196 Dummerstorf
- Buttenschøn, R.M. (2001a):*
Grazing animals - an important prerequisite to preserve landscape and biodiversity? 266-271 in: Programme abstracts : Food Chain 2001, 14-16 March 2001, Uppsala. SLU
- Buttenschøn, R.M. (2001b):*
Present day woodland grazing with farmed animals in Denmark (in press).
- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (1998):*
Population dynamics of *Malus sylvestris* stands in grazed and ungrazed seminatural grasslands and fragmented woodlands in Mols Bjerger, Denmark. *Bot. Fenn. Annales*, 35.4: 233-246.
- Buttenschøn, R.M. & Buttenschøn, J. (2000):*
Retablering af ferskeng plantesamfund ved ekstensiv græsning belyst ved eksempler fra Mols Bjerger. *Flora og Fauna* 106: 63-77.
- Coops, H. (1988):*
Occurrence of blackthorn (*Prunus spinosa* L.) in the area of Mols Bjerger and the effect of cattle- and sheep-grazing on its growth. *Natura Jutlandica* 9: 169-176
- Cresswell, E.G. & Grime, J.P. (1981):*
Induction of a light requirement during seed development and its ecological consequences. *Nature* 291: 583-585.
- Dore, W. G. & Raymond, L. C. (1942):*
Pasture studies XXIV. Viable seeds in pasture soil and manure. *Scientific Agriculture* 23: 69-79.

- Edwards, P. J. (1982):*
The distribution of excreta on New Forest grassland used by cattle, ponies and deer. *Journal of Applied Ecology* 19: 953-964.
- Ekstam, U. & Forshed, N. (1992):*
Om hävden upphör. Naturvårdsverkets Förlag, Stockholm.
- Ekstam, U. & Forshed, N. (1996):*
Äldre fodermarker. Naturvårdsverkets Förlag, Stockholm.
- Ellenberg, H. (1988):*
Vegetation Ecology of Central Europe, 4th edn. Cambridge University press. Cambridge.
- Gimingham, C.H. (1972):*
Ecology of heathlands. Chapman and Hall, London.
- Górski, T. (1975):*
Germination of seeds in the shadow of plants. *Physiologia Plantarum* 34: 342-346.
- Grime, J.P. (1966):*
Shade avoidance and shade tolerance in flowering plants. I: R. Bainbridge, C.E. Evans & O. Rackham (eds.): *Light as an Ecological Factor: II*; 6th Symposium of The British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Grime, J.P. (1979):*
Plant strategies and vegetation processes. John Wiley & Sons, Chichester.
- Grime, J.P. & Jarvis, B.C. (1975):*
Shade avoidance and shade tolerance in flowering plants II: effects of light on germination of species of contrasted ecology. I: R. Bainbridge, C.E. Evans & O. Rackham (eds.): *Light as an Ecological Factor: II*; 16th Symposium of The British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Grime, J.P. & Jeffrey D.W. (1965):*
Seedling establishment in vertical gradients of sunlight. *Journal of Ecology* 53: 393-422.
- Hansen, K. (1976):*
Ecological Studies in Danish Heath Vegetation. *Dansk Botanisk Arkiv* 31.2
- Harper, J.L. (1977):*
Population biology of plants. Academic Press. London
- Heintze, A. (1915):*
Om endozoisk fröspridning genom skandinaviska däggdjur. *Botaniska Notiser* 1915: 251-298.

- Hester, A.J. & Baillie, G.J. (1998):*
Spatial and temporal patterns of heather use by sheep and red deer within natural heather/grass mosaics. *Journal of Applied Ecology*, 35: 772-784
- King, T.J. (1975):*
Inhibition of seed germination under leaf canopies in *Arenaria serpyllifolia*, *Veronica arvensis* and *Cerastium holostoides*. *New Phytologist* 75: 87-90.
- Kramer, P.J. & Kozlowski, T.T. (1979):*
Physiology of woody plants. Academic Press, New York, San Francisco, London
- Mitchley, J. (1993):*
Sward structure with regard to conservation. 43-53 In: Haggard, R.J. & Peel, S. (eds): *Grassland Management and Nature Conservation*. BGS Occasional Symposium No. 28, British Grassland Society
- Norman, M. J. T. & Green, J. O. (1958):*
The local influence of cattle dung and urine upon the yield and botanical composition of permanent pasture. *Journal of the British Grassland Society* 13: 39-45.
- Putman, R.J. (1996):*
Ungulates in temperate forest ecosystems: perspectives and recommendations for future research. *Forest Ecology and Management* 88: 205-214
- Putman, R.J., Fowler A.D & Tout, S. (1991):*
Patterns of use of ancient grassland by cattle and horses and effects on vegetational composition and structure. *Biological Conservation*, 56: 329-347
- Silvertown, J. (1980):*
Leaf-canopy-induced seed dormancy in a grassland flora. *New Phytologist* 85: 109-118.
- Tubbs, C. (1986):*
The New Forest.
- Tybirk, K. & Strandberg, B. (1997):*
Egekrat og egeskov – hvordan bevarer man et dynamisk økosystem? *Skoven* 39(2): 80-83
- Vera, F.W.M. (2000):*
Grazing ecology and forest history. CABI Publishing
- Watt, A.S. (1947):*
Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology* 35: 1-22.

Watt, A.S. (1974):

Senescence and rejuvenation in ungrazed chalk grassland (grassland B) in Breckland: the significance of litter and moles. *Journal of Applied Ecology* 11: 1157-1171.

Watt, A.S. (1981):

Further observations on the effects of excluding rabbits from grassland A in East Anglian Breckland: the pattern of change and factors affecting it (1936-73). *Journal of Ecology* 69: 509-536.

Weeda, W. C. (1967):

The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition and pasture utilisation. *New Zealand Journal of Agricultural research* 10: 150-159.



Foto: Flemming Ejlersen

5. Forekomst af fugle på overdrev og græsdominerede heder – betydning af kvæggræsning

Henrik Sell
Naturhistorisk Museum

Indledning

Tørre overdrev og græsdominerede heder hører til de fattigste fuglebiotoper i Danmark (Joensen 1960). Kun meget få fuglearter er karakterfugle for ovennævnte biotoptyper. På det helt åbne, tørre overdrev og hedeareal uden busk- og trævegetation er sanglærken således helt dominerende blandt de ynglende spurvefugle.

Alle undersøgte arealer i nærværende undersøgelse var imidlertid bevokset med buske og træer og til dels omgivet af skove hvilket har stor betydning for fuglesammensætningen på de pågældende lokaliteter. Dels giver det plads til de fuglearter der er tilknyttet steppelandskabet, dels har mange skovfugle tilpasset sig elementerne i det åbne land (hegn, krat etc.). I det engelske landbrugsland der har undergået lignende forandringer som det danske, men som har et marksystem med 200-300 år gamle levende hegn, har O'Connor og Shrubbs (1986) fundet en fuglefauna med mere end 80 % skovarter. Desuden er fugle som bekendt mobile og bruger hele græsarealet og dets omgivelser som homerange. På arealer der kun er få hektarer store, er fuglene desuden mindre afhængige af lokale forhold og bruger de omgivende arealer i forbindelse med fødesøgning (Pärt & Söderström 1998). Denne undersøgelse søger at afklare fuglenes forekomst i græssede og ugræssede overdrev og hedeområder.

Materialer og metode

Fugleregistreringen blev foretaget på 7 arealer uden for omdrift: 5 græssede (Trehøje Øst, Buelund, Stenhøje, Øvre Strandkær/Strandkær og Bisgydehøj/Tremosegård) og 2 ugræssede områder (Trehøje Vest og Den italienske Sti) med arealstørrelser fra 10 ha til 36 ha

Uden for ynglesæsonen blev tællinger af alle fugle foretaget ca. hver 14. dag. Ved alle tællinger blev der anvendt kikkert, og observatøren gennemgik hele arealet og optalte alle opdagede fugle. Denne metode blev brugt da den blev vurderet til at give en større nøjagtighed end transektmetoden eller observationer fra områdernes kanter p.g.a. den klumpede fordeling af fuglene og den store variation i højden af vegetationen på arealerne (Wilson et al. 1996). Desuden gav metoden mulighed for optælling af de mindste spurvefugle som ellers kan være vanskelige at identificere på afstand. Den eneste ulempe var en forøget risiko for dobbelt-registreringer når fuglene fløj fra en ende

af marken til en anden. Denne fejlkilde kunne ikke helt elimineres, men blev minimeret ved at tage hensyn til ankomsten af fugle til arealerne. Kun fugle der opholdt sig på arealet, blev registreret, mens overflyvende fugle ikke blev talt med. Denne metode bygger på et skøn af en erfaren observatør til at vurdere hvornår tællingen er komplet.

I ynglesæsonen blev territoriehævdende (syngende) hanner registreret ved territoriekortlægning (Svensson 1995; Bibby et al. 1992). Områderne blev besøgt 7-9 gange hvert år i ynglesæsonen. Alle fugle der udviste territorial adfærd, blev noteret på feltkort. Tre eller flere optegnelser af en enkelt art tæt på hinanden blev antaget at være et ynglepar, selv om det ikke kunne udelukkes at der i nogle tilfælde var tale om en uparret han i sit territorium.

Fuglemonitoringerne blev udført fra august 1997 til 1. januar 2000. Første års undersøgelser viste at mængden og fordelingen af buskvegetationen på områderne har væsentlig indflydelse på fuglenes, især ynglefuglenes, tilstedeværelse og fordeling. Derfor blev alle træer og buske i undersøgelsesområderne GPS-positioneret, og deres højde, diameter og kronhøjde blev målt. Der blev lagt et 50 x 50 m gitternet ind på vegetationskortet, og det samlede kronerumfang af træer og buske blev udregnet for hvert kvadrat.

På ugræssede arealer ville der naturligt ske en tilgroning med træer og buske. På de undersøgte arealer blev en del af disse fjernet mekanisk som et led i de overordnede plejeplaner for områderne da man ønsker at bevare et åbent landskab.

Resultater

Antallet af ynglefuglearter

Der blev i alt registreret 17 forskellige ynglefuglearter på de undersøgte arealer (tabel 1). Antallet af ynglefuglearter varierede mellem 4 og 11 arter på de undersøgte arealer. Sanglærke (*Alauda avensis*) og bogfinke (*Fringilla colebes*) forekom på alle de undersøgte arealer. Tornsanger (*Sylvia communis*), gulvspurv (*Emberiza citrinella*), rødrygget tornskade (*Lanius collurio*) og grønirisk (*Carduelis chloris*) forekom ligeledes på alle arealer på nær Strandkær.

Antallet af arter uden for ynglesæsonen

Uden for ynglesæsonen blev der i alt registreret 30 forskellige arter på de undersøgte områder (tabel 2). Det højeste antal fuglearter blev registreret på Trehøje Øst med 26 arter og det mindste på Buelund med 12 arter. Der var 8 arter som blev registreret på alle 5 undersøgelsesområder bl.a. Sanglærke, Gulspurv, Grønirisk og Tornirisk (tabel 2).

Tabel 1. Antallet af estimerede territorier pr. km² for hver fugleart i undersøgelsesområderne.

	Trehøje øst græsset		Trehøje vest ugræsset		Buelund græsset		Italienske Sti ugræsset		Bisgyde græsset		Ø.Strandkær græsset		Stenhøje græsset	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Sanglærke	47	54	34	40	33		23	11	17	22	37	50	91	132
Gulspurv	15	20	8	11	66	66	45	34	22	26			18	14
Tornirisk	10	5	2	2	33	33	11	11	4			6		5
Tornsanger	7	12	15	8	33	100	23	34	43	43			5	9
Rødrygget Tornskade	7	7	2		33	66	11	11	22	30			5	
Bogfinke	12	15	2		33	33	11	11	17	9	6		5	
Grønirisk	12	5	4	6	33	33	11		13	13			0	9
Skovpiber	5	10	4	6					4	9				5
Topmejse	2	5												
Agerhøne	2	2	2	2					4					
Løvsanger			2				11			4				
Blåmejse									4					
Gærdesanger									4	4				
Hvid Hvipstjert		2									12	12		
Fasan			2			33								5
Sangdrossel														5
Musvit		5	2	2				57		4	6	6		
I alt	121	143	80	78	266	332	136	181	155	155	62	74	132	184

Tætheden af fugle

Der blev registreret mellem 62 og 332 territoriehævdende hanner pr. kvadratkilometer på de 7 undersøgte arealer (tabel 1). Sanglærke, tornsanger, gulspurv og rødrygget tornskade var de arter der blev registreret med den største tæthed, hhv. 132, 100, og for gulspurv og rødrygget tornskades vedkommende 66 territorier pr. kvadratkilometer.

Forskelle i antallet af arter mellem græssede og ugræssede arealer

Græssede og ugræssede arealer der ligner hinanden med hensyn til størrelse og tæthed af bevoksning med træer og buske blev sammenlignet: Mellem Trehøje Øst og Vest samt Den italienske Sti og Buelund fandtes ingen signifikant forskel i antallet af ynglende fuglearter (tabel 1).

Uden for ynglesæsonen (figur 1) blev der ligeledes ikke fundet signifikante forskelle i antallet af fuglearter mellem græssede og ugræssede arealer.

Forskelle i fugletætheden mellem græssede og ugræssede arealer

Tætheden af registrerede yngleterritorier er størst på græssede arealer (figur 2). Undtaget er dog Øvre Strandkær der har det absolut laveste ynglefugletæthed. Dette areal havde en ekstrem intensiv græsning på 360 t-d/ha sammenlignet med 84 t-d/ha på de andre arealer der var relativt intensivt græsset. Øvre Strandkær var desuden omgrænset af høj skov hvilket influerer på antallet af ynglende sanglærker (Odderskær et al. 1997). Sanglærke yngler ikke tættere end 50 meter fra høje træer, og da marken ikke var meget over 100 meter bred, har træerne influeret negativt på sanglærkers tilstedeværelse.

På græssede og ugræssede arealer der ligner hinanden (se ovenstående afsnit), er der fundet signifikant forskel i ynglefugletætheden (for Trehøje Øst og vest: 1998: chi-square=20,8, 1999 chi-square=21,9 P<0,023 og for Buelund og Den Italienske Sti: 1999: chi-square=81,6, P<0,001). Begge de

Tabel 2. Antal fugle registreret uden for ynglesæsonen. Antallet af fugle er opgjort som totalregistreringer pr. ha.

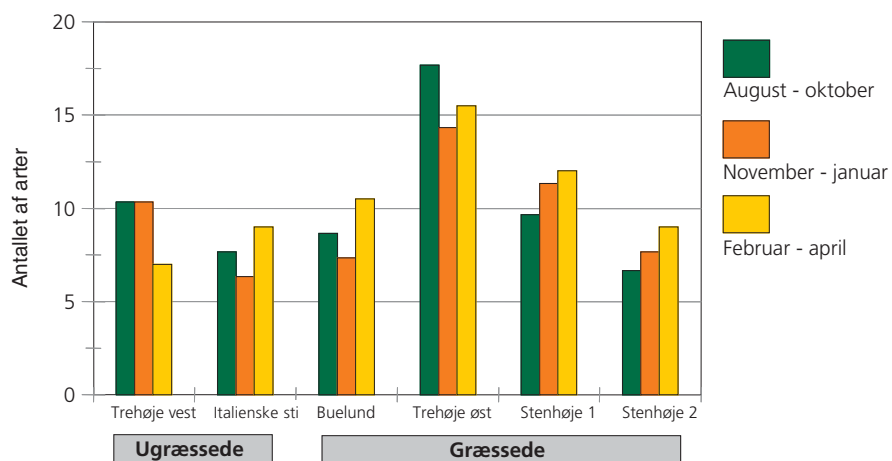
	Buelund	Italienske Sti	Trehøje Vest	Trehøje Øst	Stenhøje	I alt
Agerhøne			13	11		24
Blåmejse		15	1	45	16	77
Bogfinke		27	7	27	14	75
Dompap			2	5	5	12
Fasan	22	4	4	13	28	71
Fuglekonge	2	2	5	37	1	47
Gransanger	4			2		6
Grønirisk	27	33	41	38	61	200
Grønspætte				2		2
Gråkrage	30		42	49	143	264
Gulspurv	126	48	14	61	73	322
Gærdesmutte		1	1	1	2	5
Løvsanger		2			10	12
Musvit	36	41	16	133	40	266
Musvåge			6		7	13
Ringdue		1	1	1	2	5
Rødhals		6			80	86
Rødrygget tornskade	36			30	11	77
Sanglærke	46	7	165	252	473	943
Sjækker		4	14	109	78	205
Skovpiber			22			22
Skovskade		2	1	2	1	6
Solsort	82	4		13	26	125
Sortmejse					4	4
Stær				6	3	9
Sumpmejse				6	1	7
Topmejse		10		48		58
Tornirisk	36	11	47	11	20	125
Tornsanger		1	4	20		25
Tårnfalk	6	3	7	25	3	44
Fugle i alt	453	222	413	1027	1022	3137
Antal arter	12	19	20	26	23	30

græssede arealer har dobbelt så høj territorietæthed sammenlignet med ugræssede arealer. Specielt sanglærke og gulspurv bidrager væsentligt til den høje territorietæthed på de græssede arealer. De to arter udgør mellem en tredjedel og halvdelen af territorierne (tabel 1).

Uden for ynglesæsonen ses ligeledes store forskelle i antallet af registrerede fugle på græssede og ugræssede arealer (figur 3). På de græssede arealer blev der registreret mere end tre gange så mange fugle sammenlignet med ugræssede. Det store antal registrerede fugle på Stenhøje i august til oktober måned skyldes de mange sanglærker der specielt i august måned holdt til der.

Sanglærker

Sanglærken er den fugleart der er tættest knyttet til græsarealer. Territorietætheden af sanglærker i områderne viste at der er en tendens til at græssede arealer har en højere tæthed af sanglærketerritorier end ugræssede arealer (tabel 1), forskellen er dog ikke signifikant. Højere trævækst virker afskrækkende på sanglærker hvilket kunne være en af forklaringerne på at Stenhøje



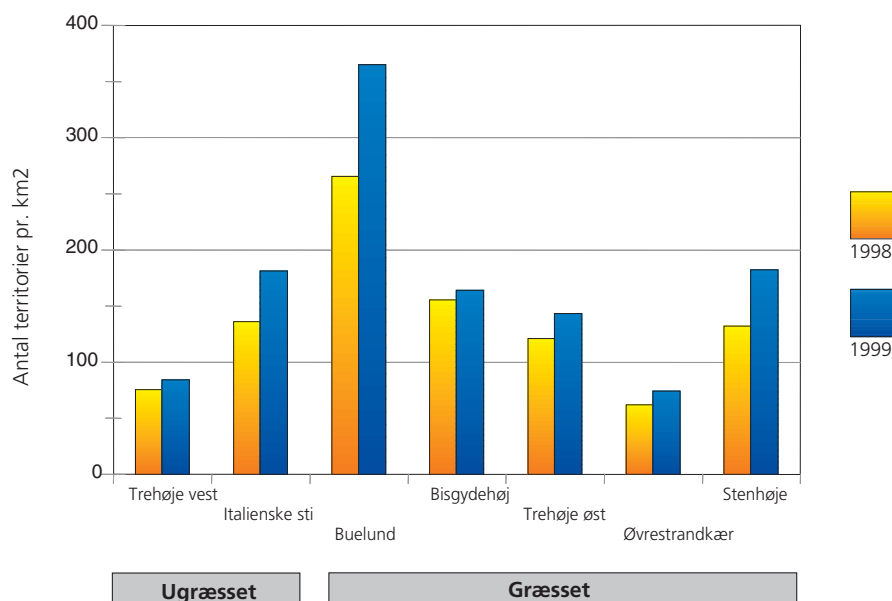
Figur 1. Antallet af fuglearter uden for ynglesæsonen.

med sin meget sparsomme trævækst er det areal som har langt den største tæthed af sanglærker.

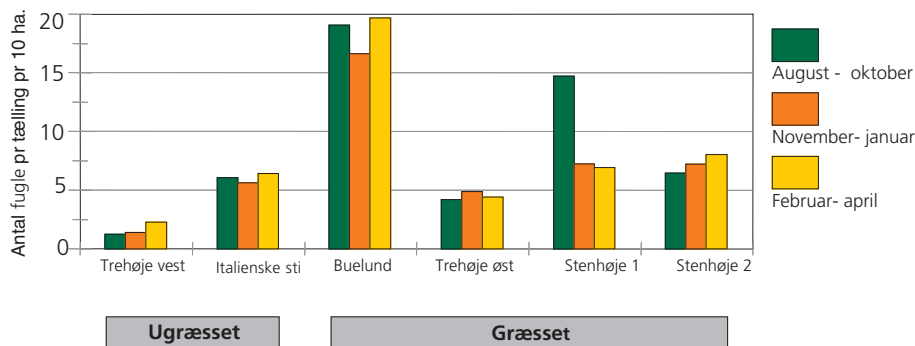
Sammenhæng mellem antallet af fugle og bevoksningen på arealerne

Tætheden og strukturen af træ- og buskvegetationen har stor betydning for tilstedeværelsen af fugle. Kun meget få arter (sanglingærke og agerhøne) er direkte knyttet til åbne græsarealer. Hovedparten af de registrerede fugle er helt afhængige af træer og buske i forbindelse med fødesøgning, skjul og evt. redebygning. Mange af de registrerede arter er skovfugle der i forbindelse med fødesøgningen mellemlander i bevoksninger på arealerne.

Der blev fundet en svag positiv lineær relation (figur 4) mellem bevoksningsgraden på seks arealer og tætheden af fugle med undtagelse af sanglærker og agerhøns uden for ynglesæsonen. Kun registreringer uden for



Figur 2. Antal yngleterritorier i græssede og ugræssede arealer.

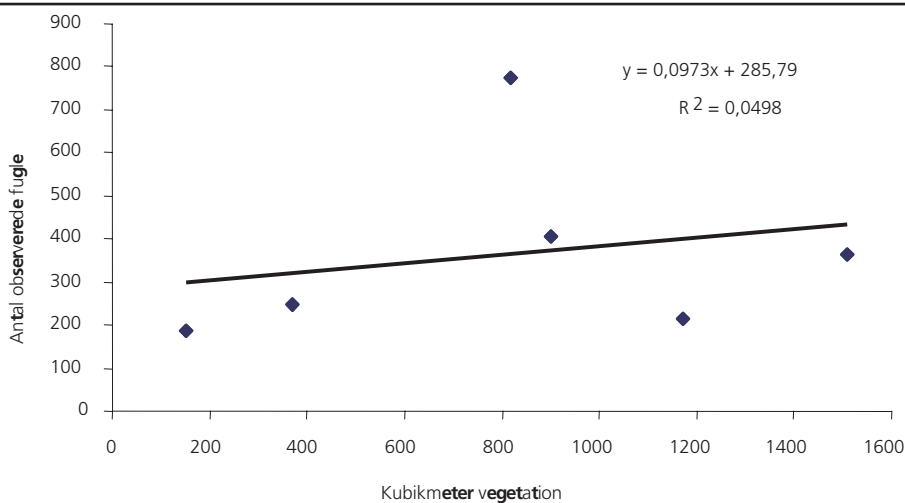


Figur 3. Antallet af registrerede fugle uden for ynglesæsonen på græssede og ugræssede arealer.

ynglesæsonen er medtaget da stedfæstelsen af yngleterritorier er for upræcis til at sammenligne med bevoksningsgraden. Bevoksningsgraden er udtrykt som det samlede rumfang "krone" udtrykt i kubikmeter pr. 10 ha og antallet af registrerede fugle pr. ha uden for ynglesæsonen (figur 4).

Diskussion

Der foreligger kun få danske fugleundersøgelser fra tørre overdrev og græsdominerede heder hvilket gør det vanskeligt at sammenligne territorietætheder med andre undersøgelser. Joensen (1960) fandt i et område i Vestjylland territorietætheder i den grå klit på 19 par/km² og i heder på 36 par/km², dvs. tætheder på det halve eller mindre sammenlignet med tallene fra nærværende undersøgelse. Antallet af ynglende arter for Joensens områder er mellem 7 og 13 arter hvilket ligger tæt på antallet i denne undersøgelse. Dog er en tredjedel af arterne fra Vestjylland ande- og vadefugle til forskel fra Mols.



Figur 4. Tætheden af observerede fugle med undtagelse af sanglærker i relation til bevoksningsgraden på 6 arealer i Mols Bjerge (Trehøje Øst og Vest, Buelund, Den Italienske Sti, Stenhøje Nord og Syd). Bevoksningsgraden er udtrykt som det samlede rumfang "krone" udtrykt i kubikmeter pr. 10 ha. Tætheden af fugle er udtrykt som antallet af registrerede fugle pr ha udenfor ynglesæsonen.

I en svensk undersøgelse af ynglefugle på græsgange (Pärt & Söderström 1998) er tætheden til gengæld 410 par pr. km² hvilket ligger noget over den største tæthed der blev fundet på arealer på Mols (332 territorier pr. km²). Arealerne i den svenske undersøgelse havde alle gamle solitære træer eller trægrupper og 30 % havde karakter af busklandskab. En tredjedel af fuglene fra den svenske undersøgelse var tilknyttet store gamle træer (huldue, spættearter, husskade m.fl.)

Grunden til at der blev registreret flere ynglefugle på græssede arealer, skyldes antagelig at ugræssede områder har en tyk sammenfiltret måtte af visent græs. Dette nedsætter dels fuglenes mobilitet i deres søgen efter føde, dels fuglenes udsyn så de får vanskeligere ved at se og opdage føden (Oderskær et al. 1996). Denne måtte er til stede det meste af året, men kan i foråret være presset noget sammen af snetryk. Men om foråret når græsset (typisk bølget bunke) er vokset op i en højde af 25-30 cm, er området ikke længere attraktivt for sanglærker (Schläpfer 1988). Dette falder ofte sammen med tidspunktet hvor sanglærkers unger behøver mest føde.

Tætheden og strukturen af træ- og buskvegetationen har stor betydning for tilstedeværelsen af fugle. Kun få arter er direkte knyttet til åbne græsarealer (sanglærke og agerhøne). Dette understøttes af den signifikant positive sammenhæng der blev fundet mellem bevoksningsgraden og antallet af registrerede fugle minus sanglærker (figur 4). Hovedparten af de registrerede fuglearter er helt afhængige af træer og buske i forbindelse med fødesøgning, skjul og redebygning. Mange af de registrerede ynglefuglearter er skovfugle eller fugle tilknyttet krat.

De store forskelle i ynglefugletætheden på de græssede områder imellem kan derfor forklares ved de store forskelle i træ- og buskdækning mellem de forskellige græssede områder. Sanglærker var undtaget denne sammenhæng da trævækst virker afskrækkende på sanglærker.

Uden for ynglesæsonen kan tilfældigheder afgøre hvor mange arter der bliver registreret. Enkelte individer der én gang er blevet set på arealet, bidrager til den samlede diversitet, uden at de som sådan er knyttet til området. Det gælder f.eks. skovfuglearter der strejfer omkring. Optællingerne uden for ynglesæsonen viser dog at der var flest fugle på græssede arealer. Mange af de registrerede arter var skovfugle der i forbindelse med fødesøgningen mellemlander i træer og buske på arealerne.

Konklusion

Græsningen har en positiv effekt på tilstedeværelsen af fugle. Der er registreret flere fugle i og uden for ynglesæsonen på græssede arealer end på ugræssede når arealer af ens karakter sammenlignes. Forklaringen kan være at ugræssede områder har en tyk, sammenfiltret bund af græs der nedsætter fuglenes mobilitet og udsyn i deres søgen efter føde. Desuden er der fundet forskel i antallet af ynglefugle på de fem græssede områder imellem. Dette skyldes store forskelle i dækningen og fordelingen af træer og buske på are-

alerne. Træer og buske er vigtige landskabselementer for mange fugle, og undersøgelsen viser klart at når disse elementer ikke er til stede, betyder det færre ynglefugle og en lavere ynglefuglediversitet.

Kilder

Bibby, C. J., Burgess, D. and Hill D.A. (1992):

Bird census techniques. Academic Press, London.

Joensen, A. H. (1960):

Fugletællinger i Vestjylland sommeren 1959. Dansk Ornitologisk For-
enings Tidsskrift. 54: 169-188.

O'Connor, R. J. and Shrubbs, M. (1986):

Farming and birds. Cambridge University Press.

*Odderskær, P. O., Prang, A., Poulsen, J.G., Andersen P.N., and Elmegaard
N. (1996):*

Skylark (*Alauda arvensis*) utilisation of micro-habitats in spring barley
fields. Agriculture Ecosystems and Environment. 62: 21-29.

*Odderskær P.O., Prang, A., Poulsen, J.G., Elmegaard, N. and Andersen, P.N.
(1997):*

Skylark Reproduction in Pesticide Treated and Untreated Fields. Pesti-
cide Research No 32. Ministry Of Environment and Energy, Denmark.
Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen.

Pärt, T and Söderström, B. (1998):

Conservation value af semi-natural pastures in Sweden: Contrasting
botanical and avian measures. Conservation Biology. 13: 755-765.

Schläpfer, A. (1988):

Populationsökologi der Feldlerche (*Alauda arvensis*) in der intensiv
genutzten Ackerlandschaft. Orn. Beob. 85: 309-371.

Svensson, S. (1995):

A guide for censusing Swedish breeding birds with examples of territory
mapping and point counts. University of Lund, Lund, Sweden.

Wilson, J. D., R. Taylor and L. B. Muirhead (1996):

Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferen-
ces using resampling methods. Bird Study 43: 320-3



Foto: Morten Hansen

6. Effekten af husdyrgræsning på småpattedyr

Thomas Secher Jensen, Tine Sussi Hansen
Naturhistorisk Museum

Indledning

Småpattedyr omfatter mus og spidsmus. Bestande af småpattedyr er kendt for at variere betydeligt i størrelse fra år til år og fra et område til et andet hvilket også er gældende for danske forhold (Jensen 1982, Jensen & Hansen i trykken). Inden for et givent område er der ligeledes store forskelle i bestandsstørrelser mellem forskellige biotoper, afhængig af faktorer som vegetationsdækning, fødetilgængelighed, prædatorer mm. I landbrugsområder fandt Jensen & Hansen (i trykken) således store forskelle for en række småpattedyrarter mellem græsmarker i omdrift og ugræssede arealer med græsdække. Husdyrgræsning kan således også tænkes at påvirke forekomst og tæthed af småpattedyr i naturområder.

I dette projekt er effekten af husdyrgræsningen på småpattedyr undersøgt ved at sammenligne småpattedyrfangster på ugræssede og græssede arealer udenfor omdrift. Desuden er der i et af forsøgsområderne udført radiotelemetri på bestande af alm. markmus *Microtus agrestis* for at belyse denne arts adfærdsmæssige respons på kvæggræsning.

Materialer og metode

Småpattedyrmoniteringer

Småpattedyrmoniteringer blev foretaget i perioden 1997-2001 i Mols Bjerge og på Helgenæs fordelt på forskellige årstider og i en lang række græssede og ugræssede parceller (tabel 1). I efteråret 1998 blev desuden foretaget supplerende småpattedyrmoniteringer på Hjelm Hede.

Tabel 1. Antallet af transekter og fældedøgn fordelt på år, årstid og græsning.

Fangstperiode	Antal transekter	Antal fælde-døgn	Antal fælder ugræssede parceller	Antal fælder græssede parceller
<i>Mols og Helgenæs:</i>				
Forår 1997	22	1544	152	234
Sommer 1997	14	968	116	126
Efterår 1997	28	2016	226	278
Forår 1998	28	2016	226	278
Efterår 1998	36	2592	268	380
Forår 1999	36	2592	268	380
Efterår 1999	36	2592	268	380
Forår 2000	13	936	108	126
Efterår 2000	13	936	108	126
Forår 2001	13	936	108	126
<i>Hjelm Hede:</i>				
Efterår 1998	10	2880	90	90

En række fælder (transekt) blev placeret i hvert forsøgsområde. For hvert transekt blev opstillet 18 fælder, 9 Ugglan Special og 9 Ugglan Lämmel. Begge fælder er levendefangstfælder, og adskiller sig ved indgangsåbningens størrelse. Brugen af de to fælder tilgodeser således fangster af både små og store småpattedyr. Fælderne blev anbragt på en transektlinje med 9 stationer - hver med to fælder (en af hver type). Afstanden mellem hver station var 15 meter og den totale transektlinje derved 120 meter, på nær i enkelte forsøgsområder hvor størrelse eller udformning gjorde det umuligt at opsætte fælderne på denne måde. Derfor er de efterfølgende analyser baseret på antal fangster pr. 100 fældedøgn. I efteråret 1998 blev ved hver station suppleret med et fangglas i Mols Bjerger og på Helgenæs. I fælderne anvendtes valset havre og æble som foder og hø som redemateriale. Fælderne stod i hver forsøgsperiode i fire døgn.

Telemetri

Radiopejling af markmus blev udført på Aages Agre – en opgiven ager som senest har været opdyrket i 1971. Området blev inddelt i 6 parceller hvoraf 3 forblev ugræssede (hver på 1,69 ha), og 3 senere blev græsset (1,63 ha). Indtil starten af juni 1998 var hele området ugræsset. I perioden 11. juni – 9. juli blev de 3 parceller græsset af 7 stk Gallowaykvæg hvoraf 2 var kalve. Denne græsning blev gentaget i perioden 30. september til 23. oktober hvor 6 stk. Gallowaykvæg, heraf 2 kalve, græssede området.

I alt blev 160 fælder (af typen Ugglan Lämmel) opsat i et net med 15 meter mellem hver fælde. Fangster blev foretaget 6 gange i 1998 i april, maj, juli, august, september og november.

Alle alm. markmus som ved fangst vejede mere end 20 gram, fik påsat radiosendere af typen TW4 (Biotrack Ltd., UK). Telemetri blev foretaget i maj/juni 1998 og igen i september/oktober 1998. Telemetriperioderne varede i alt 5-6 uger: 2-3 uger inden kvæget blev udsat, og 2-3 uger efter græsningen var påbegyndt. Dyrene blev pejlet ved brug af en håndholdt antenne (3 element Yagi) og modtagere af typen Stabo (Model XR100, Tyskland) og TRX-1000S (Wildlife Materials Inc., Illinois). Positionen af hvert enkelt individ blev bestemt inden for 1 meter.

Radiomærkede dyr blev hovedsageligt pejlet omkring solopgang og solnedgang hvor aktiviteten normalt er høj. Men pejlinger blev også foretaget i dagtimerne hvor de periodevis er aktive. Individuer med 48 fixpunkter eller flere (minimum 24 inden græsning og 24 under græsningen) er inkluderet i analysen. Individuerne blev i gennemsnit pejlet 46,5 gange ($\pm 6,3$) før græsningen og 41,2 gange ($\pm 5,6$) efter græsning.

I alt blev 29 alm. markmus radiomærket, men pga. prædation, spredning og ødelagte sendere var der kun 22 individer tilbage ved slutningen af den ugræssede periode (de første 2-3 uger), og kun 16 individer var tilbage i slutningen af hele forsøgsperioden.

For at sammenligne græsningens betydning for alm. markmus' rumlige adfærd, blev størrelsen af dyrenes aktivitetsområder bestemt ved forskellige

metoder ved brug af software programpakken RangesV (Kenward & Hodder 1996).

Resultater

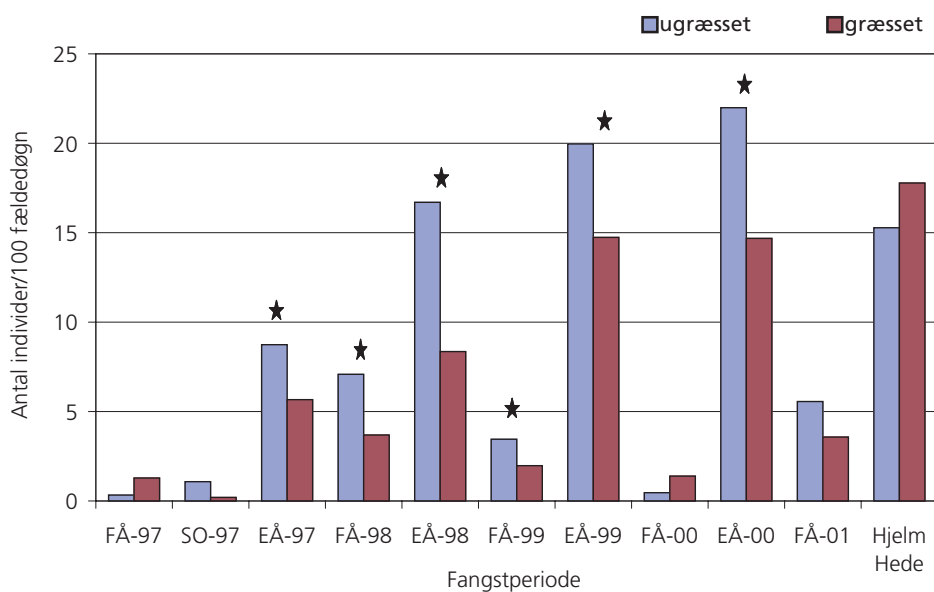
Småpattedyrdiversitet

I perioden foråret 1997 til foråret 2001 blev i alt registreret 8 småpattedyrarter og 1 rovdyrart ved fældefangst. De 1421 fangster omfatter arterne halsbåndmus (*Apodemus flavicollis*), skovmus (*Apodemus sylvaticus*), rødmus (*Clethrionomys glareolus*), almindelig markmus (*Microtus agrestis*), sydmarkmus (*Microtus arvalis*), dværgmus (*Micromys minutus*), almindelig spidsmus (*Sorex araneus*), dværgspidsmus (*Sorex minutus*) samt brud (*Mustela nivalis*). De hyppigst forekommende arter i hele undersøgelsesperioden var rødmus, dværgmus og dværgspidsmus, mens arterne sydmarkmus og brud kun har været sporadisk forekommende (tabel 2).

Generelt har antallet af småpattedyr været lavest i forår- og sommermånederne, mens antallet var størst i efterårsmånederne. Antallet af individer er for efterårsfangsterne steget støt igennem de 4 år fra efteråret 1997 med 7,0 individer per 100 fældedøgn til 18,1 individer per 100 fældedøgn i efteråret 2000.

Tabel 2. Antallet af småpattedyrfangster (opgjort som antal pr. 100 fældedøgn) fordelt på år og årstid. Total angiver samtlige fangster pr. alle fældedøgn.

Fangstperiode	I alt	Halsbåndmus <i>Apodemus flavicollis</i>	Skovmus <i>Apodemus sylvaticus</i>	Rødmus <i>Clethrionomys glareolus</i>	Alm. Markmus <i>Microtus agrestis</i>	Sydmarkmus <i>Microtus arvalis</i>	Dværgmus <i>Micromys minutus</i>	Alm. Spidsmus <i>Sorex araneus</i>	Dværgspidsmus <i>Sorex minutus</i>	Brud <i>Mustela nivalis</i>
<i>Mols og Helgenæs:</i>										
Forår 1997	0,9	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sommer 1997	0,6	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Efterår 1997	7,0	0,3	0,6	1,6	0,7	0,1	2,0	0,5	1,1	0,1
Forår 1998	5,2	1,8	0,3	1,5	1,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0
Efterår 1998	11,8	1,5	1,7	1,4	0,4	0,1	1,1	1,1	4,4	0,1
Forår 1999	2,7	0,7	0,2	1,4	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Efterår 1999	16,9	1,5	1,2	2,1	1,6	0,0	3,9	4,3	2,3	0,0
Forår 2000	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0
Efterår 2000	18,1	1,0	0,4	0,5	1,2	0,0	6,7	4,2	4,1	0,0
Forår 2001	4,5	1,2	0,1	1,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0
<i>Hjelm Hede:</i>										
Efterår 1998	16,5	0,1	3,6	0,0	0,6	0,8	10,6	0,3	0,6	0,0
Gns. fangster pr. fældedøgn	8,0	0,9	0,7	1,2	0,6	0,1	1,8	1,2	1,4	0,1



Figur 1. Antal småpattedyrfangster (alle arter) fordelt på periode og græsning. Stjerner angiver statistisk sikre forskelle. (FÅ:Forår; SO: Sommer; EÅ: Efterår).

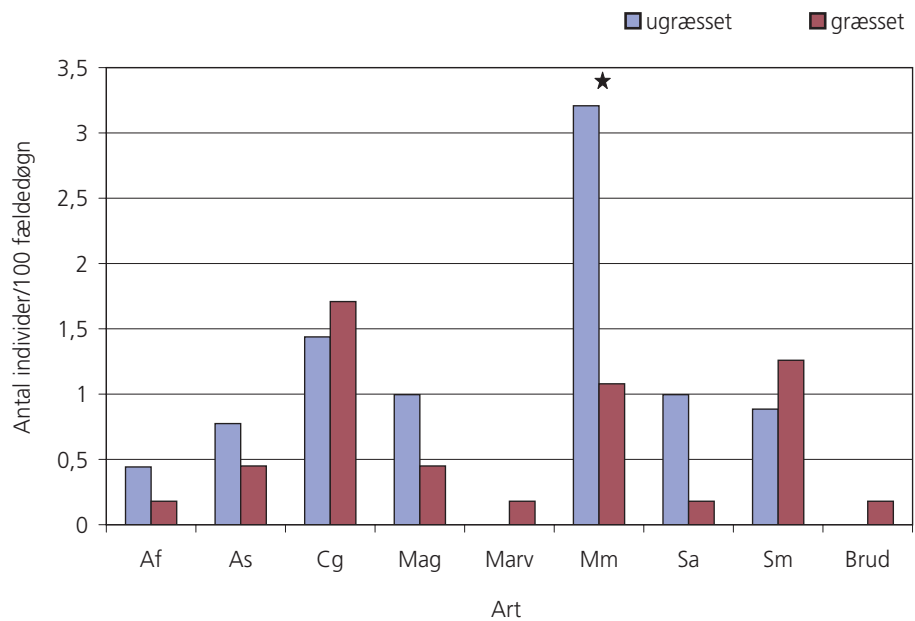
Småpattedyrfangster i relation til græsning

I de fleste fangstperioder fangedes flest småpattedyr på de ugræssede områder sammenlignet med de græssede områder (figur 1). Forskellen mellem græssede og ugræssede arealer er størst i efterårsperioderne med flest småpattedyrfangster. Der blev fundet statistisk sikre forskelle (χ^2 -test) i efteråret 1997 ($p=0,010$), foråret 1998 ($p=0,001$), efteråret 1998 ($p<0,001$), foråret 1999 ($p=0,021$), efteråret 1999 ($p=0,001$) og efteråret 2000 ($p=0,009$). Til forskel fra efterårsfangsterne i Mols Bjerge fangedes på Hjelm Hede flest individer på de græssede områder sammenholdt med de ugræssede. Denne forskel var dog ikke statistisk sikker ($p=0,409$).

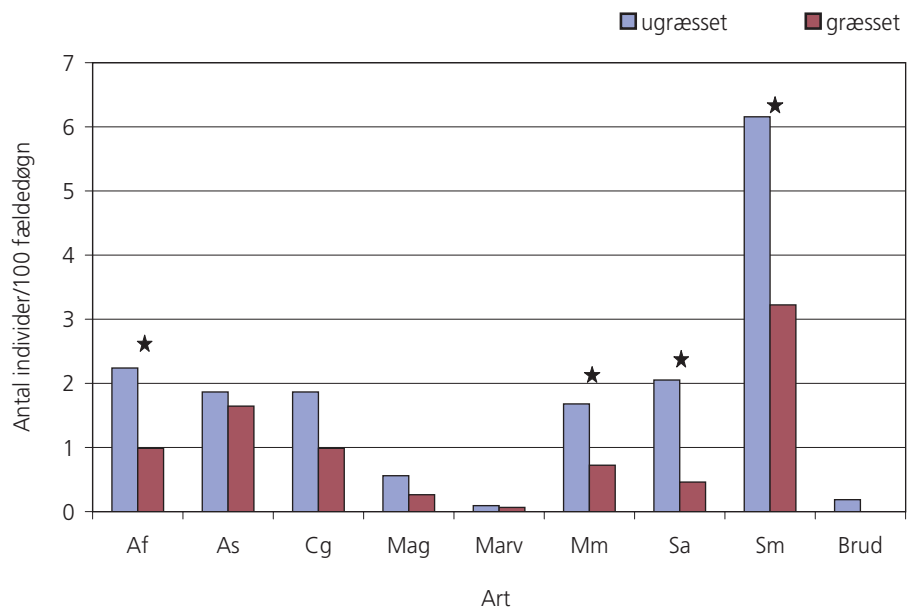
I det følgende uddybes fangsterne for perioderne efterår 1997, efterår 1998, efterår 1999, efterår 2000 samt småpattedyrfangsterne på Hjelm Hede. Disse perioder er udvalgt til nærmere beskrivelse da der her fangedes flest dyr.

I efteråret 1997 blev i alt fanget 142 småpattedyr som fordelte sig på 9 arter (figur 2). Som nævnt blev der totalt set fanget signifikant flest dyr på de ugræssede arealer sammenholdt med de græssede arealer i perioden. Denne forskel skyldes hovedsageligt dværgmus. Der var ikke statistisk sikre forskelle for de andre arter i perioden.

I efteråret 1998 blev i alt fanget 306 småpattedyr som fordelte sig på samme 9 arter som i efteråret 1997 (figur 3). I denne periode blev også fanget signifikant flest dyr på de ugræssede arealer sammenholdt med de græssede, og der var statistisk sikre forskelle for halsbåndmus, dværgmus, alm. spidsmus og dværgspidsmus. Derimod var der ingen sikre forskelle for skovmus, rød- mus, alm. markmus, sydmarmmus og brud.

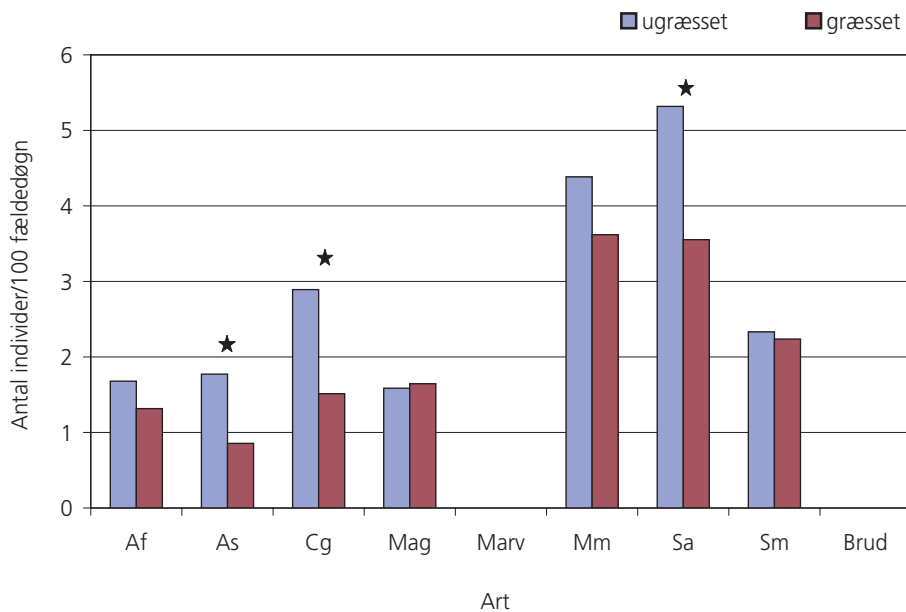


Figur 2. Antallet af småpattedyrfangster fordelt på græssede og ugræssede arealer for fangstperioden efterår 1997. Stjerne angiver statistisk sikker forskel. Forkortelserne for artsnavne angiver: Af - halsbåndmus, As - skovmus, Cg - rødms, Mag - alm. markmus, Marv - sydmarkmus, Mm - dværgmus, Sa - alm. spidsmus og Sm - dværgspidsmus.



Figur 3. Antallet af småpattedyrfangster fordelt på græssede og ugræssede arealer for fangstperioden efterår 1998. Stjerner angiver statistisk sikre forskelle. Se figur 2 for forklaring af forkortelser for art.

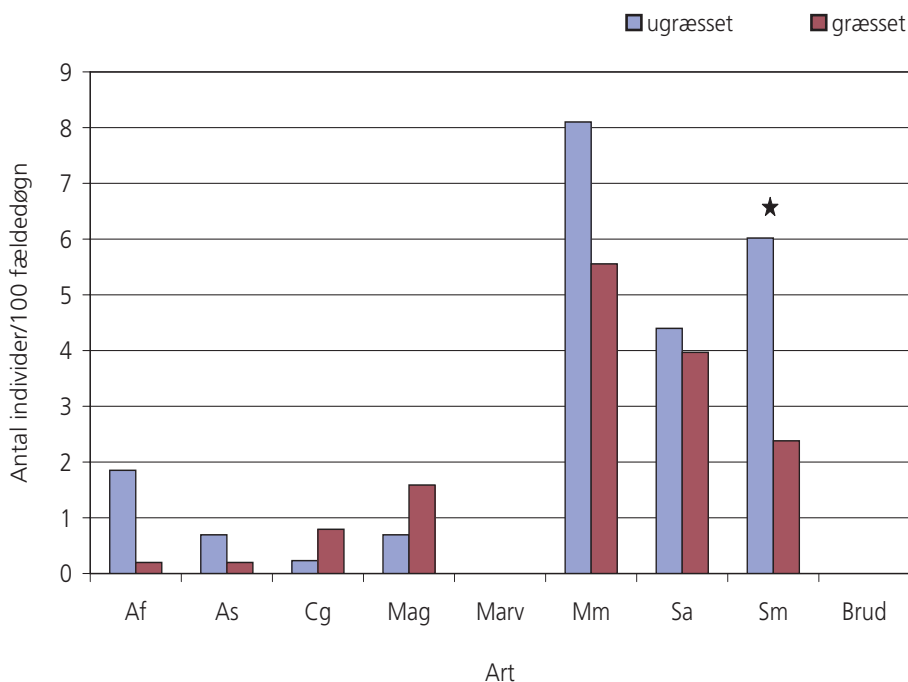
Antallet af småpattedyrfangster i efteråret 1999 var 438 som fordelte sig på 7 arter (figur 4). Til forskel fra de foregående efterårsperioder blev der ikke i denne fangstperiode fanget sydmarkmus og brud. Den totale forskel med signifikant flest dyr på de ugræssede arealer sammenholdt med de græssede arealer skyldes hovedsageligt sikre forskelle for arterne: Skovmus, rødms og alm. spidsmus.



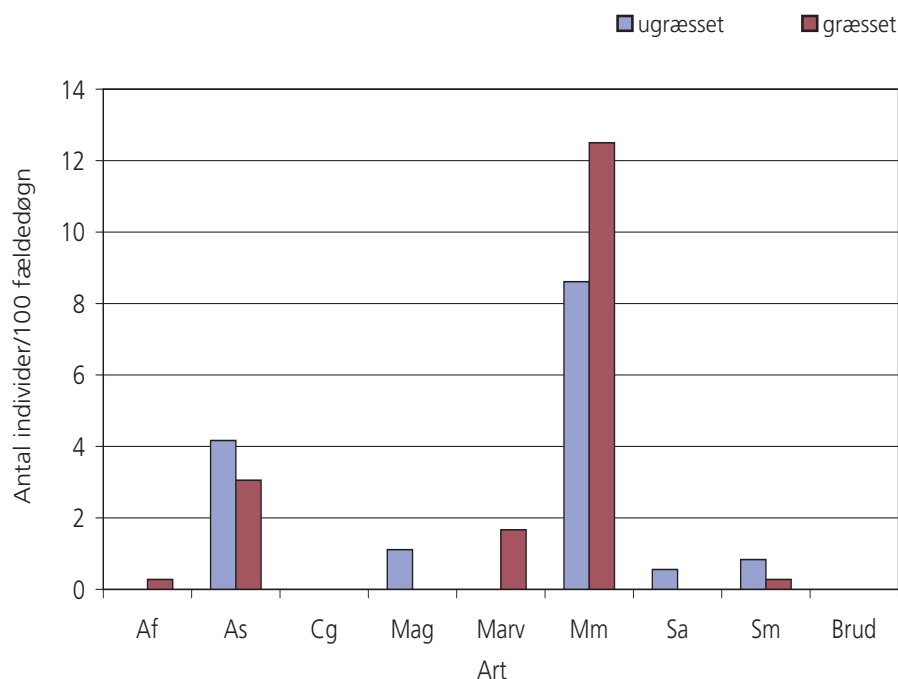
Figur 4. Antallet af småpattedyrfangster fordelt på græssede og ugræssede arealer for fangstperioden efterår 1999. Stjerner angiver statistisk sikre forskelle. Se figur 2 for forklaring af forkortelser for art.

I efteråret 2000 blev i alt fanget 169 småpattedyr som fordelte sig på 7 arter (figur 5). Heller ikke i denne fangstperiode blev der fanget sydmarkmus og brud. At der totalt set blev fanget flest dyr på de ugræssede arealer sammenholdt med de græssede skyldes hovedsageligt dværgspidsmus.

På Hjelm Hede blev der i efteråret 1998 i alt fanget 119 småpattedyr (figur 6), som fordelte sig på 7 arter. I hovedtræk var artsfordelingen den samme



Figur 5. Antallet af småpattedyrfangster fordelt på græssede og ugræssede arealer for fangstperioden efterår 2000. Stjerne angiver statistisk sikker forskel. Se figur 2 for forklaring af forkortelser for art.



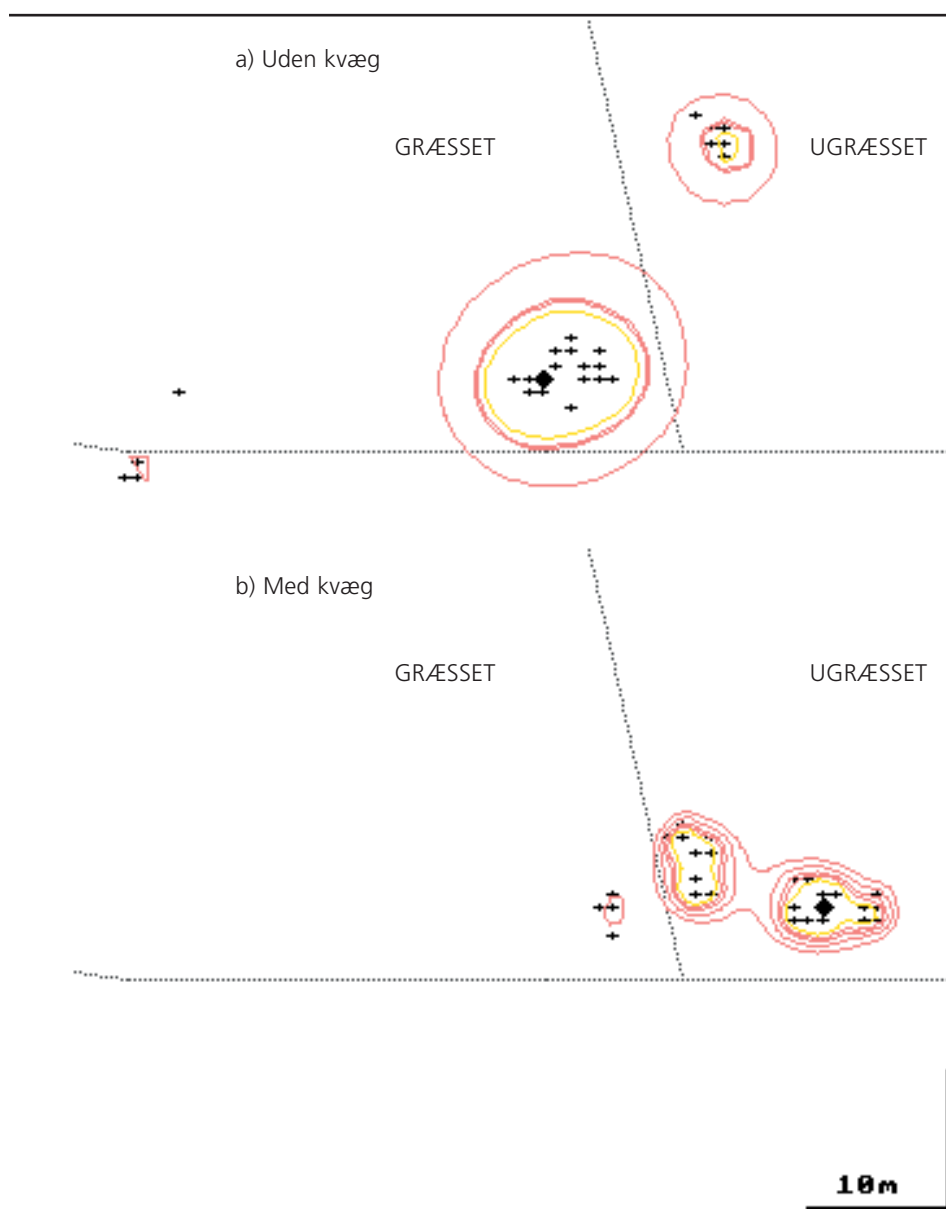
Figur 6. Antallet af småpattedyrfangster fordelt på græssede og ugræssede arealer på Hjelm Hede for fangstperioden efterår 1998. Der var ingen statistisk sikre forskelle på denne lokalitet. Se figur 2 for forklaring af forkortelser for art.

som i Mols Bjerger - dog blev der på Hjelm Hede ikke fanget rød mus og brud. Til forskel fra fangsterne i Mols Bjerger blev der her fanget flest dyr på de græssede arealer sammenholdt med de ugræssede. Denne forskel var dog ikke statistisk sikker. For de enkelte arter blev der ikke fundet statistisk sikre forskelle i antallet af dyr på de græssede og ugræssede arealer.

Telemetri

Adfærd for 13 individer af almindelig markmus blev undersøgt særligt intensivt, og resultaterne af disse undersøgelser analyseres i det følgende. Figur 7 er et eksempel på hvorledes et individ ændrede adfærd som respons på kvæggræsningen. Den øverste del af figuren viser, hvor dette dyr befandt sig i perioden inden kvæggræsningen (41 observationer). Markmusen blev observeret forskellige steder på arealet, men med flest observationer i den ugræssede parcel. I græsningsperioden flyttede dyret aktivitetsområde fra den græssede parcel til den ugræssede parcel (38 observationer) som vist i nederste del af figuren.

Dette adfærdsspons blev også observeret for de andre radiomærkede individer, og resultaterne er sammenfattet i tabel 3. I tabellen er hver af de 13 radiomærkede individer listet. Antallet af observationer i de græssede og ugræssede parceller før og efter græsningen er angivet, og forskelle herfor testet ved χ^2 -test. Eksempelvis blev der for første individ i tabellen i alt foretaget 99 pejlinger. Inden græsningen blev dyret observeret 54 gange i en parcel som senere blev græsset, og 1 gang i en ugræsset parcel. Dette forhold ændredes i græsningsperioden hvor dyret blev observeret 22 gange i en græsset parcel og 22 gange i en ugræsset parcel.



Figur 7. Aktivitetsområde-analyse af en markmus (han) i efteråret 1998 a) før græsning (N=41) og b) under græsning (N=38). Observationer (fixpunkter) er markeret med små + og hegn med linjer. Linjer omkring fixpunkter er Harmonic Mean isocliner.

Sammenfattende kan man sige at alle radiomærkede individer som fra forsøgsperiodens start hovedsageligt befandt sig i de græssede parceller, helt eller delvist flyttede herfra efter kvæggræsningens begyndelse og ind i de ugræssede parceller (tabel 3). De 5 individer som i χ^2 -testen ikke giver statistisk sikre forskelle, er dyr som i forvejen i forsøgsperioden hovedsageligt har opholdt sig i de ugræssede parceller. Testen angiver derfor at de ikke er flyttet fra de ugræssede parceller.

Foruden ændringer af aktivitetsområdets placering fra græssede til ugræssede parceller blev også størrelsen af aktivitetsområdet undersøgt i projektet (tabel 4). Den gennemsnitlige størrelse af aktivitetsområdet blev beregnet med forskellige metoder (se tabeltekst) hvoraf nogle inkluderede alle observationer (CP100, CI100), medens andre så bort fra yderligt liggende punkter

Tabel 3. Adfærdsrespons på græsning for 13 radiomærkede individer af alm. markmus vist ved antallet af observationer i de græssede og ugræssede parceller før og under græsningen, samt andelen af observationer i græssede områder før og under græsning. Forskelle i antallet af observationer i græssede og ugræssede parceller før og under græsning er testet med χ^2 -test, p-værdier > 0.05 er markeret med NS og $p < 0.001$ er markeret med **.

Periode	Individ ID	Køn	N	Før græsning		Under græsning		Andel i græssede parceller		Signifikans
				G	U	G	U	Før	Under	
Sommer	1	f	99	54	1	22	22	0.98	0.50	**
Sommer	2	f	95	48	3	2	42	0.94	0.05	**
Sommer	3	f	92	42	0	15	35	1.00	0.30	**
Sommer	4	m	95	1	46	0	48	0.02	0.00	NS
Efterår	5	m	88	38	8	6	36	0.83	0.14	**
Efterår	6	f	88	43	1	9	35	0.98	0.20	**
Efterår	7	m	79	28	13	4	34	0.68	0.11	**
Efterår	8	f	73	23	12	0	38	0.66	0.00	**
Efterår	9	f	77	0	45	0	32	0.00	0.00	NS
Efterår	10	f	86	1	43	0	42	0.02	0.00	NS
Efterår	11	m	90	39	6	4	41	0.87	0.09	**
Efterår	12	m	82	2	49	0	31	0.04	0.00	NS
Efterår	13	m	97	21	38	12	26	0.36	0.32	NS

og derved koncentrerede sig om dyrenes kerneområder (CP70, CI70). Tabellen viser at en række af beregningsmetoderne angiver at markmusenes aktivitetsområde var mindre under græsningen end før kvæggæsningen blev iværksat.

Resultaterne viste også at dyrenes aktivitet nedsattes som følge af græsning, idet den gennemsnitlige afstand et dyr havde bevæget sig mellem hver pejling (AvgDist) reduceredes fra 7,6 meter inden græsningen til 5,5 meter under græsningen.

Tabel 4. Gennemsnitlige aktivitetsområdestørrelser (\pm SD) beregnet med forskellige analyser (variable) før og under græsning (N=13). Alle størrelser er angivet i m^2 , på nær AvgDist med afstande i m. Ændringer i aktivitetsområdestørrelsen er testet ved parret t-test med log-transformerede data. Stjerner angiver statistisk sikre forskelle. For variable: CP=Conveks Polygon, CI=Cluster analyse, HM=Harmonic Mean og AvgDist=Gennemsnitlige afstand mellem hvert fixpunkt. Tallene i variabel angiver den pågældende procent-isoclin som analysen er beregnet for ($p < 0.05$ er markeret med *).

Variabel	Før græsning	Under græsning	Statistisk sikker forskel
CP100	892±589	485±472	*
CP90	477±327	321±449	
CI100	650±565	184±143	*
CI95	215±197	92±67	*
CI70	37±30	21±11	
HM95	943±708	559±610	*
HM90	553±442	319±336	*
HM70	172±172	83±81	
AvgDist	7.6±4.7	5.5±3.2	*

Diskussion

Småpattedyrdiversitet

De småpattedyrarter som registreredes ved fældefangsterne er almindeligt forekommende, og fangsterne af disse har således ikke været overraskende. Derimod blev vandspidsmus (*Neomys fodiens*) ikke fanget i hverken Mols Bjerge eller på Hjelm Hede trods det at andre småpattedyrundersøgelser på Djursland tidligere har omfattet vandspidsmus: Elløv Enge (Jensen & Hansen i trykken), Kalø (Jensen & Hansen i trykken; Hansen 1997), Kolind (Andersen et al. 2001). Vandspidsmus er normalt knyttet til vandløb, søer og lignende hvor den hyppigst fanges (Carlsen 1995), men fangster er også gjort på brakmarker, i skove, på enge mm (Jensen & Hansen i trykken). De manglende fangster i Mols Bjerge er derfor lidt overraskende da småpattedyrregistreringerne også blev foretaget i forholdsvis fugtige områder som på Engen og Sletten. Muligvis er Mols Bjerge området generelt for tørt til at opretholde bestande af vandspidsmus.

Arter som mosegris (*Arvicola terrestris*) og brun rotte (*Rattus norvegicus*) findes utvivlsomt i Mols Bjerge, men fældernes indgangshul er for lille til at fange disse arter. Husmus indgik ej heller i fangsterne. Denne art er normalt knyttet til bygninger (den er således observeret på Molslaboratoriet), og forekommer om sommeren ofte i bl.a. kornafgrøder (Jensen & Hansen i trykken; Carlsen 1993).

På Hjelm Hede blev rødmsus og brud ikke registreret. Rødmsus er normalt knyttet til træklædte biotoper hvor fangsterne på Hjelm Hede fandt sted på meget åbne hedearaler uden trævækst af betydning. Brud er svær at fange i fælderne, og den manglende registrering i Hjelm Hede skyldes sandsynligvis den forholdsvis lave fangstintensitet sammenlignet med intensiteten i Mols Bjerge.

Sydmarkmus er kun udbredt i Jylland samt på en række øer, og var indtil 1997 kun kendt syd for Limfjorden, men er siden registreret enkelte gange (Hald-Mortensen 1998). Tætheden af sydmarkmus øges ned igennem Jylland med de højeste tætheder i den sydlige del af Jylland (Ursin 1952), så fangsterne på Hjelm Hede ligger i den nordlige del af artens udbredelsesområde. Med forbehold for de lave fangsttal på Hjelm Hede, fandtes der i vores fældeindsamlinger overraskende nok flere sydmarkmus end alm. markmus (forholdet var 3:2).

Dværgmusen var den hyppigste art i fælderne, men udviste store sæsonmæssige variationer. I forårs- og sommermånederne var den næsten fraværende, men på dette tidspunkt har arten sine reder placeret oppe i vegetationen, og er derfor vanskelig at fange i fælder nede på jorden (Andersen et al. 2001). I efteråret 1998 fangedes mange dværgspidsmus sammenholdt med andre fangstperioder hvilket utvivlsomt skyldes brugen af fangglas i denne periode. Pga. dværgspidsmusens ringe størrelse er den sværere at fange med almindelige fælder.

Antallet af fangster i de enkelte fangstperioder udviser både sæsonmæssig variation såvel som variation mellem årene. Populationsstørrelserne er generelt lave i forårs- og sommermånederne hvilket skyldes at populationsstørrelsen efter reproduktionens ophør i efteråret falder støt indtil det efterfølgende forår eller tidlige sommer hvor input af individer fra reproduktionen overgår det tab af individer som hovedsageligt sker pga. prædation. Årsagen til variationen mellem årene kan være vanskelig at afgøre. For de græs- og urteædende arter som f.eks. markmusene kan temperaturen i det tidlige forår have betydning for fremkomst af frisk føde som inducerer reproduktionens start. Senere på året kan tørke bevirke at vegetationen visner hvorved reproduktionen ophører tidligt. Mols Bjerger ligger i et område med meget lav sommernedbør (eksempelvis sommeren 1997), og jordbund der let tørrer ud. Vegetationen visner derfor ofte, og dette må anses for en begrænsende faktor for især markmus. For de frøædende arter er skovens frøsætning af stor betydning, og egentlige oldenår med stort fødeudbud kan bevirke at populationerne opnår betydelige bestandsstørrelser (Jensen 1982).

Småpattedyrfangster i relation til græsning

Forskelle i antallet af småpattedyrfangster på hhv. græssede og ugræssede arealer var mest markante i de fangstperioder hvor det totale fangsttal var størst. De enkelte arter fordelte sig forskelligt i forhold til græssede og ugræssede arealer. Dværgmus optrådte i flere fangstperioder signifikant hyppigst på de ugræssede parceller sammenholdt med de græssede. Dette er i fin overensstemmelse med dværgmusens normale habitatvalg idet den foretrækker biotyper med højt permanent græs. Spidsmusarterne er ligeledes ofte knyttet til biotoper med høj og tæt græsvegetation, og vi fandt også for disse arter forskelle i antal afhængig af græsning. Alm. markmus forekom hyppigst i de ugræssede parceller hvilket stemmer overens med svenske undersøgelser hvor alm. markmus foretrak tæt, høj græsvegetation med en vegetationsdækning på min. 80-90 % (Hansson 1977).

Telemetri

Græsningen havde stor effekt på radiomærkede markmus' rumlige adfærd. Dyrene flyttede sig fra de græssede til de ugræssede parceller, og reducerede desuden størrelsen af deres aktivitetsområde. Efter græsningens start observeredes færre af de yderligt liggende fixpunkter hvilket vil sige at markmusene ikke rekognoscerede området i samme grad som tidligere.

Grunden til at nogle aktivitetsområdestørrelser gav statistisk sikre forskelle, mens andre ikke gjorde, skyldes beregningen af disse størrelser. Fælles for aktivitetsområdestørrelserne med statistisk sikkert udfald er at de er beregnet ved at inkludere flere af de yderligt liggende fixpunkter, mens størrelserne beregnet med lavere isocliner (CP90, CI70, HM70) ikke inkluderer disse punkter. Dette indikerer således at dyrene ikke så ofte foretager lange ekskursioner under græsningen som før græsningen.

Tidligere undersøgelser har vist at markmus' aktivitetsområdestørrelse og aktivitet ændres med ændringer i omgivelserne. Disse ændringer i aktivitetsområde er observeret i forbindelse med varierende populationstætheder (Erlinge et al. 1990, Agrell 1995, Nelson 1995), habitatkvalitet (Pusenius &

Viitala 1993) og prædationsrisiko (Gorman 1984; Norrdahl & Korpimäki 1998, Koivunen et al. 1998, Korpimäki & Krebs 1996).

Populationstætheden har i begge undersøgelsesperioder været konstant lav både før og under græsning så der er næppe tale om noget tæthedsafhængigt respons på de observerede ændringer af aktivitetsområder.

Reduceret mobilitet og aktivitetsområdestørrelse er bekostelig da nedsat fourageringsaktivitet bevirker at tilgængeligheden af energi til brug for reproduktion og vækst nedsættes (Lima & Dill 1990). Desuden betyder den nedsatte mobilitet at muligheden for at finde en mage mindskes (Magnhagen 1991). Omvendt vil den nedsatte mobilitet medføre at risikoen for at møde en prædator reduceres, og overlevelseschancerne øges dermed.

Undersøgelser har vist at husdyrgræsning kan inducere et giftigt respons i planterne (Siegel et al. 1990; Bazely et al. 1997). At sådanne ændrede fødeforhold for alm. markmus skulle være årsagen til de observerede ændringer i den rumlige adfærd, er dog usandsynligt. Planter etablerer først et giftigt respons efter intensiv eller længerevarende græsning (Bazely et al. 1999), mens alm. markmus ændrede aktivitetsområde allerede efter kortvarig græsning – inden noget plantemateriale af betydning var fjernet.

De observerede adfærdsmæssige ændringer af markmus som respons på græsning ligner meget det respons tidligere undersøgelse har vist i forbindelse med øget prædationsrisiko: ændring i aktivitetsområdeplacering og nedsat aktivitetsområdestørrelse og mobilitet. Selvom denne adfærdsændring er bekostelig (Lima & Dill 1990), undgår alm. markmus kvæget som var det en prædator. Selvom de flytter væk fra kvæget, er der nogle individer som etablerer deres nye aktivitetsområde lige på den anden side af hegnet. Observationer af markmus blev ofte gjort kun nogle få meter væk fra kvæget når kvæget græssede nær hegnet. Sandsynligvis opfatter alm. markmus ikke kvæget som potentiel prædator, men de er klar over dets effekt på omgivelserne. Derfor flytter de fra de græssede områder til de ugræssede for at undgå at blive trampet på eller før habitatets kvalitet reduceres i takt med at vegetationen fjernes (eller sågar bliver giftig) hvormed føde og dækning forsvinder.

Konklusion

Undersøgelserne viser at småpattedyrenes totale bestandsstørrelse i naturområder falder under indflydelse af kvæggræsning. Forskellene er dog for de enkelte arter beskedne og kun i få tilfælde statistisk holdbare. Hvor forskellene er betydelige, må det tilskrives intensiv græsning der medfører nedtrampning og nedbidning af vegetationen. En mere ekstensiv græsning på naturarealerne hvor vegetationen står tilbage med spredt træ-, busk- og dværgbuskvegetation, og hvor græsvegetationen ikke er bidt helt ned, vil sandsynligvis ikke føre til væsentlige reduktioner i småpattedyrbestande. Græssede og ugræssede parceller i et mosaiklandskab med gode sprednings-

veje (ex. grøftekanter, levende hegn mm) vil kunne bidrage til at småpattedyrene (især alm. markmus) har mulighed for at søge nye levesteder.

Tak

Ved småpattedyrfangsterne, radiotelemetri, GPS-opmålinger samt GIS-behandling vil vi gerne takke hjælperne: Jane Anderson, Inge Buus, Flemming Ejlersen, Morten Elmeros, Per Henriksen, Karsten Hessellund, Rie Stagegaard, Søren Sørensen og Rikke Wedfeldt.

Kilder

Agrell, J. (1995):

A shift in female social organization independent of relatedness: an experimental study on the field vole (*Microtus agrestis*). *Behavioural Ecology* 6(2): 182-191.

Andersen, K. N., Reddersen, J. & Jensen, T. S. (2001):

Small mammal exploitation of upper vegetation strata in non-forest, mixed farmland habitats. *Mamm. Biol.* 66: 129-134.

Bazely, D. R., Vicari, M., Emmerich, S., Filip, L., Lin, D. & Inman, A. (1997):

Interactions between herbivores and endophyte-infected *Festuca rubra* from the Scottish islands of St. Kilda, Benbecula and Rum. *J. Applied Ecology* 34(4): 847-860.

Bazely, D. R., Vicari, M. & Georgeff, J. (1999):

Microscopic and toxic: Beware of fungal endophytes. In "European Mammalogy 1999, 3rd European Congress of Mammalogy", Jyväskylä, Finland, May 29 - June 3 1999, p. 67. Eds: Ylönen, H., Henttonen, H., Laajalahti, P. & Niemimaa, J.

Carlsen, M. (1993):

Migrations of *Mus musculus* in Danish farmland. *Z. Säugetierkunde* 58: 172-180.

Carlsen, M. (1995):

Vandspidsmusen i Danmark. *Flora og Fauna* 101(1): 7-18.

Erlinge, S., Hoogenboom, I., Agrell, J., Nelson, J. & Sandell, M. (1990):

Density-related home-range size and overlap in adult field voles (*Microtus agrestis*) in southern Sweden. *J. Mammal.*, 71(4): 597-603.

Gorman, M. L. (1984):

The response of prey to Stoat (*Mustela erminea*) scent. *J. Zool., Lond.* 202: 419-423.

- Hald-Mortensen, P. (1998):*
Vejlernes natur. Status over reservatets mangfoldighed -1998. Aage V. Jensens fonde.
- Hansen, T. S. (1997):*
Småpattedyr på braklagte og opdyrkede marker. Upubliceret speciale-rapport, Aarhus Universitet.
- Hansson, L. (1977):*
Spatial dynamics of field voles *Microtus agrestis* in heterogeneous landscapes. *Oikos* 29: 593-644.
- Jensen, T. S. (1982):*
Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in deciduous forests. *Oecologia (Berl)*, 54: 184-192.
- Jensen, T.S. & Hansen, T.S. (i trykken):*
Biodiversitet af småpattedyr i danske biotyper i det åbne land. Flora og Fauna.
- Kenward, R. E. & Hodder, K. H. (1996):*
Ranges V. An analysis system for biological location data. Institute of Terrestrial Ecology, UK.
- Koivunen V., Korpimäki, E. & Hakkarainen, H. (1998):*
Are mature female voles more susceptible than immature ones to avian predation? *Acta Oecologica* 19(4): 389-393.
- Korpimäki, E. & Krebs, C. J. (1996):*
Predation and population cycles of small mammals. *Bioscience* 46: 754-764.
- Lima, S. L. & Dill, L. M. (1990):*
Behavioural decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68: 619-640.
- Magnhagen, C. (1991):*
Predation risk as a cost of reproduction. *Trends in Ecology and Evolution* 6(6): 183-186.
- Nelson, J. (1995):*
Determinants of male spacing behaviour in microtines: an experimental manipulation of female spatial distribution and density. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 37: 217-223.
- Norrdahl, K. & Korpimäki, E. (1998):*
Does mobility or sex of voles affect risk of predation by mammalian predators? *Ecology* 79(1): 226-232.

Pusenius, J. & Viitala, J. (1993):

Varying spacing behaviour of breeding field voles, *Microtus agrestis*.
Ann. Zool. Fennici 30: 143-152.

Siegel, M. R., Latch, G. C. M., Bush, L. P., Fannin, F. F., Rowan, D. D., Tapper, B. A., Bacon, C. W. & Johnson, M. C. (1990):

Fungal endophyte-infected grasses: Alkaloid accumulation and aphid response. *J. Chem. Ecol.* 16(12): 3301-3315.

Ursin, E. (1952):

Musenes udbredelse i Danmark. *Flora og Fauna* 58: 49-60.



Foto: Peter Gjelstrup

7. Effekter af langtidsgræsning på insekter og edderkopper

Peter Gjelstrup, Henning Petersen, Lars Dyhrberg Bruun, Peter Rostgaard Christensen, Kaare With Jensen, Thorkild Munk og Søren Tolsgaard.
Naturhistorisk Museum

Indledning

Der findes henved 20.000 insektarter i Danmark. Da over halvdelen af Danmarks landareal udnyttes af landbruget, og størstedelen af resten er under stærk indflydelse af mennesket, lever de fleste af disse insektarter i mere eller mindre kulturpåvirkede miljøer. I denne undersøgelse har det været hensigten at undersøge hvorvidt insekt- og edderkoppefaunaen i nogle næringsfattige, tidligere dyrkede arealer i Mols Bjerge er større i områder med naturpleje, d.v.s. i områder der i en længere årrække har været græsset med kvæg for at forhindre opvækst af træer, end udenfor i uplejede, ugræssede områder. Fra starten af græsningsforsøgene i Mols Bjerge har undersøgelser af græsningens effekt hovedsagelig fokuseret på udviklingen i vegetation i græssede og ugræssede områder (Buttenschön & Buttenschön, i denne rapport), medens der ikke har været foretaget tilsvarende undersøgelser af græsningens effekt på insekter og edderkopper.

I denne undersøgelse er insektfaunaen generelt analyseret på gruppeniveau, medens løbebille-, rovbille-, tæge-, cikade- og edderkoppefaunaen er analyseret på artsniveau. Materialet af de sidstnævnte 3 grupper fra 1999 er det lykkedes at få analyseret takket være en særlig bevilling fra Kulturministeriets forskningspulje.

Dagsommerfuglefaunaen er blevet undersøgt i forbindelse med et Ph.D. projekt støttet af Kulturministeriet, Forskerakademiet og Naturhistorisk Museum.

Materialer og metoder

Fangstmetoder og indsamlingslokaliteter

I dette projekt er effekten af langtidsgræsning på insekt- og edderkoppefaunaen i Mols Bjerge blevet undersøgt ved at sammenligne forekomsten af rovbiller, løbebiller, tæger, cikader og edderkopper på forskellige hegnede græsningsarealer med forskelligt græsningstryk med faunaen på tilsvarende ugræssede arealer umiddelbart uden for de hegnede områder. De undersøgte områder Trehøje, Helligkilde, Toggerbo, Skovbjerg, Buelund og Sletten ligger spredt rundt i Mols Bjerge.

I projektet er der opsøgt insekter og edderkopper fra vegetation og jordoverflade ved hjælp af en insektsuger (Vortis, engelsk model). Den valgte insektsuger opsuger dyr fra et fast jordoverfladeareal, i alt 386 cm², og for

hver indsamlings-prøve er 10 sådanne opsug a 10 sekunder blandet sammen. Endvidere er der foretaget indsamling af jordoverflade-aktive insekter og edderkopper ved hjælp af faldfælder (pitfall) der består af plastikkrus gravet ned i jorden så kanten flugter med jordoverfladen. I bunden af plastikbægrene er der en konserverende væske. Plastikbægrene havde en diameter på 80 mm. Der blev udvalgt tilfældige prøvestationer i de enkelte indsamlingsområder ud fra et luftfoto af områderne.

Undersøgelsen omfatter indsamling af dyr i årene 1997-1999 med hovedvægt på indsamlingerne i 1999 idet der dette år blev gjort en forstærket indsats for at fremskaffe bedst muligt materiale til statistiske analyser. I 1999 blev der indsamlet i 2 uger i henholdsvis juni, juli og august måned, medens der de foregående år kun blev indsamlet 1 uge pr. måned. For hvert delområde (græsset eller ugræsset) blev der indsamlet 5 prøver pr. indsamlingsuge hvor der i årene forud blev indsamlet 3 prøver pr. indsamlingsuge. I alt er der således i 1999 indsamlet 240 sugeprøver og 240 pitfall prøver fordelt på 4 lokaliteter og 8 indsamlingsområder.

For hver indsamlet prøve blev der foretaget udsortering og optælling af insekter på hovedgrupper, og for løbe- og rovbiller til artsniveau. I 1999 er endvidere tæger, cikader og edderkopper bestemt til art bortset fra ungdomsstadier.

Der er foretaget linietaksering af dagsommerfugle-forekomster i områderne Buelund, Trehøje og Sletten. Ved linietaksering optælles og bestemmes dagsommerfugle i en 5 m bred zone på hver side af en i forvejen fastlagt rute (linie) i hver af de græssede og ugræssede områder. Optællingerne foretages i ensartet godt solskinsvejr fordelt over hele sommerperioden.

Ud over insekter og edderkopper er der på hver lokalitet registreret miljøvariable som græsningstryk målt som kg kvæg*dag/ha/år de sidste 5 år, vegetationshøjde, førnemængde, vandprocent i jorden, pH m.v.

Resultater

Græsningstryk

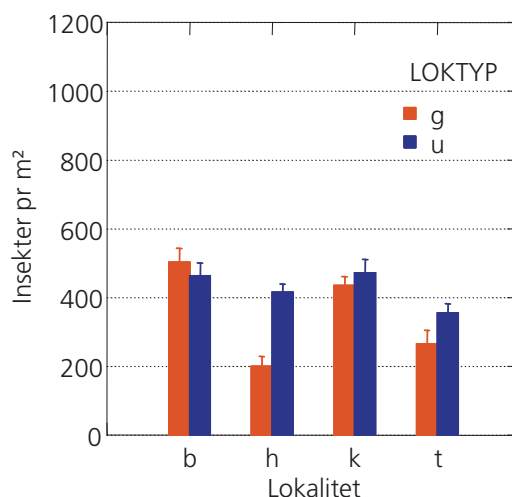
Græsningstrykket i de forskellige undersøgte områder er for de sidste 5 år i gennemsnit beregnet til: 29 ton kvæg*dage/ha/år på Buelund (Galloway) eller ca. 0,4 kvæg (græsningsenhed) pr. ha i sommerperioden, og 71 ton kvæg*dage/ha/år (Skovkvæg) ved Toggerbo. Ved Helligkilde og på Trehøje der tidligere har været udsat for mere intensivt græsning (Bülow-Olsen 1980), har der de sidste år været græsset med 60 ton (skov)kvæg*dage/ha/år (Helligkilde) og 84 ton (skov)kvæg*dage/ha/år (Trehøje). Overdrevet Sletten der tidligere ligeledes i perioder har været græsset mere intensivt, har de sidste 5 år været græsset med ca. 33 ton kvæg*dage/ha/år (Galloway). Et vintergræsset område på Sletten har været græsset med ca. 50 ton kvæg*dage/ha/år.

Antal insekter og edderkopper

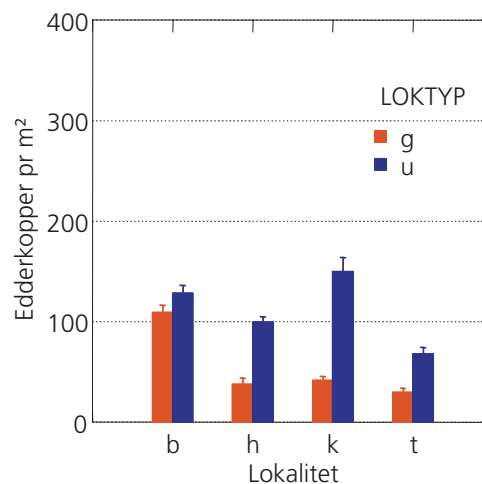
Sugeprøver

I sugefangsterne der her er vægtet højest, bl.a. fordi der fanges fra fast overfladeareal hvorved resultaterne kan omsættes til antal dyr pr. m², blev det største antal insekter i 1999 fundet i det ekstensivt græssede areal på Buelund med ca. 500 insekter pr. m² (eller 700 dyr pr. m², hvis 2 ekstremværdier medtages, figur 1) og ca. 110 edderkopper pr. m² (figur 2). Der var ikke statistisk sikker forskel på antallet af insekter i det græssede og ugræssede område på denne lokalitet. De øvrige områder med mange insekter og edderkopper var herefter de ugræssede og græssede arealer ved Toggerbo samt det ugræssede område ved Helligkilde med ca. 470-415 insekter og 150-100 edderkopper pr. m².

Det mindste antal insekter pr. overfladeareal blev fundet i de græssede arealer ved Helligkilde og på Trehøje hvor der blev fundet 200-260 insekter og ca. 30 edderkopper pr. m².



Figur 1. Antal insekter pr m², Mols 1999, sug, g=græsset, u=ugræsset areal. b=Buelund, h=Helligkilde, k=Toggerbo og t=Trehøje. Pinde angiver statistisk usikkerhed (standard-error).



Figur 2. Antal edderkopper pr m², Mols 1999, forkortelser m.v. som i Figur 1.

På Sletten var der i 1998 på de ugræssede og græssede arealer 137 henholdsvis 78 insekter og 36 henholdsvis 11 edderkopper pr. m², og på Skovbjerg på de ugræssede og græssede områder 53 henholdsvis 61 insekter og 27 henholdsvis 19 edderkopper pr. m².

Resultaterne viser endvidere at sammenlignes de ugræssede og græssede områder på de forskellige lokaliteter, blev der i 1999 fundet følgende statistisk sikre forhold: Der var flere edderkopper i de ugræssede områder på alle lokaliteter undtagen Buelund, flere cikader i de ugræssede områder på Trehøje, Helligkilde og ved Toggerbo, flere dipterer i de ugræssede områder på Trehøje og ved Toggerbo, flere hymenopterer (myrer undtaget) på de ugræssede områder ved Helligkilde og på Sletten (1998), og flere tæger i det ugræssede område ved Helligkilde. For nogle artsgrupper var forholdet omvendt: flere biller totalt i de græssede områder ved Buelund og Toggerbo, flere rovbiller i de græssede områder på Buelund og ved Skovbjerg og flere myrer i det græssede område på Buelund.

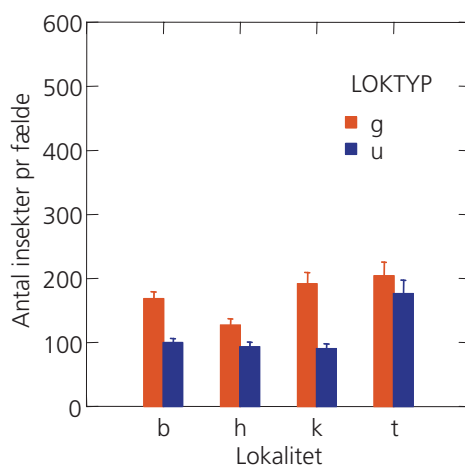
Der blev i 1999 endvidere i gennemsnit fundet ca. 12 rovbiller pr. m², og der var ikke stor forskel på antallet i de græssede og ugræssede områder. På Buelund blev der dog fundet 17 rovbiller pr. m² i det græssede område mod 9 dyr pr. m² i det ugræssede område. Af tæger blev der i gennemsnit fundet lige mange dyr pr. m² - ca. 43 - i de græssede og ugræssede områder. Kun ved Helligkilde var der signifikant flere tæger (47 pr. m²) i det ugræssede område end i det græssede område (20 pr. m²). Det største antal tæger (57 pr. m²) blev fundet i det græssede område på Trehøje, efterfulgt af 53 dyr pr. m² i det ugræssede område på Trehøje. Vedrørende cikader var de på alle lokaliteter betydeligt mere talrige i de ugræssede arealer (166-258 dyr pr. m²) sammenlignet med de græssede arealer (80-147 dyr pr. m²) med Buelund som undtagelse. Her blev der fundet 389 cikader pr. m² i det græssede område mod 230 dyr pr. m² i det ugræssede område.

Faldfælder

Faldfælderne er den fældemetode der hyppigst er anvendt i insektundersøgelser. Resultaterne fra faldfælderne der er et udtryk for aktiviteten af forskellige overfladeaktive insekter og edderkopper, viser et noget andet billede end resultaterne for sugefangsterne som det fremgår af figur 3.

I faldfælderne er der bortset fra Trehøje fanget statistisk sikkert flere insekter pr. fælde i de græssede områder sammenlignet med de tilsvarende ugræssede. Det højeste antal dyr pr. fælde blev fundet i det græssede område ved Toggerbo samt i de græssede og ugræssede område ved Trehøje. På disse lokaliteter blev der fundet 390-440 insekter pr. prøve. Også på Sletten blev der i 1998 i faldfælderne fanget flest insekter i det græssede område.

På gruppeniveau er det især tydeligt at der i faldfældematerialet er fundet signifikant flere løbebiller i de græssede områder på alle lokaliteter undtagen på Sletten.



Figur 3. Antal insekter pr. faldfælde, Mols 1999, Forkortelser m.v. som i figur 1.

Linietaksering af dagsommerfugle

Linietaksering af dagsommerfuglene viste, at der på Buelund i det græssede areal blev observeret 40-54 sommerfugle og i det ugræssede areal 96-116 sommerfugle pr. 100 m linietaksering. På Trehøje var observationerne få, og for både det græssede og ugræssede areal blev der kun set 6-7 sommerfugle pr. 100 m transekt. På det sommergræssede overdrev Sletten blev der observeret 87-97 dagsommerfugle pr. 100 m linietranssekt, og på det vintergræssede tilstødende areal, hvor hver sommer svarer til 1. år efter græsning, idet vegetationen vokser frit i hele sommerperioden, blev der observeret 125-153 dagsommerfugle pr. 100 m transekt.

Antal arter af insekter og edderkopper

Af de indsamlede dyr blev der i 1999 i alt artsbestemt 3.316 rovbiller, 5.353 løbebiller, 8.788 edderkopper, 4.097 tæger og 3.726 cikader. Ved artsbestemmelsen har det ofte ikke været muligt at bestemme juvenile dyr til art hvorfor de er udeladt i de videre analyser, ligesom de få løbebiller i sugefangsterne heller ikke er bestemt.

Fordelingen af antallet af arter på de forskellige grupper fanget i sugefælder henholdsvis faldfælder er sammenstillet i tabel 1.

Tabel 1. Antal rovbille-, løbebille-, edderkoppe-, cikade- og tægearter indsamlet ved sug (S) og faldfælder (F), Mols, 1999.

	Arter i alt	I græssede områder	I ugræssede områder
Rovbiller	89	71 (F 67, S 27)	63 (F 57, S 28)
Løbebiller	48	41 (F 41, S -)	34 (F 34, S -)
Edderkopper	131	83 (F60, S67)	112 (F74, S74)
Cikader	41	39 (F27, S33)	36 (F34, S25)
Tæger	56	39 (F25, S33)	36 (F13, S30)

Af dagsommerfugle blev der observeret 38 arter hvoraf der på Buelund blev set 27 arter i det græssede område og 29 arter i det ugræssede område. På Sletten blev der set 24 arter i både det sommergræssede og vintergræssede område. Kontrolområdet på Sletten var for lille til at kunne bruges til linietaksering.

I den del af sugeprovematerialet der er blevet bestemt til art, blev der i 1999 for alle områder fundet færre edderkoppearter i de græssede arealer end i de tilstødende ugræssede arealer. Af insekter (rovbiller +tæger +cikader) blev der fundet flere arter i de græssede områder på Buelund og Trehøje end i de tilstødende ugræssede arealer. For insekter + edderkopper tilsammen blev der dog kun på Buelund fundet flere arter i det græssede område sammenlignet med det tilstødende ugræssede område. Hvis man imidlertid for at få et billede af de karakteristiske arter på alle lokaliteter, fravælger de arter der kun forekommer i op til 2 individer (tilfældige fund) blev der på alle lokaliteter fundet flere arter i de ugræssede arealer sammenlignet med antallet af arter i de tilstødende græssede arealer.

I alt er der indsamlet og/eller bestemt over 450 insekt- og edderkoppearter. I indsamlingsmaterialet fra 1999 blev der fundet 53 insekt- og edderkoppearter som blev klassificeret som sjældne ud fra deres forekomst i Danmark. I materialet fra årene 1997-1998 blev der fundet yderligere 2 sjældne insektarter.

Løbebiller

Antallet af løbebiller, der her kun blev registreret i faldfælderne, var for flere arter betydeligt større i prøverne fra de græssede områder end i prøverne fra de ugræssede områder. Også nogle af de sjældne arter optrådte mest talrigt i prøverne fra de græssede områder. En talrig art som *Calathus micropterus* blev dog kun fundet på de ugræssede arealer, ligesom *Amara communis* og *Pterosticus niger* blev fundet i langt større antal i de ugræssede områder end i de græssede områder.

Når man med faldfælder fanger flere løbebiller i de græssede områder end i de ugræssede områder, kan det til dels skyldes større aktivitet af disse biller i de græssede område - måske forårsaget af lavere vegetation som er nemmere at bevæge sig igennem, samt højere temperatur ved jordoverfladen sammenlignet med forholdene i de ugræssede områder med høj, tæt vegetation.

Rovbiller

Arter som *Atheta fungi* og *Stenus impressus* synes at forekomme med tætte bestande i de ugræssede områder, medens arter som *Amischa bifoveolata* og *Xantholinus linearis* optræder mere talrigt i de græssede områder. Mærkeligt nok er disse arter mest talrige i faldfælderne i de ugræssede områder hvilket illustrerer en af vanskelighederne ved at tolke resultater fra faldfældeindsamling. Endvidere blev der fundet en række arter i faldfælderne som ikke blev fundet i sugepøverne - og omvendt.

Tæger

Antallet af tægearter lå i de ugræssede områder på 16-23 arter (Buelund ugræsset dog kun 13 arter) hvor der i de græssede områder var 20-22 arter og 25 arter på det græssede område på Buelund. Af de 56 fundne tægearter var der 20 arter som ikke forekom i de ugræssede områder, medens der var 17 arter som ikke forekom i de græssede områder. Græsningen har således for tæger haft stor indflydelse på artssammensætningen. Når visse tægearter forekommer mere talrigt i de græssede områder, kan det formentlig bl.a. tilskrives det forhold at græssede områder sommeren igennem har nyspirede grønne plantedele der kan være til gavn for nogle tægearter.

Cikader

Både sugefangster og faldfælder viste samstemmende at artssammensætningen for cikader blev ændret ved græsning, og der var tendens til forekomst af flere arter af cikader i de græssede områder sammenlignet med de ugræssede områder. Nogle cikadearter optrådte endvidere kun på de ugræssede arealer, medens andre arter forekom alene på de græssede arealer. En række arter var især talrige i de ugræssede områder, medens andre arter var talrige især på de græssede arealer.

Edderkopper

Ud over resultaterne omtalt i afsnittet om ”Antal insekter og edderkopper” og afsnittet om ”Antal arter af insekter og edderkopper”, viser resultaterne bl.a. at for edderkoppernes vedkommende var der enkelte arter der synes at have gavn af græsning, men for alle lokaliteter var det samlede antal edderkoppearter mindre i de græssede områder sammenlignet med de tilstødende ugræssede arealer, Buelund dog undtaget.

Dagsommerfugle

Sommerfugleanalyserne viste at på Buelunds græssede areal var der signifikant flest individer af Spættet bredpande (*Pyrgus malvae*), Komma bredpande (*Hesperia comma*), Foranderlig blåfugl (*Plebejus idas*) og Almindelig blåfugl (*Polyommatus icarus*), medens de fleste øvrige mange arter mere synes tilknyttet det ugræssede areal. De førstnævnte 3 dagsommerfuglearter synes især knyttet til solåbne habitater med lav vegetation der bl.a. opstår ved græsning. Kun få arter af dagsommerfugle synes således at have haft gavn af sommergræsningen på Buelund. Det vintergræssede område på Sletten havde større forekomst af flere arter i antal end det sommergræssede overdrev på Sletten. Dette kan formentlig hænge sammen med at vegetationen her hver sommer på det vintergræssede område svarer til 1. år efter græsning idet vegetationen hver sommer vokser frit og hermed repræsenterer et tidligt successionsstadium uden græsning.

Sjældne arter

Blandt de mere karakteristiske, hyppigt forekommende sjældne arter på de græssede arealer, skal især nævnes løbebilleren *Harpalus rufipalpis*, edderkoppearterne *Hypsosinga albobittata*, *Meioneta beata* og *Zelotes praeficus*. Blandt de hyppigt forekommende sjældne arter der især blev fundet i de ugræssede arealer, skal fremhæves rovbillen *Mycetoporus punctus*, edderkoppearterne *Cephalocotes obscurus* og *Hahnina montana* samt cikaden

Rhytistylus proceps. Endvidere blev de sjældne cikadearter *Muellerianella fairmairei* og *Jassargus allobrogicus* fundet hyppigt, og med undtagelse af et enkelt individ, alene i de ugræssede arealer.

Miljøvariable

En multivariabel analyse af resultaterne fra sugepøverne udført ved hjælp af programpakken CANOCO viste at for rovbiller, cikader og edderkopper havde de indsamlede data størst og signifikant correlation til det samlede græsningstryk i løbet af de sidste 5 år, medens der for tæger var størst correlation til jordens pH og for løbebiller størst correlation til den målte halve vegetationshøjde.

Diskussion

Undersøgelsen har vist at den udførte græsning har haft afgørende indflydelse på faunaen af insekter og edderkopper idet såvel antal som artssammensætning er forskellig i de græssede og ugræssede områder. De to indsamlingsmetoder: sug af insekter og faldfældeindsamling giver meget forskellige resultater både antalsmæssigt og på artsniveau. Faldfældemetoden som generelt er den mest udbredte i insektundersøgelser, bl.a. fordi den er nem at bruge og giver relativt mange dyr, har bl.a. den svaghed at det kun er overfladeaktive dyr med vidt forskellig aktivitetsniveau der indfanges. Faldfældfangster kan ikke som ved sug, relateres til antal dyr pr. m². Problemer ved at tolke resultater af faldfældeindsamlinger er beskrevet af bl.a. Adis (1979) og Spence og Niemelä (1994). Sugefangster har omvendt bl.a. den svaghed at store biller som løbebiller kun vanskeligt bliver opsuget med den anvendte sugemaskine.

Med udgangspunkt i sugepøverne viser resultaterne at det største antal individer pr. m² blev fundet på Buelund og ved Toggerbo (400-500 dyr pr. m²). I modsætning til de øvrige undersøgte områder er disse to lokaliteter områder der har været dyrket langt op i 1900 tallet hvilket måske indikerer at forladte dyrkede områder i mere tidlige successionsstadier er vigtige insektlokalitetsområder.

For alle undersøgte grupper gælder det at nogle arter synes at have gavn af græsning, medens andre arter slet ikke eller kun undtagelsesvis forekommer i de græssede arealer. De arter der forekommer hyppigst i græssede områder, synes i overvejende grad at være arter tilknyttet lysåben, lav vegetation der bl.a. forekommer i græssede områder.

Sammenligning med andre danske undersøgelser

Sammenlignes resultaterne i denne undersøgelse med andre danske undersøgelser (Reddersen 1992, Jørgensen 1995, 1998), er der mange sammenfald i resultaterne selvom de er foretaget andre steder på Mols (Reddersen, 1992) eller på Amager (Jørgensen, 1995, 1998) hvor effekten af introduktion af græsning til et område er blevet undersøgt (græsning her påbegyndt i 1990).

I begge disse undersøgelser har der som i denne undersøgelse, været brugt insektsuger.

Reddersen (1992) der brugte en såkaldt D-vac til at opsuge insekter med, fandt at antallet af insekter i 1991-92 tæt ved Molslaboratoriet var på 456-846 dyr pr. m² i de ugræssede områder og 73-509 dyr pr. m² i hegninger med forskelligt græsningstryk. Han fandt endvidere at i forhold til de afgræssede områder var der i 1991 flest biller, tæger, hymenopterer, sommerfugle, netvinger, dipterer, edderkopper, bænkebidere m.v. i de ugræssede områder hvorimod der blev fundet flest cikader i et par helårsgræssede områder. I 1992 blev set samme tendens, men nu blev der fundet flest cikader i et ugræsset område. Også antallet af arter i de forskellige områder viste samme tendens. De langtids-ugræssede områder havde det største artsantal, og de græssede/slåede arealer det (markant) laveste artsantal. Artsantallet i de vintergræssede områder lå derimellem.

Jørgensen (1995,1998) fandt på Amagerlokaliteten bl.a. at antallet af flere insektgrupper (myg, cikader, tæger, snyltehvepse, edderkopper og biller) var større i et ugræsset kontrolområde end i de fleste græssede parceller med forskelligt græsningstryk (0,7-2,1 kvæg/ha) hvorimod især antallet af fluer var stort på de afgræssede parceller. Antallet af insekter pr. m² på Amager ligger tilsyneladende en del under antallet i Mols Bjerger idet der på Amager i perioden 1992-1996 i den ugræssede parcel blev fundet 53-195 dyr pr. m² og i de afgræssede parceller 22-116 dyr pr. m². Reddersen (1992) fandt her langt højere tal på Mols, ligesom der i denne undersøgelse i 1998-99 blev fundet 80-470 dyr pr. m² i de ugræssede områder og 80-500 dyr pr. m² i de afgræssede områder. Både i Mols Bjerger og på Amager svingede insektbestandene dog betydeligt fra år til år.

Jørgensen (1995) fandt endvidere som i denne undersøgelse, at tægernes artsammensætning ændredes ved afgræsning, - et forhold han tilskriver den ændrede vegetationstruktur og/eller klima/mikroklima samt nyspiring af græs i de græssede områder idet der endnu ikke i de første år var sket en ændring af florasammensætningen som følge af afgræsningen. I Mols Bjerger har langtidsgræsning medført ændring af florasammensætningen (Buttenschön & Buttenschön i denne rapport), og ændringen synes størst på Buelund med den mest extensive græsning. Endelig fandt Jørgensen på Amager at nogle tægearter kun forekom i den ugræssede parcel. Af arter der i de ugræssede områder både blev fundet på Amager og på Mols, kan nævnes tægearterne *Leptoterna ferrugata* og *Myrmus miriformis*. Arterne *Plagiognathus chrysanthemi*, *Acalypta parvula* og *Nysius thymi* blev kun fundet i de afgræssede parceller. I de langtidgræssede områder på Mols var forholdet det samme for disse arter bortset fra *Acalypta parvula* der på Mols samlet blev fundet mest talrig i de ugræssede områder. Om cikader bemærker Jørgensen (1998) at ”de er gået meget tilbage i de afgræssede arealer”, men han kan ikke afgøre om dette skyldes en effekt af græsningen. I de langtidsafgræssede områder på Mols var der som vi har set, langt færre cikader i de afgræssede områder end i de ugræssede, med Buelund som undtagelse, hvorimod artsantallet kunne være større i afgræssede områder end i ugræssede.

Sammenligning med udenlandske undersøgelser

Udenlandske undersøgelser har vist at tægefaunaen er signifikant større i områder med nylig ophørt græsning (Morris 1969). Morris (1973) fandt endvidere at områder med forårs- og sommergræsning havde færre tægearter end områder med efterårs- og vintergræsning. I en anden undersøgelse (Morris 1971a) vises det endvidere at intensiv græsning kan reducere antallet af såvel individer som arter af cikader. Morris (1971a,b), Andrzejewska (1965) og Waloff & Solomon (1973) viser alle samstemmende at vegetationsstruktur, stratifikation eller arkitektur har afgørende indflydelse på forekomsten af cikader. Denne undersøgelse har vist at edderkopperne primært er tilknyttet ugræssede områder eller extensivt græssede områder med høj vegetation (Buelund) hvilket er i overensstemmelse med en engelsk undersøgelse over edderkoppers forekomst i forskellige habitater (Downie et al. 1995). Efter en multivariabel analyse konkluderer Downie et al. endvidere at vegetationsstrukturen er en af de variable der kontrollerer forekomsten af edderkopper i et område. Edderkopper der forekommer hyppigt i græssede områder, betegnes ofte som kolonisorer (Rushton and Eyre 1989), og Siepel et al. (1989) konkluderer i en anden undersøgelse at næringstilførsel til et område, høslæt og græsning har afgørende negativ indflydelse på antal såvel som artsdiversitet af faunaen af edderkopper, biller m.v. Græsningspleje der sigter mod at optimere planteartsdiversiteten, synes at nedsætte vegetationstrukturen hvilket udelukker mange insektarter fra at etablere sig (Gibson et al. 1992). Udenlandske undersøgelser peger endvidere på at ophør af græsning, evt. kombineret med rotationsgræsning og evt. høslæt, kan have positiv indflydelse på insektfaunaen

Konklusion

Det kan konkluderes at stor artsrigdom af insekter og edderkopper i et område hænger nøje sammen med en varieret mosaik af mikrohabitater som skabes ved en kombination af uberørte og varieret plejede områder. En satsning alene på græsningspleje synes ikke at egne sig til at bevare en talrig og artsrig fauna, men langtidsgræssede arealer kan, især hvor græsningen udføres ekstensivt, sammen med ugræssede arealer bidrage til at det samlede artsantal af insekter og edderkopper øges i et område.

Kilder

Adis, J. (1979):

Problems of Interpreting Arthropod Sampling with pitfall Traps. Zool. Anz. fenar 202: 177-184.

Andrzejewska L. (1965):

Stratification and its dynamics in meadow communities of Auchenorrhyncha (Homoptera). Ekol. Pol. A. 13: 687-715.

Bülow-Olsen, A. (1980):

Changes in the species composition in an area dominated by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. as a result of cattle grazing. *Biological Conservation* 18: 257-270.

Christensen, P. R. (2001):

Linietaxering af dagsommerfugle i Mols Bjerger 1997-1999. Notat til Naturhistorisk Museum.

Downie, I.S., J. E. L. Butterfield and J.C. Coulson (1995):

Habitat preferences of sub-montane spiders in north England. *Ecography* 18: 51-61.

Gjelstrup, P., Lars Dyhrberg Bruun, Søren Tolsgaard, Thorkild Munk og Kaare With Jensen (2000):

Kulturgræsnings indflydelse på forekomst af edderkopper, tæger og cikader i intensivt græssede naturområder opstået efter opgivet agerdyrkning på Mols. – Rapport til Kulturministeriet.

Gibson C.W.D., V.K. Brown, L. Losoto & G.C. McGavin (1992):

The response of invertebrate assemblies to grazing. *Ecography* 15:166-176.

Jørgensen M.L (1995):

Entomologiske undersøgelser. I: Henrik Olsen. Forskning vedr. Naturpleje. Vestamager, Årsrapport, 1994 KVL: 46-56.

Jørgensen M.L. (1998):

Entomologiske undersøgelser. I: Henrik Olsen og Niels Martin Schmidt: Forskning vedr. Naturpleje. Vestamager, Årsrapport, 1996-97 KVL: 57-60.

Morris, B.G (1969):

Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk Grasslands. *J. Appl. Ecol.* 6: 475-487.

Morris, B.G. (1971a):

Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. IV. Abundance and diversity of Homoptera-Auchenorrhyncha. *J. Appl. Ecol* 8: 37-52.

Morris, B.G. (1971b):

The management of Grassland for the conservation of invertebrate animals. - *Symp Br. Ecol. Soc.* 11: 527-552.

Morris, B.G. (1973):

The effects of seasonal grazing on the Heteroptera and Auchenorrhyncha (Hemiptera) of chalk Grassland. *J. Appl. Ecol.* 10:761-780.

Reddersen, J. (1992):

Effekt af græsning på leddyrfaunaen på græsoverdrev. *Flora & Fauna* 98: 63-75.

Rushton S.P. and M.D Eyre (1989):

The spider fauna of intensively managed agricultural grasslands. *J. Appl. Ent.*: 281-297.

Siepel H., J. Meijer, A.A. Mabelis and M.H. den Boer (1989):

A tool to assess the influence of management practices on grassland surface macrofaunas. *J. Appl. Ent.* 108:271-290.

Spence, J.R. & J. K. Niemelä (1994):

Sampling carabid assemblages with pitfall traps: The madness and the method. *The Canadian Entomologist* 126: 881-894.

Waloff N. & M.G. Solomon (1973):

Leafhoppers (Auchenorrhyncha: Homoptera) of acidic grassland. *J. Appl. Ecol.* 10: 189-212.



Foto: Henning Petersen

8. Græsningseffekt på jordlevende mikrolededyr

Henning Petersen, Peter Gjelstrup
Naturhistorisk Museum

Introduktion

Jordlevende mikrolededyr er en fællesbetegnelse for flere i øvrigt ikke nærmere beslægtede leddyrgrupper der på en række punkter deler de samme livsbetingelser og har visse fælles træk i udseende og levevis (Gjelstrup & Petersen 1987). De ligner bl.a. hinanden ved at være små, luftåndende dyr der for en stor del er knyttet til hulrum og porer i jorden eller mellem jordoverfladens lag af døde plantedele, førnen. De er kun i ringe grad i stand til at grave eller æde sig vej gennem jorden, og er derfor henvist til at benytte de i forvejen eksisterende hulrum i jordbunden (Petersen & Luxton 1982).

De normalt mest talrige mikrolededyrgrupper i jordbunden er mider og springhaler (= collemboler). Den gennemsnitlige bestandstæthed for et område er typisk mellem 10.000 og 100.000 springhaleindivider og mellem 10.000 og 300.000 mider pr. m² (Petersen & Luxton 1982), men der er i litteraturen nævnt tal på 650.000 pr. m² for springhaler og 1.700.000 pr. m² for mider (Gjelstrup & Petersen 1987). De fleste arter af springhaler lever af mikrosvampe og bakterier. Det samme er tilfældet med flere midegrupper, først og fremmest pansermider, fedtmider og en del fløjlsmidearter. Rovmider og mange fløjlsmider lever derimod som rovdyr på andre mikrolededyr eller rundorme. Mikrolededyrene er i alle tilfælde led i det fødenet der starter med svampe og bakterier som er de egentlige (primære) nedbrydere af døde plantedele. Det har, bl.a. ved laboratorieforsøg eller feltforsøg med udelukkelse af mikrolededyr fra det døde plantemateriale vha. fintmasket net, vist sig at mikrolededyr spiller en afgørende katalytisk rolle ved at stimulere mikroorganismernes stofskifte og derved accelerere nedbrydningshastigheden (f.eks. Ineson et al. 1982, Seastedt 1984).

Produktionen af svampe og bakterier som er det væsentlige fødegrundlag for mikrolededyrene, er afhængig af tilførslen af dødt organisk stof fra planterne. Den svært nedbrydelige del af det organiske stof indgår desuden i form af humus i selve overjordens struktur. Udover at være grobund for mikroorganismer, kan humus i lighed med ler have en vigtig funktion ved at sammenkitte jordens mineralkorn til jordaggregater. Jordens struktur er sammen med det organiske stofs vandbindende evne vigtig for jordens vandbalance og iltforsyning. Jordstrukturen er også bestemmende for størrelsesfordelingen af jordporer og dermed for mikrolededyrfaunaens mulighed for at leve der (Weis-Fogh 1948). På næringsfattig bund som f.eks. i Mols Bjerger, er nedbrydningen af døde plantedele ofte langsom hvilket fører til ophobning af organisk stof på jordoverfladen (mordannelse) og lavt pH. Morjord indeholder ofte et større antal mikrolededyr end muldjord hvor

der er stor opblanding af organisk og mineralsk materiale, og hvor større jordbundsdyr, især regnorme, dominerer (Bornebusch 1930, Petersen & Luxton 1982).

Græsning kan påvirke mikrolededyrfaunaen på flere forskellige måder. Virkningen skyldes stort set de samme faktorer som påvirker vegetationen, nemlig fjernelse af plantemateriale, gødskning med ekskrementer og urin samt nedtrædning (Arnold 1964, citeret fra Morris 1978).

Når de græssende dyr æder planterne, vil mindre materiale blive tilført jordoverfladen. Dette vil betyde mindre næring for mikrofloraen og dermed mindre vækst og følgelig mindre føde til de svampe- og bakterieædende mikrolededyr. Det vil også medføre en reduktion af førnelaget (Bülow-Olsen 1980 a) som er et vigtigt levested for især de større mikrolededyr. Både reduktion af den levende og den døde overjordiske plantebiomasse vil muliggøre større solindstråling til jordoverfladen og opvarmning af de øverste jordlag (King & Hutchinson 1976) og større døgnfluktuationer i fugtighed og temperatur (Waterhouse 1955, citeret fra Curry 1987).

Græsningsdyrene fjerner næringsstoffer fra et plantesamfund ved deres fødeoptagelse. På den anden side medfører produktion af ekskrementer og urin en pletvis koncentreret næringstilførsel og fremkomsten af specielle mikrohabitater for faunaen (Curry 1987). Samspejlet mellem afgræsning og afgivelse af gødning og urin vil resultere i en omfordeling og koncentration af plantenæringsstoffer i et græsset areal hvilket kan medføre at springhale-tætheden er mange gange større under f.eks. kokasser end i den omgivende jord (Davidson 1979).

Nedtrædning vil også bidrage til reduktion af førnelaget, bl.a. ved at aktivere nedbrydningsprocessen (Bülow-Olsen 1980 b). Endelig kan nedtrædningen resultere i en mere kompakt jord hvor jordporerne bliver snævrere (King & Hutchinson 1976). Derved indskrænkes levedmulighederne for specielt de større arter af mikrolededyr (Weis-Fogh 1948).

I denne undersøgelse sammenlignes springhale- og pansermiddefaunaen i langtidsgræssede indhegninger og ugræssede naboområder på samme jordbundstype med hovedvægt på resultater fra 1999 hvor det indsamlede faunamateriale var størst og derfor muliggjorde den sikreste statistiske basis for konklusioner om græsningens effekt. Resultaterne fra undersøgelsen vil bl.a. blive sammenlignet med en undersøgelse af springhalefaunaens succession igennem 14 år efter påbegyndelse af græsning af et tidligere dyrket overdrevsområde på Mols (Petersen et al. 2001).

Forsøgsdesign og metoder

Der blev i forsøgsperioden 1997 – 99 taget prøver på 6 forskellige lokaliteter i Mols Bjerge: Buelund, Sletten, Helligkilde, Skovbjerg, Toggerbo og Trehøje. For nærmere beskrivelse af lokaliteterne se Bilaget. Prøvetagningen blev udført på 2 tidspunkter, hhv. maj-juni og oktober-november, i hvert af

årene. Der blev taget prøver på Buelund og Trehøje hvert år, medens Sletten og Skovbjerg blev undersøgt i 1997 og 1998 og Helligkilde og Toggerbo kun i 1999.

Antal og lokalisering af prøvestationer på hver lokalitet var sammenfaldende med dem som blev benyttet til indsamling af insekter og edderkopper omtalt side 125-126. I 1997 blev prøverne taget langs en transekt på tværs af et hegn mellem et græsset og ugræsset område i afstande på 1, 5 og 20 m fra hegnet. I 1998 var 3 prøvesteder placeret på tilfældige positioner indenfor hvert delområde. Delområderne var på Buelund og Trehøje hhv. græsset og ugræsset, medens der på Sletten og Skovbjerg var 3 prøvesteder i både et sommergræsset, et vintergræsset og et ugræsset delområde. Det ugræssede delområde på Sletten bestod af 2 små frahegninger på grænsen mellem den sommer- og vintergræssede fenne. I 1999 blev der taget prøver på 5 tilfældigt valgte steder i hhv. græssede og tilstødende ugræssede områder på lokaliteterne Buelund, Helligkilde, Toggerbo og Trehøje.

På hver prøvestation blev en cylindrisk prøve (10 cm dyb, prøveflade 25 cm²) af overfladevegetation, førn og øverste jordlag taget med et jordbor (benævnt ”jordprøver”). Mikrolededyrene blev uddrevet fra prøverne i stejlgredient uddrivningsapparater (Gjelstrup & Petersen 1987) i løbet af 10 dage hvor overfladetemperaturen gradvist blev hævet fra 30°C til 60°C. De uddrevne dyr blev efter frasortering af jord- og plantemateriale vha. en glycerol-flotationsmetode (Gjelstrup & Petersen 1987) opbevaret i 70 % alkohol (mider) eller i glycerol (springhaler og andre leddyr) indtil optælling og artsbestemmelse vha. mikroskop.

Med henblik på at kunne forklare eventuelle effekter af græsning på jordbundsfaunaen ud fra ændring af miljøfaktorer som vides at have betydning for jordens mikroledyrfauna (se indledningen), blev nogle jordfaktorer målt i tilknytning til prøvetagningen. Vandindholdet i jordprøverne blev målt ved vejning af prøverne før og efter uddrivning. Jordens pH blev målt på jordprøverne fra oktober 1999 efter uddrivning af mikrolededyrene. Målingen blev udført i destilleret vand efter dansk standard. Til måling af førnens tørvægt blev 5 prøver (hver med 95 cm² overflade) af førn (her forstået som det relativt løse organiske overfladelag ned til begyndelsen af mineraljorden) iblandet grøn vegetation afklippet på tilfældige steder indenfor hver prøvestation i juni og august 1999. Prøverne blev sorteret i grønt og dødt organisk materiale og vejnet efter tørring. Jordens kompaktion eller gennemtrængelighed blev målt for hver cm fra mineraljordens overflade til 30 cm dybde på hver prøvestation benyttet i 1999 vha. et elektronisk penetrometer (Olsen 1988).

Resultater

Springhaler

Der blev fundet i alt 61 springhalearter på alle lokaliteter, 50 på (sommer)græssede, 47 på ugræssede og 31 på vintergræssede områder. Det lave antal arter på vintergræssede delområder skyldes givetvis at den græsningstype

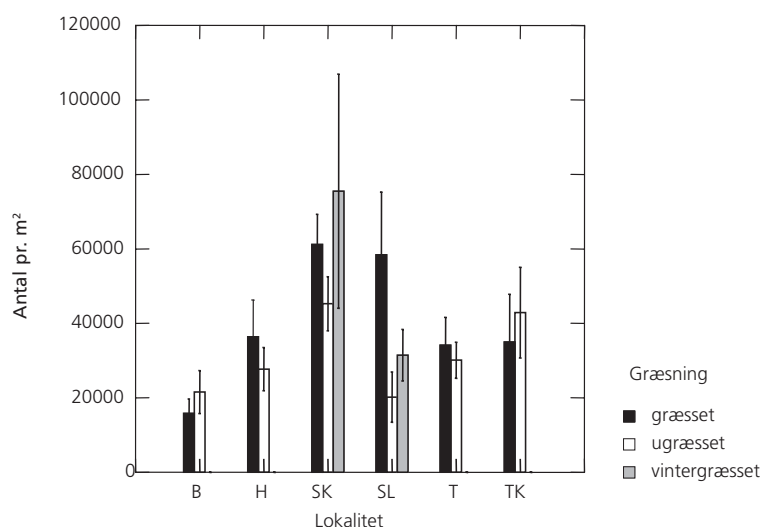
kun fandtes på 2 lokaliteter. På de enkelte delområder blev det højeste artsantal (26) fundet dels på Buelund, græsset, dels på Trehøje, ugræsset (tabel 1).

Tabel 1. Gennemsnitligt individantal pr. 1/1000 m² af springhaler (sum af alle arter) og antal af arter/artsgrupper (i parentes) for hver lokalitet og græsningstype i 1998-99. Statistisk sikkerhed beregnet fra Kruskal-Wallis (Mann-Whitney) ikke-parametrisk test ($P < 0.05$).

	Buelund	Helligkilde	Skovbjerg	Sletten	Trehøje	Toggerbo
U: ugræsset	21.6 (24)	27.7 (23)	45.3 (22)	20.2 (19)	30.1 (26)	42.8 (24)
G: græsset ("sommer")	15.9 (26)	36.4 (19)	61.2 (20)	58.4 (23)	34.1 (16)	35.0 (21)
V: græsset ("vinter")	-	-	75.5 (20)	31.5 (23)	-	-
Statistisk sikker græsningseffekt for springhaler som gruppe	nej	nej	nej	G>U ($P=0,025$)	nej	nej
Antal arter med statistisk sikker græsningseffekt	G>U: 1 U>G: 2	G>U: 3 U>G: 3	ingen	G=U>V: 1 G=V>U: 2 G>U=V: 1	G>U: 3 U>G: 8	G>U: 1 U>G: 2
Statistisk sikker ændring over tid	nej	ja (græsset)	nej	ja (ugræsset)	nej	nej

Det laveste (16) blev fundet på Trehøje, græsset. Artsantallet kunne tyde på at der på let til moderat græssede områder (Buelund, Sletten) er relativ høj diversitet, medens der på områder der er eller tidligere har været relativt hårdt græssede (Helligkilde, Trehøje), er en særlig lav diversitet.

Den gennemsnitlige bestandstæthed af springhaler som samlet gruppe (figur 1, tabel 1) var størst på Skovbjergs vintergræssede del og mindst på Buelunds græssede del. Der var dog ikke statistisk sikre forskelle mellem græsningstyperne på de enkelte lokaliteter undtagen på Sletten hvor den sommergræssede del havde større springhale-tæthed end den ugræssede del. Det



Figur 1. Gennemsnitlig bestandstæthed for springhaler som samlet gruppe på alle delområder i 1998-99 (4 prøveserier). - Lokaliteter (Antal prøver pr. delområde i parentes): B: Buelund (16), H: Helligkilde (10), SK: Skovbjerg (6), SL: Sletten (6), T: Trehøje (16), TK: Toggerbo (10). Lodrette streger viser den statistiske usikkerhed på middelværdierne.

kan ikke udelukkes at den meget ringe udstrækning af det ugræssede areal på denne lokalitet, kan have betydning for springhaletætheden. Den lave middeltæthed på den græssede del af Buelund skyldtes særligt lave tal fundet ved prøvetagningerne i 1999, især prøveserien fra juni 1999. På Trehøje hvor der også blev taget prøver i begge år, var der derimod ikke lavere springhaletæthed i 1999 end i 1998.

Et antal arter viste statistisk sikre forskelle i populationsstørrelse mellem de tre forskellige græsningstyper (tabel 1, tabel 2). I 11 tilfælde var der flere på sommergræssede end på ugræssede delområder indenfor samme lokalitet. I 15 tilfælde var der større populationer på ugræssede end i græssede områder. Typisk var større arter der er knyttet til førnelaget, f.eks. arter indenfor slægterne *Pogonognathellus*, *Lepidocyrtus*, *Entomobrya* og *Orchesella*, mindre almindelige i græssede end i ugræssede områder, men også mindre arter, f.eks. *Isotomiella minor* og *Micranurida pygmaea* der ofte er knyttet til råhumusjorder med lav pH, viste størst populationstæthed i ugræssede

Tabel 2. Gennemsnitligt individantal pr. 1/1000 m² af de springhalearter og/eller artsgrupper, der er mest dominerende på et eller flere af de 14 delområder undersøgt i 1998-1999. Arterne er arrangeret efter faldende dominans beregnet på basis af det samlede datamateriale fra alle lokaliteter og græsningstyper. Den mest dominerende art på hvert enkelt delområde er fremhævet med fed skrift. Tonedede felter angiver 3 forskellige niveauer af statistisk sikkerhed for sammenligning mellem græsningstyper baseret på Mann-Whitney ikke-parametrisk test: P<0,001 (mørk), P<0,01 (mellemtone) og P<0,05 (lys).

A: Resultater fra Buelund og Trehøje 1998-99 og Helligkilde og Toggerbo 1999								
Gruppe/art	Buelund		Helligkilde		Trehøje		Toggerbo	
	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset
Folsomia manolachei	0,2	0	18,6	10,8	4,8	11,3	9,1	24,2
Isotoma notabilis	4,8	1,4	2,5	4,1	10,4	0,5	13,0	4,3
Isotomiella minor	0,9	8,1	0	3,5	0,8	1,8	0	0,5
Mesaphorura spp.	0,4	1,3	2,5	0,7	0,4	3,4	1,2	0,8
Onychiurus armatus s.l.	1,0	0,6	1,4	0,6	4,1	3,0	1,1	0,6
Isotoma viridis s.l.	1,6	3,9	2,3	0,7	4,1	0,03	0,6	2,3
Folsomia quadrioculata	0	0	0,3	0	6,0	0	0,8	0

B: Resultater fra Skovbjerg og Sletten 1998						
Gruppe/art	Skovbjerg			Sletten		
	Sommergræsset	Vintergræsset	Ugræsset	Sommergræsset	Vintergræsset	Ugræsset
Folsomia manolachei	5,9	6,2	1,1	27,5	0	0
Isotoma notabilis	8,1	5,4	9,0	4,0	9,3	1,9
Isotomiella minor	10,9	9,1	7,5	0,8	0	12,1
Mesaphorura spp.	6,3	23,2	4,9	2,2	0,3	0,3
Onychiurus armatus s.l.	10,5	9,2	9,8	0,9	3,1	0,3
Isotoma viridis s.l.	0,07	0	0,1	9,9	13,3	1,1
Folsomia quadrioculata	12,7	6,8	8,7	0	0	0

delområder. Arter indenfor *Isotoma viridis* gruppen var typisk mere almindelige i sommergræssede end i ugræssede delområder. Totalt set var arter indenfor *Folsomia quadrioculata*-gruppen (*F. manolachei* og *F. quadrioculata*) mest almindelige i de græssede delområder, men fordelingen var kompliceret idet der på nogle delområder var signifikant flere på de ugræssede parceller end på de græssede. På Trehøje var en art (*F. quadrioculata*) mest almindelig på den græssede del, medens en anden (*F. manolachei*) var mest almindelig på den ugræssede del. For flere arter gælder det at forskelle mellem græsningstyper er tydelig på lokaliteter med hede- eller overdrevsvegetation, men ikke på skovlokaliteten Skovbjerg.

En netop afsluttet undersøgelse af springhalebestandes langtids-succession efter introduktion af græsning på en græs-urtebevokset areal på Molslaboratoriets område (Petersen et al. 2001) bekræfter i væsentlig grad de her fundne resultater for springhaler, nemlig at artsantal og bestandstæthed af springhaler som gruppe er meget lidt forskellig i græssede og ugræssede delområder. Der var imidlertid et antal arter, specielt større arter knyttet til førnelaget, men også flere mindre arter knyttet til jordens poresystem der var negativt påvirkede af græsningen. Desuden havde 4 arter eller artsgrupper signifikant højere bestandstæthed i de græssede end i de ugræssede parceller. Bortset fra en enkelt art, er det de samme arter eller artsgrupper som i nærværende undersøgelse har vist sig at være mest almindelige i de græssede delområder, bl.a. *Isotoma anglicana* og to arter indenfor *Folsomia quadrioculata* gruppen.

Pansermider

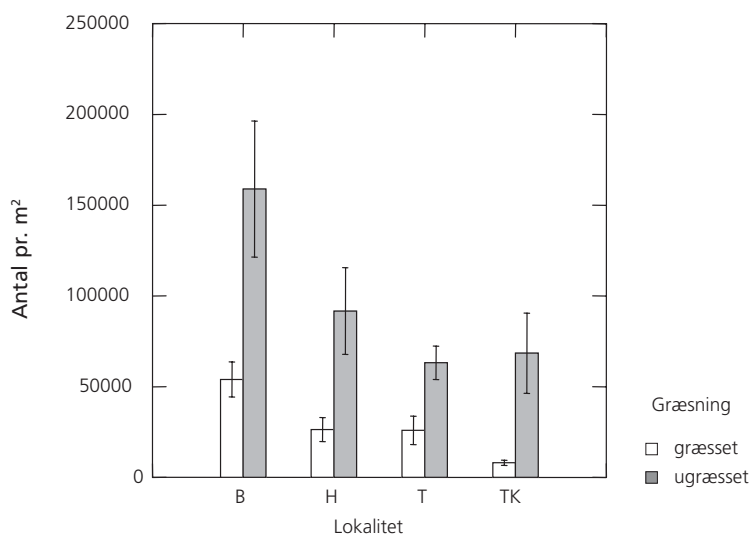
På alle undersøgte lokaliteter var individantallet pr. arealenhed af pansermider som samlet gruppe langt større i ugræssede områder end i græssede (tabel 3). På Toggerbo lokaliteten var der 8 gange flere pansermider pr. arealenhed på det ugræssede end på det græssede delområde. På de øvrige lokaliteter var der mellem 2 og 4 gange så tætte bestande i de ugræssede som i de græssede parceller. Det største antal pansermider blev i 1999 fundet i det ugræssede område på Buelund med ca. 160.000 individer pr m². Det laveste antal dyr blev fundet i det græssede område ved Toggerbo med ca. 8.000 individer pr m².

Tabel 3. Gennemsnitligt individantal pr. 1/1000 m² af pansermider (sum af alle arter) og antal arter/artsgrupper (i parentes) for sammenlignelige græssede og ikke græssede delområder i 1999 (gennemsnit af 2 prøveserier fra hhv. juni og oktober). Statistisk sikkerhed beregnet fra Kruskal-Wallis (Mann-Whitney) ikke-parametrisk test (P < 0.05).

	Alle lokaliteter	Buelund	Helligkilde	Trehøje	Toggerbo
U: ugræsset	95,5 (49)	158,8 (34)	91,7 (35)	63,2 (28)	68,4 (30)
G: græsset	28,9 (39)	54,0 (23)	26,4 (22)	26,0 (19)	8,1 (14)
Statistisk sikker græsningseffekt For pansermider som gruppe	U>G (P< 0,001)	U>G (P= 0,002)	U>G (P= 0,007)	U>G (P= 0,010)	U>G (P< 0,001)
Antal arter med statistisk sikker græsningseffekt	G>U: 2 U>G: 14	G>U: 2 U>G: 5	G>U: 4 U>G: 4	G>U: 2 U>G: 7	G>U: 0 U>G: 7

Også på artsniveau var der i 1999 store forskelle mellem de græssede og ugræssede områder (tabel 3). Der blev i alt fundet 52 arter eller artsgrupper, hvilket er et minimumstal idet de nævnte vanskeligt bestemmelige artsgrupper indeholder mere end en art. Heraf blev 49 fundet i de ugræssede og 39 i de græssede delområder. 13 arter blev alene fundet i de ugræssede områder og 3 arter alene i de græssede områder (2 af de sidstnævnte arter var kun repræsenteret ved et enkelt individ).

Den mest dominerende artsgruppe af pansermider i hele det indsamlede materiale bestod af arter inden for slægten *Suctobelba* (tabel 4). De udgjorde den mest dominerende pansermidegruppe i alle de ugræssede parceller, og var på alle lokaliteter statistisk sikkert mere individrige på ugræssede parceller end på de græssede naboparceller. Udover denne dominerende artsgruppe var der på alle lokaliteter bortset fra Helligkilde overvægt af arter som statistisk sikkert havde tættere bestande i de ugræssede parceller, sammenlignet med de tilstødende græssede parceller (tabel 3). Blandt disse arter med statistisk sikkert større bestandstæthed i ugræssede sammenlignet med tilstødende græssede parceller kan nævnes *Oppia ornata*, *Oppia splendens*, *Oppiella nova*, *Liocthonius zelawaiensis*, *Liocthonius zellnicki* og *Nothrus silvestris*.



Figur 2. Gennemsnitlig bestandstæthed af pansermider som samlet gruppe på alle delområder i 1999 (2 prøveserier à 5 prøver pr. delområde). - Lokaliteter: B: Buelund, H: Helligkilde, T: Trehøje, TK: Toggerbo. Lodrette streger viser den statistiske usikkerhed på middelværdierne.

Blandt de arter som var mest dominerende i de græssede parceller, havde *Tectocephus velatus* statistisk sikkert større bestandstæthed i de græssede sammenlignet med de ugræssede parceller på Helligkilde og Trehøje, mens det modsatte var tilfældet på Toggerbo lokaliteten (tabel 4). På Buelund var der ingen forskel mellem denne arts bestandstæthed i det græssede og ugræssede delområde. På alle lokaliteter synes *Oppia minutissima* at klare sig godt på både græssede og ugræssede delområder. Den var dog på Buelund, Helligkilde og Trehøje mere talrig i de græssede end i de ugræssede

Tabel 4. Gennemsnitligt individantal pr. 1/1000 m² af de pansermidearter og/eller artsgrupper der er mest dominerende på et eller flere af de 8 delområder undersøgt i 1999. Forklaring som i tabel 2.

Gruppe/art	Buelund		Helligkilde		Trehøje		Toggerbo	
	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset
Suctobelba spp.	4,3	36,4	3,8	14,4	0,7	18,4	0,08	14,9
Tectocephus velatus	6,3	6,3	9,8	0,5	2,2	1,8	0,4	3,6
Oppia minutissima	5,0	1,0	2,3	1,4	13,0	0,2	0,7	0,9
Platynothrus peltifer	7,3	9,4	0,9	0,2	0,3	1,2	0,3	2,4
Scheloribates laevigatus	4,9	0,9	0	0,08	0	0,08	1,0	0,6

delområder. Det var imidlertid kun på Trehøje at forskellen var statistisk sikker. Tilsvarende blev der fundet flest individer af *Scheloribates laevigatus* i de græssede områder på Buelund og ved Toggerbo sammenlignet med de tilstødende ugræssede områder. Denne art blev kun fundet sporadisk ved Trehøje og Helligkilde. *Platynothrus peltifer* var kun relativt almindelig på Buelund. Der var ingen statistisk sikker forskel på bestandstætheden i græssede og ugræssede naboparceller.

Af andre arter (ikke nævnt i tabel 4) som statistisk sikkert forekom i overvægt i de græssede områder sammenlignet med de ugræssede områder, kan nævnes *Peloptulus phaenotus* på Buelund samt *Carabodes willmanni* og *Banksinoma lanceolata* på Helligkildeområdet. *Liochthonius zelnicki* optrådte også i relativt stort antal i det græssede område ved Buelund, men var ellers tilknyttet de ugræssede arealer ved især Trehøje og Toggerbo hvor der var statistisk sikker overvægt i forhold til de tilstødende græssede arealer.

Denne undersøgelse viser at græsning generelt har betydelig negativ indflydelse på jordbundsfaunaen af pansermider, og kun få arter synes at kunne tilpasse sig forholdene i de græssede arealer. Nogle af disse er små arter som *Oppia minutissima* og *Liochthonius zelnicki* der lever i de snævre poresystemer mellem mineraljordens jordpartikler, men andre større arter som *Scheloribates laevigatus*, *Platynothrus peltifer*, *Tectocephus velatus* og *Platynothrus peltifer* er knyttet til fønelaget over mineraljorden.

Sammenligning mellem springhalers og miders forekomst i relation til græsning

Sammenligning mellem de to hovedgrupper af mikrolededyr viser at pansermider har langt større bestandstæthed end springhaler på de ugræssede dele af Buelund, Helligkilde, Trehøje og Toggerbo. På gruppeniveau reagerer de to mikrolededyrgrupper markant forskelligt på langvarig græsning idet pansermiderne på alle græssede delområder i 1999 havde lavere bestandstæthed end på de tilstødende ugræssede arealer, medens springhalebstanden på 4 af de 6 lokaliteter undersøgt i 1998-99 havde størst bestandstæthed på de græssede delområder. Forskellen var dog kun statistisk sikker på Sletten. Kun på Buelund var pansermidetætheden større end springhaletætheden på den græssede parcel, medens springhalerne var mere talrige end pansermiderne i Helligkilde-, Trehøje- og Toggerbo-indhegningen.

På de samme 4 lokaliteter varierede artsantallet af springhaler i de ugræssede delområder fra 24-26 og i de græssede delområder fra 16-26. De tilsvarende antal pansermidearter var 28-35 i de ugræssede og 14-23 i de græssede delområder. Der var således noget større artsantal af pansermider end af springhaler i de ugræssede delområder. Langtidsgræsningen har medført den kraftigste reduktion af pansermidernes artsrigdom således at springhalernes artsrigdom på de græssede parceller er lidt større end pansermidernes i lighed med hvad der var tilfældet for bestandstætheden.

De fleste springhale- og pansermidearter havde større bestandstæthed på de ugræssede end på de græssede delområder, men på de forskellige lokaliteter var der 1-3 springhalearter med flest individer på det græssede delområde (tabel 1). Kun på Trehøje var der stærk overvægt af arter med større bestandstæthed på den ugræssede parcel sammenlignet med den græssede. På alle lokaliteter bortset fra Helligkildeområdet var der flere pansermidearter som havde størst bestandstæthed på de ugræssede parceller, end arter som havde overvægt på de græssede parceller.

Udfra denne undersøgelse kan det konkluderes at pansermidefaunaen generelt er meget sårbar overfor langvarig græsning både hvad angår bestandstæthed og artsrigdom, medens den samlede springhalefauna stort set ikke påvirkes negativt af græsning. I begge faunagrupper er der arter som er påvirket negativt af græsningen, medens andre arter enten er upåvirkede eller synes at have fordel af græsning. Hos pansermiderne er antallet af arter som påvirkes positivt af græsning langt mindre end dem der påvirkes negativt hvorimod der er en mere ligelig fordeling mellem positivt og negativt påvirkede springhalearter.

Pansermider havde større sårbarhed overfor græsning end springhaler hvilket svarer godt til erfaringer fra andre undersøgelser over effekten af miljøforstyrrelser. Hvor pansermiders bestandstæthed generelt er høj og af samme størrelse som, eller større end, springhalernes i mange naturlige og seminaturlige jordbunde udenfor omdrift (Petersen & Luxton 1982), har pansermider ofte stærkt reduceret bestandstæthed og artsrigdom i konventionelt dyrkede marker. Rydning og 2 års dyrkning af et hedeområde på Mols som indledning til en successionsundersøgelse (Petersen & Gjelstrup 1987) betød at pansermiderne som før opdyrkningen havde en bestandstæthed på omkring 200.000 pr. m², næsten var forsvundet 1 år efter ophør af dyrkningen. Springhalernes bestandstæthed før opdyrkningen var ca. 30.000 pr m², var efter et stærkt fald atter på niveau med bestandstætheden i et urørt kontrolområde 1 år efter dyrkningens ophør

Forskellen i springhalers og pansermiders forskellige sårbarhed over for græsning eller miljøforstyrrelser i almindelighed kan bl.a. skyldes at der blandt springhalerne er flere arter med relativ kort generationstid og større reproduktionspotentiale end hos pansermiderne så springhalebestanden hurtigere kan reetableres efter en nedgang. Mange springhaler bevæger sig relativt hurtigt i forhold til de ofte meget langsomme pansermider. Den større mobilitet vil gøre det lettere for springhaler at undvige skadelige miljøpåvirkninger ved f.eks. at vandre dybere ned i jorden, og vil øge deres mu-

lighed for rekolonisering af områder der har været udsat for miljøstress. Mange pansermidearter er som voksne relativt store og knyttet primært til det porøse førne- og morlag på jordoverfladen hvor mikrofloraen er domineret af svampehyfer som er pansermidernes vigtigste fødekilde.

Jordfaktorerens betydning for mikroleddyrenes forekomst

Jordprøvernes vandindhold ved prøvetagningerne, pH målt på jordprøverne fra oktober 1999 samt vægt af førn og morlag målt på hver prøvestation i 1999 på hhv. ugræssede og tilstødende græssede delarealer blev sammenlignet (tabel 5), og deres grad af korrelation med springhalernes og pansermidernes bestandstætheder blev testet ved hjælp af Spearman's ikke-parametriske korrelationstest (niveau for statistisk sikkerhed antaget som $P < 0.05$). Yderligere blev målinger af jordens kompaktionsgrad vha. penetrometer sammenlignet med mikroleddyrenes bestandstætheder. Der blev konstateret kraftig indbyrdes korrelation mellem disse fysisk-kemiske faktorer. Derfor kan der ikke umiddelbart sluttes til direkte årsagssammenhænge i forhold til de enkelte faktorer udfra de konstaterede korrelationer med faunaen.

Jordbundens fugtighed

Jordbundens fugtighed hører til de væsentligste miljøfaktorer for mikroleddyrene hvor mange arter er tilpasset en tilværelse under konstant høj relativ fugtighed, og derfor ikke tåler udtørring. Selv i områder som f.eks. Mols Bjerges overdrev og heder hvor jordoverfladen let tørrer ud, er det kun i længerevarende tørkeperioder hvor planter med overfladisk rodsystem viser at den relative fugtighed i jordbundens porer få mm under overfladen falder under 100 % (Thamdrup 1939) og tvinger dyrene til at søge væk (Vannier 1970). På den anden side kan en vandmættet jord indsnævre det luftfyldte porerum og hindre luftudveksling hvorved det bliver mindre egnet som levested. Der er således publiceret både positive, negative og indifferente sammenhænge mellem jordbundsfugtighed og bestandstæthed af springhaler, og middelfugtige jorder har generelt større springhalebestande end både tørre og våde jorder (Petersen & Luxton 1982).

I den aktuelle undersøgelse var vandindholdet i jordprøverne fra prøvetagningerne i juni og oktober 1999 (tabel 5) statistisk sikkert højere i de ugræssede end i de græssede delområder på lokaliteterne Buelund, Helligkilde og Trehøje, medens der i området ved Toggerbo ikke var forskel mellem de to delområder. Der var heller ikke statistisk sikker forskel mellem de forskelligt græssede delområder på Skovbjerg og Sletten ved prøvetagningerne i 1998.

Der blev fundet positiv korrelation (statistisk sikker) mellem vandindhold og bestandstæthed af pansermider som gruppe hvis alle lokaliteter og prøvetidspunkter behandles samlet. En sådan klar sammenhæng blev derimod ikke konstateret for springhaler. Petersen et al. (2001) fandt ingen forskel mellem jordbundens vandprocent i græssede og ugræssede parceller på et tidligere dyrket overdrevsområde på Mols, men der var positiv korrelation mellem vandindhold i jorden og springhaletæthed indenfor hver græsnings-type.

Faktor	Buelund		Helligkilde		Trehøje		Toggerbo	
	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset	Græsset	Ugræsset
Vandindhold i jordprøve (% af tørvægt)	19,2	30,7	23,3	34,2	24,8	35,4	21,9	21,4
Førn (kg tørvægt/m ²)	1,4	3,0	1,5	1,6	1,5	4,1	0,6	1,7
pH (H ₂ O) i jordprøve	4,6	4,3	4,4	4,2	4,3	4,3	5,2	4,7

Tabel 5. Fysisk-kemiske jordfaktorer målt i forbindelse med delprojektet vedr. mikrolededyr i 1999. Tonedede felter angiver 3 forskellige niveauer af statistisk sikkerhed for sammenligning mellem græsningstyper baseret på Mann-Whitney ikke-parametriske test: $P < 0,001$ (mørk), $P < 0,01$ (mellemtone) og $P < 0,05$ (lys).

Vægt af førn og morlag

Laget af døde, mere eller mindre nedbrudte plantedele på jordoverfladen giver andre livsbetingelser for jordfaunaen end den underliggende mineraljord. Fødegrundlaget i form af svampe, bakterier, alger m.m. er anderledes end i mineraljorden, og i den øverste, mindst omdannede del er hulrummene imellem partiklerne større end i mineraljorden, og tillader derfor at større arter kan færdes der. Det øverste førnelag er udsat for temperatur- og fugtighedssvingninger i højere grad end den underliggende mineraljord hvilket er med til at give varierede livsbetingelser for mikrolededyrfaunaen.

Resultaterne fra denne undersøgelse viser at der statistisk sikkert var større mængde organisk overfladelag på de ugræssede sammenlignet med de græssede dele af Buelund, Trehøje og Toggerbo, men ikke på Helligkilde-lokaliteten (tabel 5).

Den samlede springhalefauna var ikke sikkert korreleret med vægten af det organiske overfladelag, men der var sikker positiv korrelation hos 3 arter/artsgrupper (*Micranurida pygmaea*, *Isotomiella minor*, *Pogonognathellus* spp.) og statistisk sikker negativ korrelation hos 4 arter/artsgrupper (*Folsomia lawrencei*, *Folsomia fimetaria*, *Isotoma notabilis*, *Isotoma viridis* s.l.). Disse korrelationer passer godt med fordelingen af springhalearter i forhold til delområdernes græsningstype. Arter med positiv korrelation til det organiske overfladelag havde størst individantal på ugræssede delområder, mens arter med negativ korrelation havde størst individantal på græssede delområder. I modsætning til springhalerne var den samlede pansermidebestand stærkt positivt korreleret med vægten af førn og morlag. Der var positiv korrelation både samlet for alle lokaliteter på de to prøvetagnings-tidspunkter og for hver enkelt lokalitet.

Jordens surhedsgrad

Jordens surhedsgrad (pH) var stærkt negativt korreleret med mængden af organisk stof på jordoverfladen, og på to lokaliteter Buelund og Toggerbo var der statistisk sikkert højere pH på det græssede delområde end på det ugræssede delområde. Springhalerne som samlet gruppe var ikke sikkert korreleret med pH, men de samme 3 arter, som var positivt korreleret med vægt af førn og morlag var negativt korreleret med pH, og de 4 arter som var negativt korreleret med vægt af førn og morlag, var statistisk sikkert positivt korreleret med pH. Pansermider som samlet gruppe var sikkert negativt korreleret med pH når testen var baseret på data fra alle lokaliteter.

Tests baseret på data fra hver enkelt lokalitet viste kun statistisk sikker korrelation for Toggerbo.

Jordens kompaktionsgrad

Målinger igennem jordhorisonten med et automatisk penetrometer (Olsen 1988) viste at jordens grad af kompaktion (hårdhed) var betydeligt større i de græssede end i de tilstødende ugræssede områder. På Trehøje f.eks. var penetreringsmodstanden i det græssede område i gennemsnit for de øverste 10 cm mineraljord 1,8 Mpa (Megapascal, en måleenhed for tryk) hvor den i det ugræssede område kun var 0,9 Mpa (Gjelstrup, in prep.). Disse resultater stemmer godt med de målinger af jordens kompaktion som er foretaget med en anden metodik i forbindelse med undersøgelsen af græsningsdyrenes færdsel (Buttenschøn et al., denne publikation). I den forbindelse blev der målt statistisk sikker forskel mellem græssede og ugræssede delområder i 5, 10 og 15 cm dybde. Der var særlig stærk kompaktion under primære og sekundære kvægstier.

Der er ingen tvivl om at en større kompaktionsgrad betyder mindre porøsitet og dermed mindre plads for mikroledyr som er afhængig af jordporernes vidde. En sådan afhængighed mellem porernes størrelse og mikroledyrfaunaens sammensætning af større eller mindre arter er bl.a. vist af Weis-Fogh (1947-48) og Haarløv (1960). Massoud et al. (1984) viste at springhalernes totale individtæthed, artsrigdom og artsdiversitet blev kraftigt reduceret både i førnen og den underliggende jord som følge af menneskers nedtrædning af en skovbund.

Betydningen af græsningstryk i forhold til andre miljøvariable

En multivariabel analyse af resultaterne ved hjælp af programmet CANOCO viste at det samlede græsningstryk, her målt i løbet af de sidste 5 år (Buttenschøn et al., denne publikation, s. 27-28), havde størst og signifikant korrelation til de indsamlede data for pansermider efterfulgt af miljøvariable som jordens pH.

Disse sammenhænge støttes af King & Hutchinson (1976) som i en undersøgelse af en tilsæt græsgang i Australien fandt at både springhale- og midetætheden (pansermider + andre midegrupper) aftog ved øgning af græsningsintensiteten fra 10 over 20 til 30 får pr. ha. Nedgangen i bestandstæthed var mere konsistent for springhaler end for mider. Alle undtagen en enkelt af de almindelige springhalearter viste aftagende bestandstæthed med stigende græsningstryk, og der var en aftagen i artsrigdommen fra 21 – 15 (King et al. 1976). En aftagen af jordens middelporevolumen, mængde af levende og dødt plantemateriale samt øget temperaturfluktuation i det øverste jordlag med tiltagende antal græsningsdyr blev påvist, og anset for vigtige til forklaring af mikroledyrfaunaens aftagende tæthed ved øget græsningsintensitet.

I modsætning til King & Hutchinson (1976) fandt Bardgett et al. (1993) i en undersøgelse af fåregræssede græsgange i England generelt øget bestandstæthed af springhaler med stigende græsningsintensitet. En af de to mest

dominerende arter var *Folsomia quadrioculata* som også i nærværende undersøgelse overvejende syntes begunstiget af græsning. Mider som samlet gruppe viste derimod ikke statistisk sikre forskelle mellem lavere og højere græsningsintensitet. I en kortgræs prærie i Colorado, U.S.A., fandt Leetham & Milchunas (1985) at der ikke var signifikant forskel på springhale- eller pansermidetætheden i let og hårdt græssede områder.

Konklusion

Langvarig græsning har betydelig virkning på de jordlevende springhaler og pansermider. Virkningen er størst på pansermidefaunaen hvor både bestandstætheden af den samlede faunagruppe, dens artsrigdom og bestandstætheden af et stort antal arter påvirkes negativt. Dog er der et mindre antal arter af pansermider som reagerer positivt på græsning. Hos springhalerne som samlet gruppe kan der ikke konstateres statistisk sikker forskel på bestandstætheden, og der er en varierende effekt på artsrigdommen afhængig af lokalitet. Der blev - afhængig af lokalitet - konstateret en mindre overvægt af springhalearter som har størst individantal på ugræssede områder i forhold til arter som har størst individantal på græssede arealer. Virkningen af græsning på mikroleddyrerne øges med stigende græsningstryk og ser ud til primært at hænge sammen med reduktion af førn- og morlaget og indsnævring af jordbundens poresystem.

Kilder

Bardgett, J.D., Frankland, J.C. & Whittaker, J.B. (1993):

The effect of agricultural management on the soil biota of some upland grasslands. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* 45: 25-45.

Bornebusch, C.H. (1930):

The fauna of forest soil. *Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 11, Copenhagen.

Buttenschøn, R. M., Buttenschøn, J. Petersen, H. & Ejlersen, F. (2001):

I: Husdyr og græsning. Græsning på ekstensivt drevne naturarealer - Effekten på stofkredsløb og naturindhold. *Park og Landskabsserien* nr. 34., *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm, 2001. 175 s.

Bülow-Olsen, A. (1980 a):

Net primary production and net secondary production from grazing an area dominated by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. by nursing cows. *Agro-Ecosystems* 6: 51-66.

Bülow-Olsen, A. (1980 b):

Nutrient cycling in grassland dominated by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. and grazed by nursing cows. *Agro-Ecosystems* 6:209-220.

Curry, J.P. (1987):

The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. II. Factors affecting the abundance and composition of the fauna. *Grass and Forage Science* 42: 197-212.

Davidson, S.J. (1979):

Mesofaunal responses to cattle dung with particular reference to Collembola. *Pedobiologia* 19: 402-407.

Gjelstrup, P.:

Compression of the soil in some Danish grazed areas, Mols, Denmark. Penetration measurements and Oribatid mite soil fauna. (in prep).

Gjelstrup, P. and Petersen, H. (1987):

Jordbundens mider og springhaler. *Natur og Museum* 26(4): 31pp.

Haarløv, N. (1960):

Microarthropods from Danish soils. *Oikos, Supplementum* 3: 1-176.

Ineson, P., Leonard, M.A. & Anderson, J.M. (1982):

Effect of collembolan grazing upon nitrogen and cation leaching from decomposing leaf litter. *Soil Biol. Biochem.* 14: 601-605.

King, K.L. & Hutchinson, K.J. (1976):

The effects of sheep stocking intensity on the abundance and distribution of mesofauna in pastures. *J. Applied Ecology* 13: 41-55.

King, K.L., Hutchinson, K.J. & Greenslade P. (1976):

The effects of sheep numbers on associations of Collembola in sown pastures. *J. Applied Ecology* 13: 731-739.

Leetham, J.W. & Milchunas, D.G. (1985):

The composition and distribution of soil microarthropods in the short-grass steppe in relation to soil water, root biomass and grazing by cattle. *Pedobiologia* 28: 311-325.

Massoud, Z., Betsch, J.-M. & Thibaud, J.-M. (1984):

Expérience de piétinement contrôlé du sol d'une forêt périurbaine: effets sur le peuplement de Collembolés. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol* 21: 507-518.

Morris, M.G. (1978):

Grassland management and invertebrate animals - A selective review. In: *Proceedings of the symposium on grassland fauna. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, series A, vol. 6, pp. 247-257.*

Olsen, H.J. (1988):

Electronic penetrometer for field tests. *J. Terramechanics.* 25: 287-293.

Petersen, H. & Gjelstrup, P. (1987):

Response of soil microarthropod populations to temporary reclamation of an old *Calluna-Deschampsia* heathland. In: Striganova, B.R. (ed.) Soil Fauna and Soil Fertility. Nauka, Moscow, pp. 426-430.

Petersen, H., Jucevica, E. & Gjelstrup, P. (2001):

Long-term succession of collembolan populations after introduction of cattle- and sheep grazing in an abandoned field at Mols, E. Jutland, Denmark. Report to the Danish Ministry of Culture. Naturhistorisk Museum, Molslaboratoriet, 44 pp.

Petersen, H. & Luxton, M. (1982):

A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39: 287-388.

Seastedt, T.R. (1984):

The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Ann. Rev. Entomology* 29: 25-46.

Thamdrup, H.M. (1939):

Studier over Jyske Heders Økologi, I. *Acta Jutlandica* 11, Suppl. 1-82.

Weis-Fogh, T. (1947-48):

Ecological investigations on mites and collemboles in the soil. *Natura Jutlandica* 1: 135-270.

Vannier, G. (1970):

Réactions des microarthropodes aux variations de l'état hydrique du sol. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 23-319.



Foto: Kim F. Egefjord

9. Flueaktivitet og fluebelastning på kvæg

Boy Overgaard Nielsen
Aarhus Universitet

Kreaturer på græs angribes sommeren igennem af fødesøgende fluer og myg. De er ofte et betydeligt irritationsmoment, men indebærer også risiko for overførsel af kvægsygdomme. Flue- og myggefaunaens artssammensætning og omfanget af insektbelastningen varierer på danske græsningsarealer, bl.a. afhængig af topografi, læforhold og forekomst af udklækningssteder for fluer og myg (Nielsen, 1989; Jensen *et al.*, 1993). I naturplejeprojekter græsser kvæg ofte i naturtyper med et varieret udbud af udklækningssteder. Det kan resultere i særlig høj insektbelastning som det f. eks. er tilfældet på vedvarende græsgange i eller nær ådale (Nielsen *et al.*, 1988a; Jensen *et al.*, 1993). Denne undersøgelse søger at afklare omfang og karakter af fluebelastning på kreaturer anvendt i naturpleje på overdrev og heder i Mols Bjerge.

Materiale og metoder

Lokaliteter

Undersøgelsen omfatter følgende græsningsarealer i Mols Bjerge og på Helgenæs: 1. Sletten, 2. Nordengen, 3. Sydengen, 4. Buelund, 5. Stenhøje Ø og S, 6. Skovbjerg, 7. Tremosegård, 8. Trehøje, 9. Klæbjerg samt 10. Ørnbjerg Mølle. Lok. 1 er under tilgroning med krat, 6 er overvejende dækket af egeskov, på 2, 3, 4 og 7 findes enkelte trægrupper, 5 er åben, flad og vindeksponeret, 8 og 9 er ligeledes vindeksponeret, men stærkt kuperet med mulighed for læ i dalsænkninger, mens 10 er lavtliggende eng omgivet af skov.

Kvægracer

Lokaliteterne 1, 2 og 4 blev afgræsset af Galloway-kvæg, de øvrige arealer af Skovkvæg. Galloway er relativt små dyr (vægt: Køer 450 kg, ungdyr 250 kg) med bredt næse- og muleparti og store, markerede øjne. Den tætte pels består yderst af lange dækhår, inderst af krøllede uldhår; farven er sort til sortbrun. Hos køer er der individuelle forskelle i udbredelsen af den lange, tætte pels: Typisk er hoved og hals ret korthårede, en åben skilning løber langs kroppens rygside fra skulder til halerod, og på flanken kan der være mindre, åbne pletter. Kalve og kvier er almindeligvis helt lodne, mens voksne tyre er korthårede. Flueregistreringerne er primært udført på køer. Skovkvæg er en korthåret krydsning mellem to danske malkeracer og ni kødkvægracer. Farven varierer fra ensfarvet sort, brun, gulbrun og hvid til sort eller rødbrøget. Staturen minder i store træk om danske malkeracer (vægt: Køer 650 kg, ungdyr 400 kg). Antallet af kreaturer på græsningsarealerne varierede fra nogle få (Galloway) til 20-30 individer (Skovkvæg). Enkeltindivider kan identificeres via øremærker.

Registrering af fluer

Indfangning og opbinding af kreaturer og direkte indsamling på disse var udelukket; fluefaunaens artssammensætning blev derfor udelukkende registreret ved netfangst af fluer i nærheden af kreaturerne. Fluetaethed registreredes ved standardiseret optælling af dominerende arter, genkendelige på afstand i felten (jævnfør Jensen *et al.*, 1993). I nogle tilfælde blev ikke-stikkende fluer (svedfluer) ikke opdelt i individuelle arter, men i små (plantagefluen *Hydrotaea irritans*, andre *Hydrotaea*-arter samt *Drymeia vicana*) og større arter (kvægfluen *Musca autumnalis*, *Morellia*-arter). Fluerne blev talt særskilt på hoved, hals, ryg, flanker, bug og ben, dog altid kun på den ene side af dyrene. I nogle undersøgelser blev kun antallet af fluer i øjenregionen - et område med en diameter på 5 cm omkring øjet - optalt. Hver registrering baseredes på mindst 10 kreaturer pr. græsningsareal. Hvis vejrforholdene tillod det, blev der så vidt muligt talt fluer ugentligt fra ca. 1. april til sidst i september. I en delundersøgelse blev også kvægets afværge-reaktioner (slag med ører, kast med hovedet) pr. tidsenhed (30 sekunder) optalt. Alle observationer blev foretaget af forfatteren som regel på et par meters afstand; i enkelte tilfælde blev kikkert benyttet. Før og efter registreringerne blev der foretaget målinger af lufttemperatur, luftfugtighed (svingpsychrometer, W. Lambrecht, Göttingen) og vindstyrke (skålkorsanemometer, W. Lambrecht, Göttingen). Observationerne blev altid foretaget på nedbørsfrie, varme dage med ringe vind (20°-30°C, 0-2 m/sek.). For at undgå effekt af døgnsvingninger i flueaktivitet, blev tællingerne udført i samme tidsrum (oftest mellem kl. 10 og 15); desuden var den daglige observationsperiode så kort som mulig. Indledende undersøgelser blev foretaget i 1993-95, hovedundersøgelsen i 1996-2000. Nogle data fra forundersøgelsen er inddraget i det følgende.

Statistiske analyser

Fluetaethed, fluebelastning og -fordeling samt kvægets afværge-reaktioner blev analyseret med parret t-test (log (x+1) transformerede data), Mann-Whitney U-test, Kruskal-Wallis test og χ^2 -test. I det følgende er kun statistisk sikre forskelle ($p < 0.05$) angivet.

Resultater

Flue-og myggearter der angriber kvæget i Mols Bjerge

Femogtyve flue- og myggearter blev med sikkerhed påvist på kvæg i området (tabel 1). Hovedparten (14 arter) angriber i dagtimerne fra ca. kl. 8 morgen til omkring solnedgang. Seks af disse arter stikker og suger blod (stikfluer, klæger, kvægmyg), mens 8 arter (egentlige fluer) fouragerer i kvægets øjen- og næseregion, i sår, o. lign. (svedfluer). Fra solnedgang til solopgang angriber mindst 11 arter af blodsugende myg kvæget; et nærmere studium af disse kræver imidlertid indsamling direkte på kreaturerne hvilket ikke har været muligt.

Mere end 90 % af de dagaktive arter udgøres af 4 dominerende og 4 meget almindelige arter (tabel 1). Af de dominerende arter yngler den lille stikflue, kvægfluen og *Morellia hortorum* i kokasser; de er således kvægets følgearter

og fast knyttet til græsningsarealer. Plantagefluen har jordlevende larver; en del af bestanden udklækkes på græsningsarealerne, resten i tilgrænsende skov og krat.

Flueaktiviteten på kvæget gennem sæsonen

Hvert år følger fluernes sæsonaktivitet på kvæget samme hovedmønster. De første fluebesøg registreres sidst i april eller begyndelsen af maj, og aktiviteten kan - afhængig af vejret - vare ved til ind i oktober. I 1993 hvor der er foretaget flest ugentlige observationer, starter flueaktiviteten tidligt, men er til gengæld allerede i september meget lav (figur 1). Den tidligste art i kvægets øjen- og næseregion er kvægfluen (*Musca autumnalis*) der overvintrer som voksen; den er dominerende i øjenregionen fra sidst i april til først i juni. Sidst i denne periode klækker en ny kvægfluegeneration, og samtidig topper den første *Morellia*-generation. Flere generationer af begge arter plager kvæget sommeren igennem. Kvægfluen kan være aktiv til helt ind i oktober.

Slægten *Hydrotaea* er repræsenteret på kvæget fra maj til september (figur 1). Indtil omkring midten af juni er de mindre arter *H. albipuncta* og *H. meteorica* enerådende - dog uden at være særligt talrige; derefter bliver plantagefluen (*Hydrotaea irritans*) en af de helt dominerende fluearter. Den har kun én årlig generation med aktivitetstop sidst i juli til først i august og er som regel aktiv til ind i september. Den lille stikflue (*Haematobia irritans*) træffes på kvæget fra begyndelsen af maj. Juni-august er sædvanligvis artens hovedaktivitetsperiode, men i 1993 er der dog en usædvanlig høj aktivitetstop midt i maj (figur 1).

Tabel 1. Flue- og myggearter påvist på Skovkvæg og Galloway i Mols Bjerge; **dominerende arter, *almindelige arter.

MED STIKKENDE MUNDDELE - LÆDERER HUDEN OG SUGER BLOD

Dagaktive

Stikfluer, Muscidae, Stomoxydinae
Lille stikflue, *Haematobia irritans***
Efterårsstikflue, *Haematobosca stimulans**

Klæger, Tabanidae

Regnklæg, *Haematopota pluvialis*
Guldklæg, *Chrysops relictus*
Hybomitra bimaculata

Kvægmyg, Simuliidae

Simulium ornatum (artskompleks)

Nataktive

Stikmyg, Culicidae
*Aedes cantans***
Aedes annulipes
*Aedes communis***
*Aedes punctor***
Aedes cinereus

Mitter, Ceratopogonidae

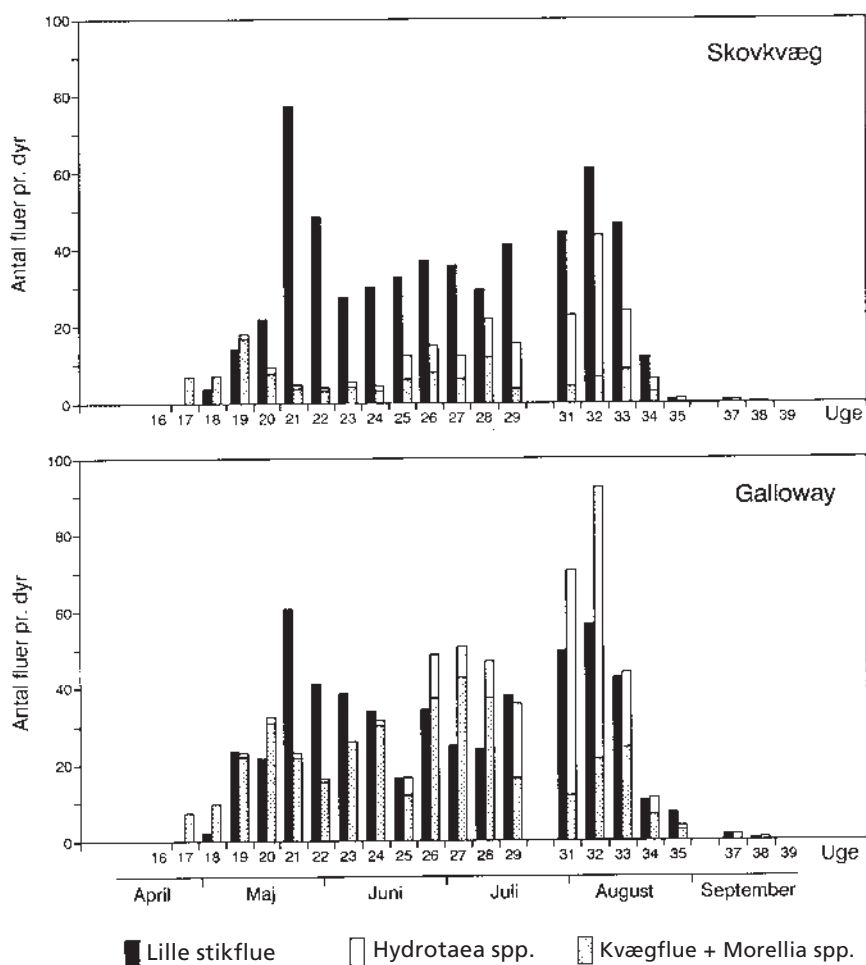
*Culicoides punctatus**
*Culicoides pulicaris**
*Culicoides obsoletus***
*Culicoides scoticus***
Culicoides chiopterus
Culicoides impunctatus

MED SUGENDE MUNDDELE - SØGER FØDE I ØJNE, VED SÅR, M.V.

Dagaktive

Egentlige fluer Muscidae, Muscinae, Phaoniinae
Kvægflue, *Musca autumnalis***
Lille kvægflue, *Musca tempestiva*
*Morellia hortorum***
Morellia simplex

Plantageflue, *Hydrotaea irritans***
*Hydrotaea albipuncta**
*Hydrotaea meteorica**
*Drymeia vicana**



Figur 1. Flueaktivitet på Skovkvæg og Galloway i Mols Bjerge, Syd- og Nordeng, april-september 1993. Fluer på alle legemsdele optalt.

Fluebelastningen på forskellige græsningsarealer

Den gennemsnitlige fluetæthed på kvæget varierer imellem græsningsarealer - afhængig af arternes ynglemuligheder og af faktorer der direkte påvirker fluernes aktivitet, f. eks. læforhold. Fluetætheden på skovkvæg er undersøgt gennem de dominerende fluearters vigtigste aktivitetsperiode (tabel 2). Den lille stikflue er talrigst på Klæbjerg efterfulgt af Stenhøje, mens den laveste belastning er målt på Skovbjerg. På de øvrige græsningsarealer er belastningen intermediær, men dog højere på Trehøje og Sydengen sammenlignet med Ørnbjerg Mølle og Tremosegård.

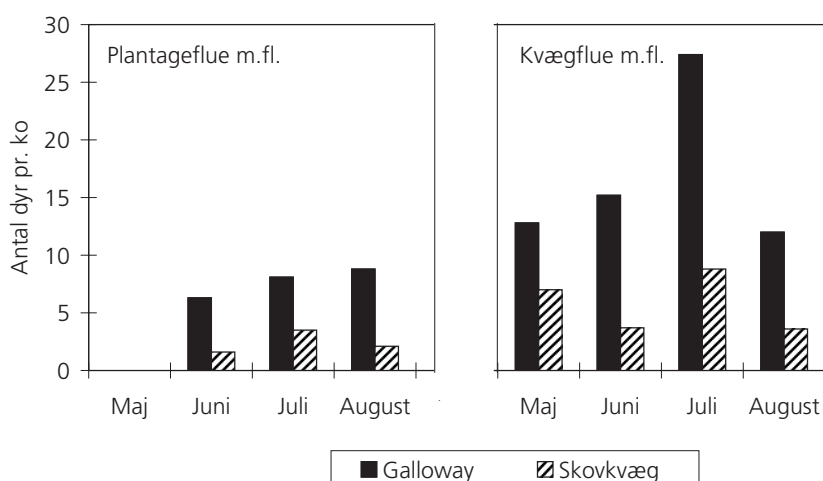
Tætheden af svedfluer (kvægflue, *Hydrotaea*- og *Morellia*-arter) er højest på Skovbjerg og lavest på Stenhøje. Klæbjerg, Trehøje, Tremosegård og Sydengen har ensartet, middelhøj belastning, mens fluetætheden ved Ørnbjerg Mølle er lavere.

Fluebelastningen på Galloway og Skovkvæg

Fluebelastningen på de to racer blev optalt samme dag på naboarealerne Nordengen (Galloway) og Sydengen (Skovkvæg) gennem flere somre. Det gennemsnitlige antal af den lille stikflue er ikke forskellig på de to racer, f.eks. i juni-august 1993 ca. 34 fluer/dyr uanset race (figur 1). Svedfluer er

Tabel 2. Gennemsnitligt antal (Gns) af lille stikflue og svedfluer på skovkvæg, Mols Bjerge og Helgenæs, juni-august 1994.

	Lille stikflue		Svedfluer	
	Tællinger	Gns	Tællinger	Gns
Stenhøje	40	39,3	40	4,4
Tremosegård	79	16,0	40	13,7
Sydeng	101	25,7	120	13,7
Trehøje	70	28,8	69	16,7
Klæbjerg	50	59,3	60	19,8
Skovbjerg	43	9,3	50	28,9
Ørnbjerg Mølle	39	17,0	40	10,5



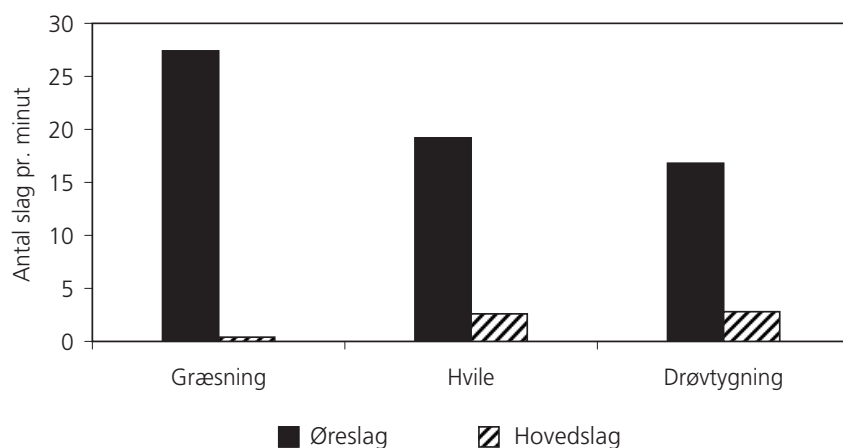
Figur 2. Gennemsnitligt antal fluer registreret i øjenregionen hos Galloway og Skovkvæg på Nord- og Sydengen, juni-august 1995. Til venstre plantagefluer (o.a. *Hydrotaea*-arter), til højre kvægfluer og *Morellia*-arter.

derimod klart talrigere i øjenregionen på Galloway end på Skovkvæg (figur 2), ligesom totalbelastningen af svedfluer er højere hos førstnævnte (henholdsvis 40 og 15 fluer/dyr, figur 1). Tilsvarende forskel i fluebelastning er også registreret mellem Galloway på Buelund og Skovkvæg på Tremosegård.

Rumlig fordeling af fluer på Galloway og Skovkvæg

Fluearterne har hver især deres foretrukne angrebsområder på kreaturerne, f.eks. hovedregion, ryg, flanke eller bug. Imidlertid har den lille stikflue forskelligt fordelingsmønster på Skovkvæg (Sydengen, Tremosegård) og Galloway-køer (Nordengen, Buelund). På førstnævnte race er der flere stikfluer på ryg (gennemsnit 9,9) og flanke (gns. 11,3) end på halsens side (gns. 1,2), på Galloway er fluerne talrigere hen langs ryggen (gns. 11,0) og på halsens side (gns. 11,8) end på flanken (gns. 2,0).

Plantagefluen har også forskelligt fordelingsmønster på de to kvægracer: På Galloway er andelen af værtens samlede plantagefluebelastning i juli-august højere i øjen- og næseregionen end på de øvrige legemsdele tilsammen. Dette er ikke tilfældet på Skovkvæg.



Figur 3. Adfærdsmæssige reaktioner hos græssende (observationer, $n = 220$), hvilende ($n = 144$) og drøvtyggende ($n = 138$) Galloway, udløst af angreb af kvægflue og *Morelia*, Sletten 1998. Gennemsnitligt antal slag med ører eller hoved pr. minut.

Kvæggets adfærdsmæssige reaktioner på flueangreb

Kvæg søger at mindske flueplagen ved hjælp af forskellige adfærdsmæssige afværgereaktioner hvoraf to typer er studeret i Mols Bjerge:

Individuelle afværgereaktioner: Galloway der er stærkt belastet i hovedregionen af svedfluer, søger at beskytte sig ved slag med ørerne og kast med hovedet. Dyr der græsser, satser langt oftere på at forsvare sig ved slag med ørerne end hvilende dyr, mens kast med hovedet spiller en meget ringe rolle (figur 3). Derimod forsvarende hvilende og drøvtyggende Galloway-kvæg sig oftere ved kast med hovedet end græssende dyr.

Kollektive afværgereaktioner: En særlig flokadfærd er i 15 tilfælde observeret hos Skovkvæg i 1994 og 1995 samt 5 gange i 1997 og 1998. Dyrene samles i en tæt gruppe, og søger at tilkæmpe sig en plads i midten hvor fluebelastningen er mindst (tabel 3). Individuer i periferien er stærkere belastet ligesom antallet af slag med ører pr. tidsenhed er højere her end hos kreaturer inde i gruppen. Den gennemsnitlige varighed af flokdannelserne er ca. 70 minutter. Optællinger af fluer på fritgående kreaturer på samme græsningsareal viser at på dage med grupperdannelse er fluebelastningen højere end på dage hvor denne adfærd ikke er observeret. Når der er mange fluer, vil kreaturer opnå en betydelig reduktion af fluebelastningen inde i en gruppe hvorimod individer i gruppens periferi er stærkere belastet end fritgående dyr i samme område.

Diskussion

Fluefaunaens artssammensætning og sæsonaktivitet

Alle registrerede flue- og myggearter er kendt fra Sortbroget dansk Malke-race på vest-, midt- og nordjyske græsningsarealer, hvor i alt 44 arter er påvist (Jespersen, 1981; Nielsen *et al.*, 1987, 1988b). At kun godt halvdelen af disse er registreret i Mols Bjerge skyldes primært at der ikke blev indsamlet direkte på kvæget. Den lille stikflue og plantagefluen er dominerende arter

Tabel 3. Gennemsnitligt antal svedfluer i øjenregionen og slag med ører pr. minut hos Skovkvæg i midten eller periferi af en gruppe, Sydengen. Fluebelastningen i øjenregionen hos fritgående kvæg på samme græsningsareal på dage med og uden gruppedanelse angivet.

	Kvæg i gruppe		Fritgående kvæg	
	Midte	Periferi	Dage med grupper	Dage Uden grupper
Antal observationer	190	190	50	110
Gns. antal fluer	1,9	9,4	4,0	1,7
Gns. antal øreslag	1,2	6,7	-	-

både i Mols Bjerge og på andre jyske græsningsarealer (Jensen *et al.*, 1993). Kvægfluen og *Morellia hortorum* der er særdeles talrige i Mols Bjerge, er imidlertid helt uden betydning på alle tidligere undersøgte jyske græsgange. Det relativt varme og tørre klima i Mols Bjerge er gunstigt for den varmelovende kvægflue, og begge arter er talrigest på græsningsarealer nær skov og levende hegn (Hammer, 1941). Til gengæld er kvægmyg der lokalt kan volde problemer på græsgange nær vandløb (Nielsen *et al.*, 1988a; Jensen *et al.*, 1993), meget fåtallige i Mols Bjerge.

Som på andre græsningsarealer i Danmark fortsætter flueangrebene gennem mere end fire måneder med maksimum fra sidst i juni til midt i august hvor irritationsmomentet er særligt højt. Hertil bidrager både stikfluernes blod-sugning og svedfluernes fouragering i øjen- og næseregionen.

Fluebelastningens omfang

På Skovbjerg svarer den lille stikflues tæthed til laveste gennemsnitsbelastning på vest-, midt- og nordjyske græsningsarealer (Jensen *et al.*, 1993). På arealerne Ørnbjerg Mølle, Tremosegård, Trehøje, Sydengen og Stenhøje er den gennemsnitlige tæthed af den lille stikflue derimod fuldt på højde med de mest stikfluebelastede lokaliteter i Jylland (10-50 stikfluer/kreatur, Jensen *et al.*, 1993), men på Klæbjerg er arten dog endnu talrigere (over 50 fluer/kreatur).

På 30 jyske græsgange var den gennemsnitlige tæthed af svedfluer 0.2-7 fluer/kvie (Jensen *et al.*, 1993). Et tilsvarende lavt antal er registreret på Stenhøje (tabel 2) der er vindeksponeret og ligger på høj, veldrænet bund; disse forhold reducerer både fluernes flyveaktivitet og ynglemulighed. Den gennemsnitlige tæthed på de øvrige lokaliteter i Mols Bjerge er langt højere (10-30 fluer/kreatur) - og højest på Skovbjerg der er næsten skovdækket og vindbeskyttet.

Tællinger på Skovkvæg gennem flere år bekræfter at fluebelastningen i Mols Bjerge - og især plagen af svedfluer - er høj efter danske forhold og endog overgår plagen på vindbeskyttede lavbundsgrøder. På flere af græsningsarealerne i undersøgelsesområdet er der ganske vist ikke lægivende vegetation, men den voldsomme topografi kan - afhængig af vindretning - skabe gode læforhold i lavninger og slugter og dermed høj flueaktivitet. Desuden er jordbundsforholdene på både græsningsarealer og tilgrænsende biotoper gunstige for udvikling af plantagefluens larver. Der er derfor gode mulighe-

der for at plantagefluen kan udklækkes på selve græsningsarealerne, men også indvandre fra naboområder. Der er forskel på de enkelte fluearters hyppighed fra år til år; for eksempel var tætheden af den lille stikflue på Sydengen højere i juni-august 1993 (figur 1) end i 1994 (tabel 2). Tætheden af svedfluer var imidlertid stort set den samme i de to år.

Racemæssige forskelle i fluetæthed og rumlig fordeling på værten

Den lille stikflue menes at foretrække korthårede kvægracer (Hammer, 1941); både stigende hårmængde og øget produktion af hudtalg kan reducere fluetætheden (Steelman *et al.*, 1997). Til trods for den tætte, lange pels er Galloway-køer imidlertid ligeså belastede som det korthårede Skovkvæg; det skyldes at fluens fordelingsmønster øjensynligt tilpasses værtens pelsstruktur. Artens udbredelse på Skovkvæg hvor ryg og flanker er de foretrukne områder, svarer helt til fordelingsmønstret på andre korthårede kvægracer som f. eks. Sortbroget dansk Malke (Nielsen *et al.*, 1987). På Galloway-køer forskydes stikflueaktiviteten fra de langhårede flanker til de korthårede partier på halsens sider; det påvirker bl.a. værtens afværgereaktioner, f. eks. vil kast med hovedet i denne situation være mere effektive end dask med halen.

Galloway er betydeligt hårdere belastet af svedfluer end Skovkvæg; forskellen er racemæssigt og ikke miljømæssigt betinget. Hvorfor Galloway er stærkere belastet end Skovkvæg er endnu ikke afklaret; sammenligning af belastningen på lyse og mørke individer af Skovkvæg tyder ikke på at farven er væsentlig for svedfluernes værtsvalg. Adfærdsmæssige forhold kan spille ind, men antagelig er racemæssige forskelle i kvæglugt vigtig; f. eks. spiller luftbårne stoffer en stor rolle i plantagefluens værtsøgning (Thomas *et al.*, 1985).

Fluebelastning og kvægets afværgeforanstaltninger

Som andre kvægracer har Skovkvæg og Galloway individuelle afværgeforanstaltninger mod flueplage. Hos græssende Galloway er slag med ørerne - kombineret med hovedets konstante bevægelse gennem græsset - tilstrækkeligt til at minimere fluebelastningen i øjenregionen. Ofte ses en sværm af svedfluer - især plantagefluer - i luften over hovedet på græssende dyr, men kun i godt 1 % af 220 observationer registreredes kortvarigt op mod 10 fluer omkring øjet. Under græsning anvendes kast med hovedet kun sjældent og udløses typisk ved klægangreb på hoved eller hals; i modsætning til slag med ørerne forstyrrer denne adfærd græsningen.

Mens svedfluer således kun i ubetydeligt omfang belaster græssende Galloway, er fluetætheden i øjenregionen på hvilende eller drøvtyggende dyr langt højere. På dage med høj flueaktivitet kan hverken slag med ørerne, hovedkast eller gribning af hovedet mod træstammer, grene eller jordoverflade effektivt reducere plagen. Hos hvilende eller drøvtyggende Galloway var der i 25-30 % af observationerne over 10 svedfluer omkring øjet - undertiden over 50 i øjen- og næseregionen. Det flegmatiske Galloway-kvæg tolererer øjensynligt i vid udstrækning endog meget høj fluebelastning. Direkte vindpåvirkning eller træk reducerer flueplagen; på kuperede græsningsarealer kan kvæget mindske flueplagen ved et opsøge bakketoppe.

På græsningsarealer i Nordamerika kan kvæg reducere den individuelle insekt-plage ved at klumpe sig sammen (Schmidtmann & Valla, 1982; Schmidtmann, 1985; Ralley *et al.*, 1993). Denne adfærd der er registreret ved intense angreb af stikmyg, klæger og kvægfluer, er ikke tidligere kendt fra græsningsarealer i Europa, men optræder nu og da hos Skovkvæg i Mols Bjerger. Da grupperdannelser kun er observeret på dage og tidspunkter hvor fluebelastningen er relativt høj, er den kollektive adfærd sandsynligvis en egentlig afværgeforanstaltning. Lav fluebelastning på individer i midten af aggregeringer og højere fluebelastning på fritgående individer er i god overensstemmelse med resultater fra USA (Schmidtmann & Valla, 1982). Til trods for at Galloway er stærkere fluebelastet end Skovkvæg, er aggregering aldrig observeret hos førstnævnte.

Aggregering er en oplagt fordel for dominerende kreaturer der formår at opretholde en placering i midten af flokken. Derimod vil individer der henvises til periferien, opleve højere flueplage og kan med fordel forlade aggregeringen og sprede sig over græsningsarealet. Den høje fluebelastning på individer i randen – sammenlignet med fritgående enkeltindivider - skyldes antagelig at en aggregering i rigt mål udsender de syns-, lugt- og varmestimuli som fluerne reagerer på (Berlyn, 1978; Ball & Luff, 1981; Thomas *et al.*, 1985). Derfor vil fluer lettere kunne spore en kvægflok end spredte enkeltindivider. Aggregeringer af ca. en times varighed vil næppe reducere kvægets muligheder for græsning der blot kan henlægges til døgnperioder uden for fluernes aktivitetsmaksimum.

Flueplage og kvægets trivsel

Så vidt vides overfører den lille stikflue ikke parasitter eller kvægsygdomme i Danmark. Artens potentielle veterinære betydning er derfor knyttet til den irriterende effekt af blodsugning der forstyrrer kreaturerne adfærd og kan medføre produktionstab (Harvey & Brethour, 1979; Stork, 1979). Stikfluebelastningen i Mols Bjerger er dog givet for lav til måleligt at påvirke kvægets trivsel.

Nogle svedfluearter kan sprede kvægsygdomme i Danmark; plantagefluen kan således overføre den bakterielle infektion smitsom yverbetændelse (sommermastitis) der er meget tabsvoldende for husdyrbruget (Madsen *et al.*, 1986a,b; Chirico *et al.*, 1997). Plantagefluen er meget talrig på kvæg i undersøgselsesområdet der således er potentielt risikoområde for sommermastitis. Til trods herfor er frekvensen af sommermastitis blandt Skovkvæg og Galloway meget lav; kun enkelte tilfælde er registreret i den aktuelle periode. Kvægracer er i forskellig grad disponeret for lidelsen (Madsen *et al.*, 1986a,b); antagelig er Skovkvæg og Galloway mindre disponerede hvilket kan forklare den lave sygdomsfrekvens.

Svedfluer der drikker tårevæske i kvægets øjenregion, er et betydeligt irritationsmoment. Fluernes snabel er omkring mundåbningen forsynet med spidse tænder (præstomal-tænder) der kan fremkalde mekaniske skader på øjets horn- og bindehinde (Shugart *et al.*, 1979). Fluernes aktivitet i øjet øger tåresekretionen hvilket tiltrækker endnu flere fluer; læsionerne kan mu-

ligvis prædisponere øjet for bakteriel infektion (smitsom keratokonjunktivitis) der antagelig kan spredes af kvægfluer (Shugart *et al.*, 1979; Hall, 1984). Hos Skovkvæg og Galloway ses ofte kraftigt tåreflåd ledsaget af masseforekomst af fluer og af og til iagttages rødsprængte øjne. Disse tilstande synes dog kun forbigående og forsvinder efter flueaktivitetens ophør sidst på sommeren.

Begge kvægracer har undertiden skrabesår og rifter; sårene er yndede fourageringspladser for svedfluer, især plantagefluer der med præstomaltænderne kan holde sår åbne gennem længere tid – undertiden gennem hele fluesæsonen. Derefter heler sårene dog uden komplikationer.

Konklusion

Skovkvæg og Galloway anvendt i naturpleje i Mols Bjerge og på Helgenæs er sommeren igennem udsat for - efter danske forhold - høj fluebelastning, specielt af svedfluer. Fluerne er et stort irritationsmoment - især i øjenregionen - og udløser en række afværgereaktioner hos kreaturerne; forstyrrelserne synes dog ikke at påvirke kvægets trivsel, og fluespredte kvægsygdomme er ikke noget væsentligt problem. Både Skovkvæg og Galloway er tolerante over for høj fluebelastning i modsætning til forædlede kvægracer hvor der ofte er registreret alvorlige problemer med fluespredte sygdomme - især på lavbundsarealer.

Kilder

Ball, S. G. & Luff, M. L. (1981):

Attractiveness of Manitoba traps to the headfly, *Hydrotaea irritans* (Fallén) (Diptera: Muscidae): the effects of short-term weather fluctuations, carbon dioxide and target temperature and size. *Bulletin of Entomological Research* 71: 599-606.

Berlyn, A. D. (1978):

Factors attracting the sheep headfly, *Hydrotaea irritans* (Fallén) (Diptera: Muscidae) with a note on the evaluation of repellents. *Bulletin of Entomological Research* 68: 583-588.

Chirico, J., Jonsson, P., Kjellberg, S. & Thomas, G. (1997):

Summer mastitis experimentally induced by *Hydrotaea irritans* exposed to bacteria. *Medical and Veterinary Entomology* 11, 187-192.

Hall, R. D. (1984):

Relationship of the face fly (Diptera: Muscidae) to pinkeye in cattle: a review and synthesis of the relevant literature. *Journal of Medical Entomology* 21: 361-365.

Hammer, O. (1941):

Biological and ecological investigations on flies associated with pasturing

- cattle and their excrement. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening 105: 141-393.
- Harvey, T. L. & Brethour, J. R. (1979):*
Effect of Horn Flies on weight gains of beef cattle. Journal of Economic Entomology 72: 516-518.
- Jensen, K.-M. Vagn, Jespersen, J. B. & Nielsen, B. Overgaard (1993):*
Variation in density of cattle-visiting muscid flies between Danish inland pastures. Medical and Veterinary Entomology 7: 17-22.
- Jespersen, J. (1981):*
Økologiske studier over insektfaunaen på sortbrogede kvier med særligt henblik på indkredsning af potentielle vektorer for sommermastitis. Specialrapport, Aarhus Universitet, 70pp.
- Madsen, M., Nielsen, S. A. & Nansen, P. (1986a):*
Sommermastitis. Præsentation af et 4-årigt forskningsprojekt. I. Økonomiske tab, klinik, ætiologi og patogenese. Dansk Veterinær Tidsskrift 69: 445-455.
- Madsen, M., Nielsen, S. A. & Nansen, P. (1986b):*
Sommermastitis. Præsentation af et 4-årigt forskningsprojekt. II. Transmission, epidemiologi, immunologi og forebyggelse. Dansk Veterinær Tidsskrift 69: 533-543.
- Nielsen, B. Overgaard, Nielsen, S. A. & Jespersen, J. (1987):*
The fly fauna of heifers and the transmission of sommermastitis in Denmark; pp. 116-120. In: Summer Mastitis (eds. G. Thomas, H. J. Over, U. Vecht and P. Nansen). Dordrecht.
- Nielsen, B. Overgaard, Jespersen, J. B., Vagn-Jensen, K.-M. & Nansen, P. (1988a):*
Kvægmygangreb i Danmark. Erfaringer fra perioden 1978-1986. Dansk Veterinær Tidsskrift 71: 53-58.
- Nielsen, B. Overgaard, Nielsen, S. A. & Jespersen, J. B. (1988b):*
The fauna of Diptera visiting tethered heifers in Danish pastures. Entomologiske Meddelelser 56: 79-88.
- Nielsen, B. Overgaard (1989):*
Insektangreb på græssende kvæg - i økologisk og praktisk perspektiv; s. 201-210 i: Bondefrigørelse. Dansk Landbrug i fortid, nutid og fremtid. red.: J. Andersen, T. Bekker-Nielsen og O. Fenger). Acta Jutlandica 65:3, Naturv. Serie 8.
- Ralley, W. E., Galloway, T. D. & Crow, G. H. (1993):*
Individual and group behaviour of pastured cattle in response to attack by biting flies. Canadian Journal of Zoology 71: 725-734.

Schmidtmann, E. T. (1985):

The Face Fly, *Musca autumnalis* De Geer, and aggregation behavior in Holstein cows. *Veterinary Parasitology* 18: 203-208.

Schmidtmann, E. T. & Valla, M. E. (1982):

Face-fly pest intensity, fly-avoidance behavior (bunching) and grazing time in Holstein heifers. *Applied Animal Ethology* 8: 429-438.

Shugart, J. L., Campbell, J. B., Hudson, D. B., Hibbs, B.M., White, R. G. & Clanton, D. C. (1979):

Ability of the face fly to cause damage to the eyes of cattle. *Journal of Economic Entomology* 72: 633-635.

Steelman, C. D., Brown, M. A., Gbur, E. E. & Tolley, G. (1997):

The effects of hair density of beef cattle on *Haematobia irritans* horn fly populations. *Medical and Veterinary Entomology* 11: 257-264.

Stork, M. G. (1979):

The epidemiology and economic importance of fly infestation of meat and milk producing animals in Europe. *The Veterinary Record* 105: 341-343.

Thomas, G., Schomaker, C. H., Been, T. H., van den Berg, M. J. & Prijs, H. J. (1985):

Host finding and feeding in *Hydrotaea irritans* (Diptera: Muscidae): the role of chemical senses. *Veterinary Parasitology* 18: 209-221.

10. Konklusion og anbefalinger

Undersøgelsen har i al væsentlighed foregået i de sandede næringsfattige områder i Mols Bjerge, og konklusionerne gælder for så vidt kun dette område, men det må antages at de uden store vanskeligheder kan ekstrapoleres til lignende områder af næringsfattig karakter. Konklusionerne kan derimod ikke uden videre overføres til naturtyper af anderledes næringsrig natur.

Undersøgelsen af ekstensiv græsning på hede, overdrev, enge samt i skov på Mols viser at der er potentielle og reelle ernæringsmæssige mangler ved vegetationen som husdyrfoder, men viser samtidig at der ved få tiltag kan bringes balance i ernæringsgrundlaget. Især når der indledes græsning på arealer der ikke har været græsset nogle år, eller når der græsses i efterår- og vinterperioden, vil der ofte være behov for tilskuds fodring eller behov for at der inddrages mere næringsrige arealer i hegningen. Husdyrene skaber gennem deres græsning med tiden en mosaik af plæner med frisk, lav vegetation og højere vegetation der kan sikre et tilstrækkeligt ernæringsgrundlag, forudsat at der gennemføres en regelmæssig afgræsning med et afpasset græsningstryk.

Tilsyneladende påvirkes stofkredsløbene i hede- og skovområderne forskelligt af græsning. I heden fører urinering til en øget udvaskning, et forhold der ikke gør sig gældende i skoven. Kokasser fører ikke til ændret udvaskning hverken på heden eller i skoven.

Uanset om der græsses eller ikke græsses foregår der en netto-tilførsel af kvælstof og fosfor til skovøkosystemerne som følge af en moderat deposition og lille udvaskning. Skovøkosystemet taber kun små mængder af andre næringsstoffer som forvitringen antageligt kan kompensere for. Kun tabet af calcium kan på sigt virke betydeligt i forhold til tilførslen. Det har ikke været muligt at påvise afgørende kvantitative forskelle i udvaskningen mellem det ugræssede og græssede skovøkosystem. Derfor må det konkluderes at den ekstensive skovgræsning ikke har haft nogen negativ indflydelse på skovens overordnede funktion.

Det græssede og ugræssede hedeøkosystem kendetegnes derimod ved forskellig stofbalance. Uanset om der er græsning eller ej, sker der også en netto-tilførsel af både kvælstof og fosfor til heden. Fra hedeøkosystemerne er udvaskningen af fosfor minimal og udvaskningen af kvælstof beskeden, men kvælstoftabet med udvaskningen er dobbelt så stor på de græssede arealer sammenlignet med ugræssede arealer. Kvælstof udvaskes overvejende som nitrat der følges af andre næringsstoffer som calcium, magnesium og kalium. Dette tab af næringsstoffer vil føre til en svag forsurening af de græssede hedeøkosystemerne. Undersøgelserne peger derfor på at ekstensiv græsning kan føre til en langsigtet udpining af jordbunden.

På både skovlokaliteten og hedelokaliteten forårsager urineringen voldsomme "lokale" surstød. I forbindelse med surstødene mobiliseres større mængder næringsstoffer og plantegiftigt aluminium som kan have betydning for plantefordelingen.

Ved ekstensiv græsning på hede, overdrev, enge samt i skov udvikles der mere artsrige plantesamfund i forhold til tilsvarende ugræssede arealer. Udviklingshastigheden varierer med græsgangens alder, tidligere gødskning, arten af græsningsdyr samt græsningstryk og -periode. Udviklingen af en højere artstæthed styres især af ændringer i lystilgangen til jordoverfladen som græsningen forårsager, men også af jordens næringsstofsstatus og ændringer i jordbundsstruktur som forårsages af dyrenes færdsel.

En del af de plantearter der indvandrer under græsning, er temporære, mens andre er under fortsat udbredelse efter 25 års græsning. Ved ophør af græsning falder artstætheden, og en stor del af de karakteristiske arter forsvinder, udviklingen på de ugræssede heder og overdrev går mod superdominans af enkelte græsarter, hhv. bølget bunke og draphavre.

Det tager lang tid (årtier) under kontinuerlig ekstensiv græsning at udvikle plantesamfund med høj artstæthed og dominans af de særligt græsningsbegunstigede arter.

Kvæggræsning resulterer i en mere artsrig og strukturelt varieret vegetation end heste- og fåregræsning. Sen græsning (efterår/vinter) giver mulighed for blomstring og frøsætning og fremmer en særlig gruppe af driftsafhængige, men stressfølsomme plantearter.

Under græsning på næringsfattige jorde sker der en tilgroning med græsningspionerer der efterfølges af skovtræer. Tilgroningen sker gruppevis og er med til at skabe en varieret plantestruktur i modsætning til tilgroning uden græsning hvor træerne typisk spredes fra skovbrynet i en zone foran dette.

Skovudvikling under græsning vil derfor kunne bidrage med en lysåben og varieret skovtype, som led i en langsigtet skovrejsning. Under skovgræsning etableres der mere lysåbne forhold der fremmer udvikling af en varieret bundvegetation og skovens selvfornyelse.

Der er registreret flere fugle i og uden for ynglesæsonen på græssede arealer end på ugræssede når arealer af ens karakter sammenlignes. Derudover har især forskelle i dækning og fordeling af træer og buske stor betydning for antallet af ynglefugle.

Den totale bestandstørrelse af småpattedyr i naturområder falder ved kvæggræsning. Forskellene er dog for de enkelte arter generelt beskedne. Hvor forskellene er betydende, må det tilskrives intensiv græsning der medfører nedtrampning og nedbidning af vegetationen. En mere ekstensiv græsning på arealer hvor vegetationen står tilbage med spredt træ-, busk- og dværg-

buskvegetation og hvor græsvegetationen ikke er bidt helt ned, vil sandsynligvis ikke føre til væsentlige reduktioner i småpattedyrbestande.

En stor artsdiversitet af insekter og edderkopper i naturområderne hænger nøje sammen med en varieret mosaik af mikrohabitater som skabes ved at kombinere uberørte områder med områder der er plejet varieret.

Hos springhalerne som samlet gruppe er der ingen forskel på bestandstætheden imellem græssede og ugræssede arealer, mens pansermidefanauen påvirkes negativt af græsning. Dog er der et mindre antal arter af pansermider som reagerer positivt på græsning. Virkningen af græsning på mikroleddyrene øges med græsningstrykket og ser ud til navnlig at være koblet til reduktionen af førn- og morlagets tykkelse og til indsnævring af jordens poresystem.

Efter danske forhold er Skovkvæg og Galloway som anvendes i naturpleje i Mols Bjerge og på Helgenæs, sommeren igennem udsat for en høj fluebelastning, specielt af svedfluer. Både Skovkvæg og Galloway er tolerante over for høj fluebelastning, i modsætning til forædlede kvægracer hvor der ofte er registreret alvorlige problemer med fluespredte sygdomme – især på lavbundsarealer.

Anbefalinger

Ved ekstensiv husdyrgræsning på næringsfattige arealer er det vigtigt at kende fødegrundlagets ernæringsmæssige sammensætning. Tilskuds fodring kan være nødvendig, eller det kan være påkrævet at inddrage mere næringsrige arealer. Der kan være behov for mineraltilskud med særlig højt indhold af magnesium og fosfor.

Ekstensiv græsning kan anvendes til en langsigtet udpining af jordbunden og dermed være et redskab til at vedligeholde og genskabe sure, næringsfattige naturtyper. Ønskes det omvendt at fastholde de givne økosystemers næringsstofstatus, kan det på sigt være nødvendigt med en beskeden tilførsel af næringsstofferne calcium, magnesium og kalium for at modvirke en utilsigtet jordbundsforurening.

Det er vigtig først og fremmest at fastholde eller retablere græsning på græsningsbetingede naturtyper med lang, kontinuerlig græsningshistorie.

For at optimere den biologiske mangfoldighed, bør der sættes på at udvikle/bibeholde områder der består af en mosaik af langtidsgræssede arealer, de tidlige græsningstrin samt ugræssede arealer med gode spredningsveje de enkelte typer imellem. For at beholde de forskellige udviklingstrin og den variation de bidrager med, er det nødvendigt at tage nye arealer ind under græsning eller vedligeholde arealer med kort græsningshistorie gennem periodisk omlægning. Græssede og ugræssede parceller i et mosaiklandskab med gode spredningsveje vil desuden kunne bidrage til at dyrene har mulighed for at søge nye levesteder.

Som led i en langsigtet skovrejsning kan det anbefales at inddrage skovgræsning for at fremme lysåbne og varierede skovtyper.

Det kan anbefales at anvende robuste kvægtyper som Galloway og skovkvæg på naturarealer på grund af en god tolerance overfor høj fluebelastning.

Der eksisterer i dag kun en sparsom viden om ekstensiv græsning på mere næringsrig jordbund i landskabet såvel som i skoven. Skal fremtidens forvaltning og praksis vedrørende drift af sådanne naturarealer være videnbaseret, bør der etableres en tilsvarende forskningsindsats som nærværende på næringsfattige arealer der på en gang inddrager effekter på stofkredsløb, vegetation og fauna.

Bilag: De enkelte forsøgslokaliteter

Sletten (Kortbilag 1, side 182)

Sletten fremtræder i dag som hede, overdrev og kær kraftigt tilgroet med buske og træer. Tilgroningen består dels af spredtstående individer og dels af mere sammenhængende krat og skovdannelser. Sletten blev drevet med traditionelt høslæt med eftergræsning indtil 1930. Derefter blev den græsset med kvæg med aftagende græsningsintensitet op igennem 1960'erne. Den har ikke været pløjet og dyrket eller gødsket. Græsningsophør i 1960'erne førte til tilgroning med træer og buske. Med reetableringen af græsningen i Sydfennen blev tilgroningen delvis bremset. I Nordfennen er tilgroningen fortsat (Buttenschön & Buttenschön 1982, 2000b, Hester et al. 2000). Nordfennen henlå delvis som ugræsset kontrol indtil 1990 hvorefter den blev inddraget til vintergræsning med kvæg. En del af Nordfennen blev brugt til forsøg med fåregræsning fra 1974 til 1977.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
7 ha fordelt på: Sydfennen Nordfennen	Hede og overdrev og kær under tilgroning af enebær, æble, birk, eg m.fl. på hævet havbund. Gamle strandvolde af sand og grus, kær med tørv i tidligere strandsøer. pH _{KCL} på 5,1 i kærret og 3,8 på hede/overdrev	Sydfennen. Kær: vandhavle (27) hunde-hvene (12) hirse-star (12). Overdrev: fåresvingel (14) tandbælg (13) hedelyng (10) alm. hvene (8) Nordfennen. Kær:; grå-pil (20), almindelig star (14), almindelig rapgræs (14). Overdrev: alm. hvene (17) krybende hestegræs (17) bølget bunke (13) fåresvingel (8)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Sydfennen; sommergræsset med galloway siden 1972 Nordfennen; del fåregræsset 1974-77, del ugræsset 1969-90. Vintergræsset med kvæg fra 1990	Traditionel Høslæt og græsningsdrift indtil ca. 1930. Derefter græsning aftagende op igennem 1960'erne	Jordbundsfaunaen, insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Vegetation siden 1971, træ- og buskanalyser, jordbund 1973, 1977 og 1998. Næringsstofindhold, fødepræferencer og strukturmålinger 1998

Buelund (kortbilag 1, side 182)

Buelund er en åben mosaik af hede og overdrev med spredt opvækst af græsningspionerer (Buttenschön & Buttenschön 1985) med tendens til mere sammenhængende kratdannelser i det ugræssede kontrolområde. Buelund er ret kuperet med lyngklædte bakker og agerfelter hvor driften ophørte i 1959, samt en løvtræsbeklædt høj, der ikke har været opdyrket. Pletvise rester af tidligere mere udbredte sandskægsflader findes på østvendte skråninger i den græssede del (Buttenschön & Buttenschön 1991, 1998b).

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
7 ha fordelt på græsset fenne ugræsset kontrol	Hede og overdrev under tilgroning med enebær og løvskovbevokset høj. Smeltevandssand; pH _{KCL} 3,8 (hede) og 4,4 (overdrev)	Hede græsset: hedelyng (33), bølget bunke (25), håret høgeurt (13) ugræsset: bølget bunke (68) hedelyng (15) Overdrev græsset: fåresvingel (24) hedelyng (18) håret høgeurt (17), ugræsset: bølget bunke (37) draphavre (26) gul snerre (11)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Sommergræsning med galloway siden 1975. Styret græsningstryk i forhold til vegetationshøjde.	Delvis opdyrket indtil 1959, skrænt med højryggede agersystemer	Jordbundsfauna, insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Vegetation siden 1975, træ- og buskanalyser, jordbund, lysgennemfald, græshøjde, fødepræferencer. Stofkredsløb. Græsningsadfærd 1997-2000

Skovbjerg (kortbilag 1, side 182)

Skovbjerg er en skovklædt bakke med en bræmme af overdrev delvis under tilgroning med krat og skov, domineret af græsningspionerarter, gyvel (*Sarothamnus scoparius*), bævreasp og eg. Skrænterne har ikke være opdyrket, men har været lysåbne overdrev/overdrevsskov. På toppen af bakken er der en lille hedeblade der har været opdyrket. Halvdelen af skoven er græsset, mens den anden halvdel henligger som urørt naturskov.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
22 ha fordelt på græsset fenne og ugræsset kontrol	Gammelt, stævnet egekrat med enkelte stævnede bøg, yngre bævreasp i skovkanten og bræmme af overdrev under tilgroning. Smeltevandssand; pH _{KCL} 4,6	Overdrev græsset: alm. hvene (36) rød svingel (22) gul snerre (11) alm. syre (9) Græsset skov: bølget bunke (27) krybende hestegræs (25) alm. hvene (4) stor fladstjerne (4) Ugræsset skov: bølget bunke (48) krybende hestegræs (11), håret frytle (2), engrapgræs (2)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset siden 1988 med skovkvæg fra 1. oktober indtil nedgræsning. Del af fennen blev græsset med heste sommeren 1998	Stævning og græsning indtil 1940'erne. Overdrev på gamle agre, hvoraf de sidste blev opgivet 1972, muligvis gødsket svagt i 1978	Stofkredsløb, jordbundsfauna, insekter, småpattedyr, fluer og myg. Vegetation siden 1988, træ- og buskanalyser, jordbund, struktur, fødepræferencer, kokasser

Trehøje (kortbilag 1, side 182)

Området omkring Trehøje er græsdomineret hede med gennemgående meget spredt, stedvis kratagtig opvækst af vedplanter. De kratdannende buske består især af gyvel, brombær og tornblad (*Ulex europaeus*). Trehøje Vest der er udlagt som ugræsset kontrol, ligger på en ret flad slette på flyvesand med lave indlandsklitter. Plantevæksten er domineret af bølget bunke med et op til 30 cm tykt førnelag af vissent græs. En del af Trehøje Vest var hegn og græsset i perioden 1974-78 (Stenbæk et al 1980). Førnelaget er gendannet siden ophør af græsningen. Trehøje Øst har velbevarede højryggede agre. Desuden ses yngre dyrkningsflader og opdelt græsningsfener. Den er ligeledes domineret af bølget bunke. Kvæggræsning der har fundet sted siden 1988, har her bevirket at førnelaget er brudt ned.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 2000 (% dækning)
150 ha fordelt på græsset fenne med frahegning (Trehøje Øst) og ugræsset kontrol (Trehøje Vest)	Åben bølget bunke domineret hede med højryggede agre stedvis under tilgroning med gyvel, tornblad og brombær. Smeltevandssand; pH _{KCL} 3,4	Hede græsset: bølget bunke (58) alm. hvene (9) krybende hestegræs (9) fåresvingel (6). Ugræsset: bølget bunke (69) hedelyng (4) sandstar (4) lyngsnerre (1)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsning genoptaget efter 10 års pause 1988 med skovkvæg i udvidet hegning. Rydning af gyvel og brombær 1997 og 1999 fra græsset del og løbende rydning af træer og buske fra kontrol.	Periodisk græsning. Del af fennen var græsset med får i tøjler indtil 1910 og indgik i græsningsforsøg 1974-1978 med skovkvæg. Del af den ugræssede kontrol (Trehøje Vest) blev græsset af skovkvæg 1974-78	Jordbundsfauna, insekter, småpattedyr, fugle, fluer og myg. Vegetation siden 1988, jordbund, lys, græshøjde, fødepræferencer, kokasser. Kvæggets græsningsadfærd 1999-2000. Jordkomprimering

Kirkestien (kortbilag 1, side 182)

Kirkestien består af en mosaik af hede og overdrev. Der er en meget kraftig tilgroning af specielt skovfyr, dels som enkeltstående træer og dels som sammenhængende skov.

Kirkestien har nogenlunde samme driftshistorie og vegetation som Buelund: En ældre del med lyng-hede og et yngre overdrev under etablering. Græsningsbehandlingen er her sommergræsning med islandske heste. Indhegningen er under hurtig tilgroning med skovfyr (Buttenschön & Buttenschön 1991).

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
5,9 ha græsset fenne	Hede og overdrev under delvis tilgroning med skovfyr og enkelte gyvelkrat. Smeltevandssand; pH _{KCL} 4,1	Overdrev græsset: håret høgeurt (17) hedelyng (16) vellugtende gulaks (10) alm. hvene (9) Hede græsset: bølget bunke (45) hedelyng (20) krybende hestegræs (8) alm. hvene (2)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Sommergræsning med islandske heste siden 1986	Delvis ager opgivet 1980 og delvis bakker med mindre agerfelter, der blev dyrket periodisk indtil 1950'erne.	Småpattedyr, vegetation siden 1984, træer og buske, spiring, ene og skovfyr. Jordbund, græshøjde, fødepræferencer, gødningsdeponering

Klæbjerg (kortbilag 2, side 183)

Klæbjerg fremtræder som åbent overdrev med mere eller mindre tæt, stedvis sammenhængende indvækst af buske og småtræer. Klæbjergområdet omfatter 3 større indhegninger på Sydhelgenæs. Storefold består delvis af gammelt overdrev der var opdyrket til omkring år 1900, og som derefter har været brugt til græsning uden gødskning og omlægning, samt tidligere omlagte græsarealer/markter hvor omlægning og gødskning er ophørt 1986, mens Klæbjergfennen og Lushage har været opdyrket indtil 1990. Overdrevet er tørke- og saltpræget med bl.a. engelskgræs og bidende stenurt, samt arter som liden sneglebælg der kun findes på få kystnære lokaliteter i Storebælt-klimazonen (Buttenschön & Buttenschön 1991).

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
51,9 ha heget areal fordelt på: Storefold, græsset Storefold, kontrol Klæbjergfold, græsset Lushage, græsset	Gamle overdrev og græsarealer. Overdrev under tilgroning af rose, tjørn og slåen. Sandet moræne; pH _{KCL} 5,2. Opgivne agre/omlægsarealer under udvikling mod overdrev og overdrevsskrænter med skredterrasser under tilgroning med slåen, roser mv	Overdrev græsset: fåresvingel (26) alm. hvene (15) vellugtende gulaks (9) Ugræsset: draphavre (25) enghavre (17) markkrageklo (17) rød svingel (14)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Storefold: Sommergræsning med skovkvæg (delfenner med forskelligt græsningstryk) Klæbjergfenne og Lushage: Sommergræsning med skovkvæg	Storefold: Overdrev tidligere op-delt i 7-8 agerfelter, der blev dyrket på skift indtil omkring 1900, derefter i græsarealer - enten græsset uden omlæg og gødskning eller omlagte og gødskede indtil 1986 – og agre opgivet 1990. Klæbjergfenne og Lushage: Agre opgivet 1990	Vegetation og jordbund siden 1984, kokasser, spiring. Spiring af roser, træer og buske Småpattedyr, fluer og myg

Nordengen (kortbilag 1, side 182)

Nordengen er åben eng på den græssede del med meget spredt opvækst specielt af pil og næsten sammenhængende skov i den ugræssede kontrol. Engen blev drevet med høslæt og græsning indtil omkring år 1900 hvor den blev drænet og opdyrket. I 1970 overgik den til høslæt og græsning uden omlægning og uden vedligeholdelse af dræn. Fra 1980 blev den drevet med kvæggræsning (Buttenschön & Buttenschön 2000a).

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
Græsset fenne Ugræsset kontrol	Engvegetation domineret af storer, græsser og lysesiv på hævet havbund, sand med få strandvolde, pH _{KCL} 5,2. Kontrol tilgroet med træer og buske. pH _{KCL} 5,3.	Græsset eng: almindelig star (23), rød svingel (16), harestar (12) Ugræsset kontrol: krybende hestegræs (36), stor nælde (19)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med galloway siden 1980	Drænet og opdyrket 1900-1970. Høslæt og græsning indtil 1980 med let kalkning i 1975. Kontrol-område uden drift siden 1969	Vegetation siden 1985, jordbund, komprimering, lysgennemfald, struktur, biomasse, græsningsadfærd. Træer og buske. Fluer og myg

Sydengen (kortbilag 1, side 182)

Sydengen er dels åben eng og dels eng med skov- og kratdannelser. Kun en del af Sydengen indgår i undersøgelsen. Den del der indgår, har samme dyrkningshistorie som Nordengen indtil omkring 1970. Herefter blev Sydengen drevet mere intensivt med gødskning, græsslåning og græsning indtil 1983 (Buttenschön & Buttenschön 2000a). Fra 1984 har den været græsset årligt med skovkvæg primært i vinterhalvåret.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter i 1999 (% dækning)
30,0 ha Sydengen indgår i større indhegning med højbunds-jorder. Frahegnet kontrol	Græsdomineret engvegetation med rester af kulturpræg på hævet havbund. Sand med få strandvold; pH _{KCL} 6,3	Rød svingel (39) fløjsgræs (21)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med skovkvæg siden 1984	Drænet og opdyrket 1900-1970. Græsslåning og græsning med gødskning indtil 1983	Vegetation siden 1987, jordbund, komprimering, lysgennemfald, struktur, biomasse, træer og buske. Sommerfugle. Fluer og myg (i perioden 1993-95)

Tremosegård (kortbilag 1, side 182)

Tremosegård består af højderyg med hede-overdrevsvegetation under tilgroning med ene med tydelige højryggede agre samt græsmarker på tidligere agre. Kun den ældre del med hede/overdrev indgår i undersøgelsen.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter 2000
22,5 ha græsset fenne	Hede/overdrev dom. af græsser under tilgroning med ene på system af højryggede agre samt græsmark med rester af kulturpræg. Smeltevandssand.	Bølget bunke (26), alm. hvene (24), rød svingel (12) rød kløver (11)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med skovkvæg med nuværende hegnsføring fra 1986, Bisgyde Høj græsset siden 1983	Hede/overdrev periodisk græsset. Mindre birkelund afdrevet i 1986. Omdrift og gødskning opgivet 1985	Vegetation, jordbund Fluer og myg (i perioden 1993-95)

Toggerbo (kortbilag 1, side 182)

Toggerbo er et overdrev med en del sammenhængende krat domineret af slåen i den kuperede del fennen og med mere spredt opvækst af skovfyr på den flade del.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype, jordbund og pH	Dominerende planter (1999)
20 ha, græsset fenne samt Ugræsset kontrol	Overdrev under tilgroning med bl.a. slåen, brombær og skovfyr. Kontrol tilgroet med skovfyr. Smeltevandssand; pH _{KCL} 4,3	Alm. hvene (22), gul snerre (11), alm. røllike (9), eng-rapgræs (9)
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsning genoptaget på forskellige tider af året med kvæg fra 1983. Gyvelrydning i kontrol i 1970erne	Består af ager opgivet 1980 på fladerne og bakker tidligere periodisk opdyrket, siden græsset. Aflastningsfenne for kvæg 1974-78	Vegetation siden 1984, jordbund, struktur. Jordbundsfauna og insekter

Helligkilde (kortbilag 1, side 182)

Helligkilde består af et langstrakt dalstrøg der overvejende fremtræder som åben hede med enebærkrat. Hedevegetationen er lav og åben med sandskæg, laver, hedelyng og bølget bunke. Der er mindre agerfelter med tydelige højryggede agre. Indgik i græsningsforsøg 1974-78 (Stenbæk et al. 1980).

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
14,8 ha græsset fenne	Åben bølget bunke domineret hede med sandskæg/lavhede på skrænter. Smeltevandssand	Bølget bunke, hedelyng
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med skovkvæg genoptaget 1994 efter at være ugræsset 1978-94	Periodisk græsning i perioden 1940-60. I 1960-74 ugræsset. Forsøg 1974-78 med forskelligt græsningstryk	Jordbundsfauna og insekter

Stenhøje Vest (kortbilag 1, side 182)

Åbne overdrev, hede og græsarealer i kuperet terræn med kratbevoksninger domineret af ene.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
9,4 ha græsset fenne	Hede, overdrev under tilgroning og græsmark. Smeltevandssand	Bølget bunke, hedelyng, håret høgeurt på skrænter. Rød svingel, alm. hundegræs. alm. hvene, alm. røllike og gul snerre på græsmarker
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med skovkvæg siden 1983	Delvis ager opgivet 1980 og bakke periodisk græsset med samme driftshistorie som hestegræssede fenne (Kirkestien).	Fugle, fluer og myg. Træer og buske, enebærregistrering 1994.

Stenhøje Øst og Syd og Strandkær (kortbilag 1, side 182)

Åbne græsarealer der har været gødsket indtil 1987, og som stadig har kulturpræg. De bruges delvis som støttemarker i forbindelse med stalden.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
25,1 ha fordelt på 4 græssede fletter: Stenhøje Øst og Stenhøje Syd og Strandkær	Græsdomineret med kulturpræg og mindre bakker med overdrevsvegetation med buskopvækst. Smeltevandssand	Rød svingel, bakkesvingel, alm. hvene, mælkebøtte, alm. rajgræs og hvidkløver
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Skovkvæg siden 1983. Strandkær er støttemarker for stalden.	Dyrket indtil omkring 1980 og gødsket indtil 1987. Bakkerne er tidligere udgået af drift	Fugle, fluer og myg

Tyvelhøj (kortbilag 1, side 182)

Tyvelhøj består af åben græsdomineret hede i et kuperet dødislandskab. Der var en del hedelyng i 1970'erne som gradvis blev udkonkurreret af bølget bunke. Efter ophørt fåregræsning omkring 1984 retableredes en del af lyngheden, men angreb af lyngens bladbille resulterede i at lyngen stort set forsvandt igen. Der er løbende foretaget rydning af opvækst domineret af østrigsk fyr.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
Græsset fenne ca. 20 ha.	Bølget bunke domineret hede med spredt opvækst af østrigsk fyr og brombær, smeltevandssand	Bølget Bunke med krybende hestegræs i lavningerne
Græsningsbehandling/-tryk	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med sortbrogede kvier (plejeaftale Århus Amt, ejer og dyreholder)	Periodisk fåregræsset fra ca. 1974 til 1984. Jævnlig rydning af opvækst af fyr.	Småpattedyr

Aages Agre (kortbilag 1, side 182)

Aages Agre fremtræder i dag som åben græsdomineret bakke. Den var opdyrket indtil 1959, og igen i 1979 hvor der blev sået rug et enkelt år. Den blev brugt til høslæt senest i 1984 og græsning med får og senere kvæg.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter 1999
3,2 ha inddelt i 6 felter, 3 græssede og 3 ugræssede	Græsdomineret vegetation. Smeltevandssand	På afblæste flader: rødsvingel, alm. hvene, i lavninger: draphavre og hundegræs
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Sommergræsning med galloway i 1998 og 1999	Opdyrket indtil 1959 og igen i 1979, høslæt indtil 1984, græsset 1984-1989 med får, derefter græsset med gallowaykvæg et par år.	Vegetation, småpattedyr, sommerfugle

Italienske Sti (kortbilag 1, side 182)

Forsøgsarealet omfatter græsdominerede arealer der tidligere har været dele af forskellige indhegninger med forskellige forsøgsgræsninger og været aflastningsfenne.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
Inddelt i 6 felter (i alt 7 ha), 3 græssede og 3 ugræssede	Hede og overdrev under tilgroning med ene, gyvel og eg	Bølget bunke, krybende hestegræs, alm. hvene, hedelyng og gul snerre
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Græsset med får indtil 1996, derefter sommergræsset med galloway	Del opdyrket indtil 1959 derefter henligget, andre dele har været græsset med får og/eller kvæg	Småpattedyr og sommerfugle

Mølleåengen og Trindehaven (kortbilag 1, side 182)

Eng på hævet havbund under tilgroning. Mølleåengen er frodig eng på fugtig tørvebund, mens Trindehaven fremtræder som en græsdomineret slette på mere tør sandet bund.

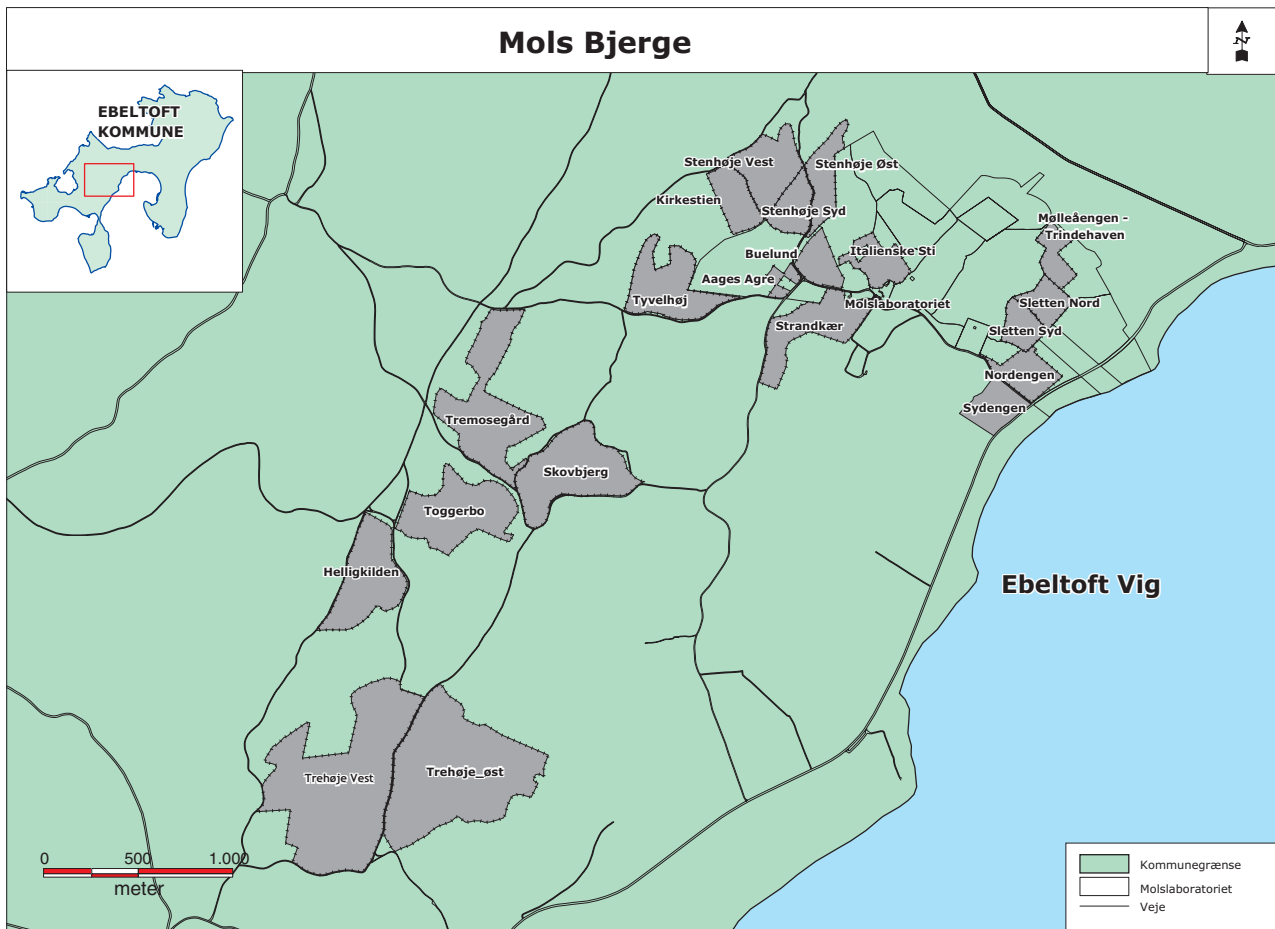
Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
8,2 ha samlet i en indhegning fra 1992	Græsdomineret eng og græsmark. Ferskvandstørv (Mølleåengen), hævet havbund, sand med få strandvolde (Trindehaven)	Mølleåengen: Fløjlsgræs, alm. rapgræs, mosebunke. Trindehaven: krybende hestegræs, rød svingel, draphave, hundegræs
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Kvæggæsset siden 1992 delvis i sammenhæng med vintergræsning på Sletten Nord	Trindehaven var sidst dyrket med rug i 1970. Delvis græsset	Småpattedyr

Ørnbjerg Mølle (kortbilag 3, side 184)

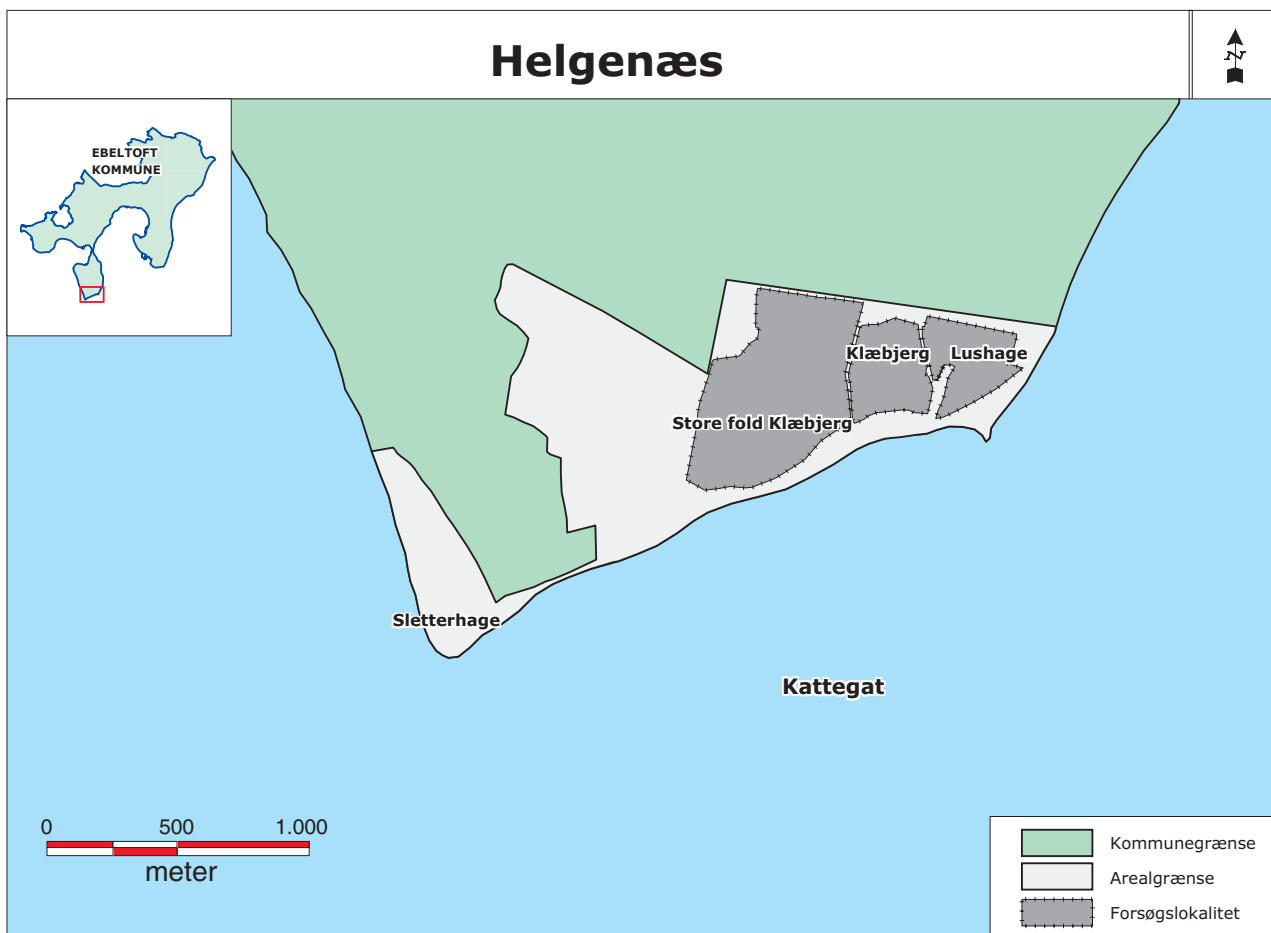
Eng langs Ulstrup Å med frahegnede, tilgroede kærømråder. Ådalen afgrænses af skovklædte skrænter.

Størrelse og inddeling	Vegetationstype og jordbund	Dominerende planter
20,7 ha eng langs vandløb	Græsdomineret eng. Ferskvandstørv iblandet sand, flodslettesand i skrænterne	Alm. rapgræs, fløjlsgræs, rød svingel, mosebunke
Græsningsbehandling	Tidligere anvendelse	Undersøgelser
Sommergræsning med skovkvæg	Tidligere drænet og gødsket eng. Ekstensiv græsset siden 1983	Fluer og myg

Kortbilag 1



Kortbilag 2



Kortbilag 3

