



STATUS OG PLEJEMULIGHEDER FOR KLOKKELYNGDOMINERET VÅD HEDE

Faglig rapport fra DMU nr. 820 2011



DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET



[Tom side]

STATUS OG PLEJEMULIGHEDER FOR KLOKKELYNGDOMINERET VÅD HEDE

Faglig rapport fra DMU nr. 820 2011

Morten Strandberg¹
Knud Erik Nielsen¹
Christian Damgaard¹
Hans Jørgen Degn²

¹ Danmarks Miljøundersøgelser

² Degn's NaturConsult



Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 820
Titel:	Status og plejemuligheder for klokkelyngdomineret våd hede
Forfattere:	Morten Strandberg ¹ , Knud Erik Nielsen ¹ , Christian Damgaard ¹ , Hans Jørgen Degn ²
Institutioner, afdelinger:	¹ Afdeling for Terrestrisk Økologi, ² Degn's NaturConsult
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	Marts 2011
Redaktion afsluttet:	Februar 2011
Faglig kommentering:	Christian Kjær
Finansiel støtte:	Medfinansieret af Forsvaret
Bedes citeret:	Strandberg, M., Nielsen, K. E., Damgaard C. & Degn, H. J. 2011: Status og plejemuligheder for klokkelyngdomineret våd hede. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 52 sider – Faglig rapport fra DMU nr. 820, http://www.dmu.dk/Pub/FR820.pdf .
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten anvender de nationale overvågningsresultater fra NOVANA, en opsamling af publiceret og upubliceret viden om våde heders økologi og konkrete undersøgelser på Borrís Hede for at finde årsagerne til, at klokkelyng er gået drastisk tilbage på de våde indlandsheder inden for de seneste 10 – 15 år. Rapporten peger på manglende pleje, kvælstofdeposition og forsurening som de tre mest sandsynlige årsager til tilbagegangen.
Emneord:	Klokkelyng, våd hede, tålegrænse, kvælstof, naturpleje
Layout:	Charlotte Kler
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
Omslagsfoto:	Morten Strandberg
ISBN:	978-87-7073-226-0
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	52
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR820.pdf

Indhold

Forord 5

Summary 6

Sammendrag 9

1 Baggrund 11

- 1.1 Indledning 11
- 1.2 Karakteristik af våde hede 11
- 1.3 Den våde hedes forekomst og økologi 12

2 Materiale og Metoder 16

- 2.1 Borris Hede 16
- 2.2 Stenbjerg Hede 17
- 2.3 Danske undersøgelser af klokkelyngheder 17
- 2.4 Statistisk analyse af bl.a. NOVANA data 18

3 Status for de våde heder 20

- 3.1 Tilbagegang for klokkelyng 20
- 3.2 Forskelle i forhold mellem indlandshede og klithede 20

4 Trusler 22

- 4.1 Forsuring 22
- 4.2 Kvælstofdeposition 23
- 4.3 Hydrologi 24
- 4.4 Påvirkning af symbionte mikrosvampe 24
- 4.5 Manglende drift og pleje 24
- 4.6 Klimatiske forhold 25

5 Erfaringer med pleje af våd hede 27

- 5.1 Danske erfaringer 27
- 5.2 Udenlandske erfaringer med pleje af klokkelynghede 29

6 Resultater og diskussion 31

- 6.1 Borris Hede 31
- 6.2 Udviklingen i dækningen af klokkelyng fra 2004 til 2009 33
- 6.3 Stenbjerg Hede 37
- 6.4 Danske undersøgelser af klokkelyngheder 37

7 Konklusioner og anbefalinger 42

Referencer 45

Appendix 50

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Forord

Baggrunden for projektet er at Forsvaret som forvalter af nogle af Danmarks største naturområder havde identificeret et behov for at afklare årsager til klokkelyngs tilbagegang på de våde heder på Borris Hede og for at finde de metoder til at pleje de våde heder der har de største muligheder for at vende udviklingen.

Med rapporteringen af projektet sammenstilles den kendte viden om våde heder med klokkelyng af type 4010 for første gang i Danmark. Denne viden består ud over de undersøgelser der er foretaget i projektet, af opsamling af viden fra dansk og international litteratur, beskrivelser af tre tidligere undersøgelser foretaget på våde heder samt en analyse af overvågningsdata vedrørende våde heder fra NOVANA programmets habitatovervågning.

Projektet er udført som et samarbejdsprojekt mellem Aarhus Universitet (DMU) med Morten Strandberg som projektleder og Knud Erik Nielsen og Christian Damgaard som projektdeltagere fra AU, Degn's NaturConsult v. Hans Jørgen Degn og Forsvaret v. skovrider Ole Noe. Laborant Mette Thomson (DMU) har foretaget den indledende prøveregistrering og behandling. Laborant Egon Frandsen (DMU) har foretaget de kemiske analyser af de indsamlede prøver.

Summary

Two wet heathland areas with the "cross-leaved heath" *Erica tetralix* (habitat type 4010) were investigated to determine the ecological status of the habitat type, causes for the decline of *Erica tetralix* and to develop a basis for management methods for this nature type. The Danish habitat monitoring programme (NOVANA) shows that the cover of *Erica tetralix* has declined by 10 % since 2004, when the programme was introduced. A summary of yet unpublished Danish observations from wet heathlands was presented which demonstrated that the decline has appeared and accelerated since the mid 1990s, where larger coherent areas with 100% cover of *Erica tetralix* still existed. At the same time, review of management literature made it clear that no proven methods for successful management of wet heathland have been published.

Because of this lack of knowledge concerning the causes of the decline and effective management methods, two approaches were selected to investigate wet heathlands with *Erica tetralix*.

1. Statistical analyses of inland wet heathlands with *Erica tetralix* obtained through the nationwide Danish monitoring programme – NOVANA (Svendsen et al. 2005).
2. Transect analyses, including species cover and structure (compactness), Nitrogen concentration in vegetation, soil morlayer (0-5 cm) C, N and pH, were carried out on the shooting range Borris Hede in western Jutland DK with the objective of quantifying the current status and diagnosing possible causes for the decline.

The analyses showed that both cover and vegetation structure of *Erica tetralix* in the *Erica tetralix*-stands were reduced, and that the condition of the individual plants appeared poor relative to expectations from samples collected in the 1980s and 1990s. The fact that notably the Purple moor grass *Molinia coerulea* and the Common heather *Calluna vulgaris* were present in the former *Erica tetralix* dominated areas indicated ecosystem change.

The analysis of data from the NOVANA programme demonstrated a significant relation between the decline of *Erica tetralix* and nitrogen deposition, indicating a threshold at a deposition between 12 and 14 kg N ha⁻¹ year⁻¹ (fig. A).

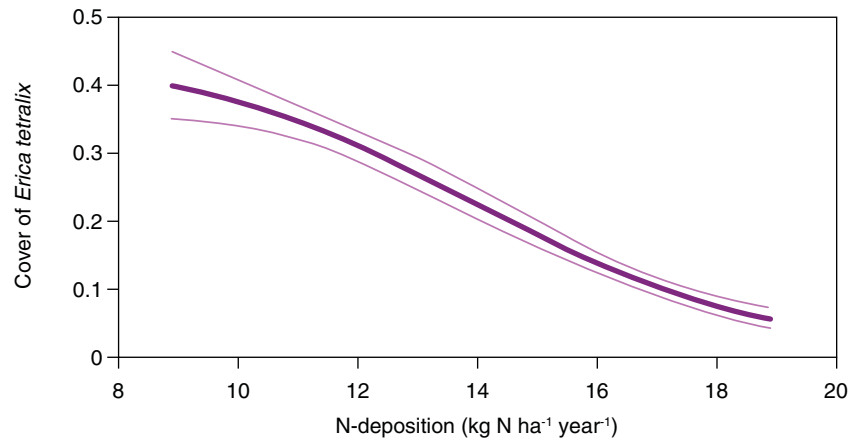


Figure A. Significant negative effect of nitrogen deposition on cover of *Erica tetralix* in wet heathland (4010) ($P < 0.001$; $r^2 = 0.16$). The relation between N-deposition ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) (X-axis) and cover of *Erica tetralix* (Y-axis) measured in the Danish monitoring programme was fitted by use of a sigmoid model. The graph presents the median (bold) shown together with the 2.5% and 97.5% percentiles.

The measurement of the C/N ratio in the morlayer showed an unfavourable ratio of 21 – 26 under the *Erica tetralix*-stands, whereas the ratio in a healthy ecosystem would be above 30 (fig. B). This demonstrates that the frequent fire management on Borris Hede has been insufficient to remove nitrogen from the areas with wet heathland, probably because these areas are too humid to burn the morlayer in the season when management by fire is allowed.

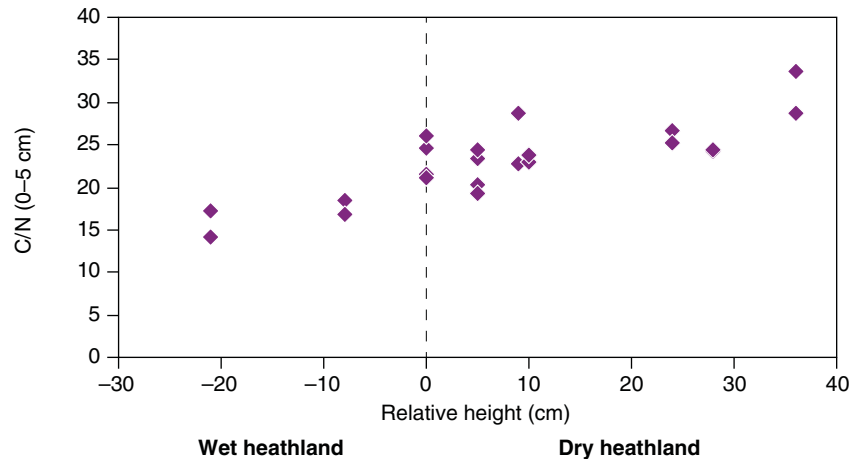


Figure B. The ratio between the C and N in the morlayer (0-5 cm) in the transect investigated at the Borris shooting range. The relative height is measured with X-axis zero as the point where *Erica tetralix* had its maximum cover.

The overall conclusion is that the N-deposition exceeds the critical load for nitrogen for wet heathland and that the management by fire in the season from September 1 to March 31 is not sufficient to avoid accumulation of nitrogen in the morlayer. This again leads to a slow change in the ecosystem towards dominance of purple moor grass *Molinia caerulea* at the cost of typical species such as *Erica tetralix*. Because the present deposition endangers the stability of the nature type wet heathland (type

4010), it appears that the high end of the presently accepted critical load interval of 10 – 25 kg N ha⁻¹year⁻¹ (UNECE 2004) is too high for this ecosystem. Figure A indicates that the upper limit for the Critical Load for Danish wet heathlands should be below 12 – 14 kg N ha⁻¹år⁻¹. Consequently, efficient management methods for this nature type need to be developed. Such management should take into account measures for restoration of degraded wet heathlands, as well as management methods that can remove excess nitrogen and increase pH from the present level of just above pH 3 to values around pH 4.

References see the end of the report

Sammendrag

To områder med våd indlandshede (type 4010) med klokkelyng på Borris Hede er blevet undersøgt for at afklare årsagerne til, at de er under forandring og for at give baggrunden for udvikling af plejetiltag, der kan vende udviklingen. NOVANA overvågningen viser, at klokkelyng i denne naturtype arealmæssigt er gået tilbage med ca. 10% fra 2004 – 2009, hvilket svarer til den periode, overvågningen er blevet udført. Andre danske observationer og undersøgelser bekræfter, at udviklingen har været negativ i en periode i det mindste siden omkring 1995. Samtidig står det klart, at der ikke findes sikker erfaring om pleje af denne naturtype, der vil kunne vende udviklingen.

Undersøgelserne på Borris Hede blev udført for at kvantificere den nuværende status for naturtypen på Borris Hede. De to undersøgte transekter viste, at dækningen og strukturen (kompaktheden) af klokkelyngbevoksningerne er lav, at klokkelyngområderne er under forandring pga. øget forekomst af bl.a. hedelyng og blåtop, men også at der stadig er områder med dominans af klokkelyng, som dog synes at være i tilbagegang, hvilket blandt andet ses ved, at der i områderne forekommer en del død eller døende klokkelyng.

Målingerne af kulstof og kvælstof i morlaget viser et ugunstigt lavt C/N forhold i de fugtige områder, hvor klokkelyng tidligere har været meget dominerende. I forhold til det anbefalede C/N-forhold som ligger på 30 eller derover, sås der i de fugtige områder på Borris Hede C/N-forhold mellem 21 og 26. Det viser, at den pleje, der er blevet foretaget på Borris Hede i form af afbrænding ikke har været tilstrækkelig til at genoprette områdets evne til at opbygge kulstof. Dette skyldes efter al sandsynlighed, at afbrændingen er foregået på et tidspunkt, hvor de fugtige områder ikke er blevet nævneværdigt påvirket af afbrændingen.

Konklusionen er, at kvælstofnedfaldet overstiger naturtypens tålegrænse, og at de aktuelle plejeformer ikke er tilstrækkelige til at fjerne overskuddet af kvælstof, hvilket har til resultat, at kvælstof akkumuleres i de fugtige områder og fører til, at vegetationen langsomt ændres. En forandring som stadigt forløber, og som sit sandsynlige endepunkt vil have en vegetation domineret af græsser med blåtop som den dominerende art. Som en konsekvens af at en deposition på 12 – 14 kg N ha⁻¹år⁻¹ og derover medfører at klokkelyng forsvinder fra de våde indlandsheder, foreslås det ud fra statistiske analyser, at tålegrænseintervallet for naturtypen våd indlandshede (type 4010) begrænses fra den aktuelt gældende publicerede tålegrænse for naturtypen på 10–25 kg N ha⁻¹år⁻¹, til 10 – 14 kg N ha⁻¹år⁻¹. Det vil sige at heder som aldrig har været belastet udover 12 - 14 kg N ha⁻¹år⁻¹ fremover må formodes at kunne tåle belastninger herunder. Våde indlandsheder der tidligere har været udsat for N-depositioner højere end 12 - 14 kg N ha⁻¹år⁻¹ vil kunne tåle mindre end tålegrænsen.

Der er behov for at udvikle plejemetoder, som kan vende udviklingen. Her begrænses mulighederne af, at Borris Hede fungerer som skydeter-ræn, hvilket gør, at pleje i form af græsning og afskrælning af tørvelaget i

praksis er udelukket henholdsvis pga. skydningen og risikoen for at støde på ueksploderet ammunition. Derfor står afbrænding i tørre somre tilbage som eneste realistiske mulighed for at vende udviklingen. Sådan pleje kræver dispensation fra den gældende bekendtgørelse om bl.a. afbrænding af hede, som ikke giver mulighed for afbrænding af lyng m.v. i perioden 1. april - 31. august. En generel dispensationsmulighed for kommunalbestyrelsen til at tillade afvigelser fra bekendtgørelsens bestemmelser gælder udtrykkeligt ikke i denne situation (§ 3, stk. 1). Anvendelsen af denne plejeform i sommerperioden kræver derfor en ændring af bekendtgørelsen, hvilket hermed anbefales.

1 Baggrund

1.1 Indledning

Baggrunden for projektet er, at Forsvaret har iagttaget, at klokkelyng er gået tilbage i de våde områder på Borris Hede. Forsvaret har som forvalter af nogle af Danmarks største naturområder ansvaret for at den habitatnatur, der indgår i deres naturområder lever op til kravene i EU's Habitatdirektiv (EUR 25, 2003), hvilket blandt andet gælder for habitatnaturtypen "våde hede" (Type 4010). Forsvaret har derfor identificeret et behov for at afklare årsagerne til klokkelyngs tilbagegang på de våde heder på Borris Hede og om muligt at finde metoder til at pleje de våde heder, så tilbagegangen kan stoppes og forhåbentlig vendes.

Udviklingen for de våde hede på Borris Hede er et eksempel på en generel udvikling i Danmark, idet tilstanden af de danske klokkelyng-heder (4010) i 2007 blev karakteriseret som stærkt ugunstig i den 6-årige indberetning til EU ([Søgaard et al. 2008](#)).

Dette er senere underbygget med observationer fra andre heder (Lønborg Hede, Oustrup Hede og Vejrup Søhede) og sammenlignende undersøgelser fra nogle få heder med ældre observationer. NOVANA-data indhentet siden 2007 viser en yderligere tilbagegang.

Når man ønsker at gå fra denne erkendelse og til en praktisk indsats for at forhindre en yderligere forringelse - eller eventuelt opnå en forbedring - støder man på et problem: Viden om denne naturtype, inklusive plejen af den, er yderst begrænset. Den vidensopsamling og de undersøgelser, der rapporteres med denne rapport, er et forsøg på at tilvejebringe den nødvendige viden til et bedre beslutningsgrundlag for at øge muligheden for at foretage den pleje, der har de største muligheder for at vende udviklingen.

1.2 Karakteristik af våde hede

Habitatnaturtypen "våd hede", som er den hedetype på Borris Hede, hvor der forekommer tætte bestande af klokkelyng, findes i indlandet på fugtige til våde arealer og har en vegetation præget af dværgbuske og/eller lave pors, ofte med et stort indslag af blåtop. Eksempler er klokkelynghede, pors-blåtophede og hedemose med dværgbuske. Klokkelyng eller pors præger i nogle tilfælde naturtypen, men det kan også være rosmarinlyng, mosebølle, blåbær, hedelyng, revling, tranebær eller blandinger heraf. I nogle tilfælde dominerer hedelyng hele fugtighedsgradienten fra tør til våd hede uden forekomst af andre dværgbuske. I sådanne tilfælde kan forekomst af indikatorarter for fugtighed anvendes til at skelne mellem tør og våd hede. Våd hede ligger på mineralsk jordbund, lyngmor eller tørv. Tørven er normalt 5 - 15 cm tyk og højst 0,4 meter tyk (for at adskille fra tilsvarende plantesamfund på nedbrudt højmoser). I Danmark har man typisk kaldt forekomster på tørv for hedemose, som ud over tørven og lave buske karakteriseres af de fugtighedselskende ar-

ter tue-kæruld, tranebær og tørvemos. Eneste karakteristiske art¹ er *klokkelyng*, som har en oceanisk udbredelse og trives bedst i et mildt og fugtigt klima uden ekstremer. Klokkelyng behøver ikke at forekomme, for at det er naturtypen og kan i øvrigt også forekomme sporadisk i tør hede (habitatnaturtype 4030). Arter der indikerer våd hede og viser, at bunden er fugtig eller våd, er rosmarinlyng, tranebær, pors, blåtop, børste-siv, mose-troldurt, spæd mælkeurt, hirse-star, alm. star, tue-kæruld, smalbladet kæruld, klokke-ensian, tue-kogleaks, benbræk, hvidmos (*Leucobrym glaucum*) og tørvemosser. Almindelige arter fælles for den våde- og hede tørre hede er hedelyng, revling, tyttebær, klokkelyng, mosebølle, krybende pil, plettet gøgeurt, hunde-hvene, bølget bunke, tormen-til, tue-kogleaks, cypresmos (*Hypnum cupressiforme* og *H. jutlandicum*) og arter af rensdyrlav.

http://www.dmu.dk/fileadmin/Resources/DMU/MYndighedsbetjening/FDC_bio/TeknAnvisn/Habitat-beskrivelser-app4b-ver103.pdf

1.3 Den våde hedes forekomst og økologi

Oceanisk udbredelse

Klokkelyngen er en art med en udpræget oceanisk udbredelse med traditionelt størst udbredelse i de vestligste egne af landet. Klokkelyngens nordlige udbredelsesgrænse afgøres formentlig af temperaturen og dens effekt på blomstring og frøsætning/modning, den østlige udbredelse begrænses af hård vinterfrost og den østlige og sydlige af evnen til at modstå sommertørke (Bannister, 1966). Klimaet skal således være udpræget oceanisk, hvilket vil sige rigeligt nedbør med en nogenlunde ensartet fordeling gennem året. Inden for klokkelynghedernes normale udbredelsesområde er der imidlertid ingen tvivl om, at graden af oceanitet har varieret meget gennem de seneste århundreder – den hyperoceaniske vikingetid, den mere kontinentale periode gennem den lille istid og til de nuværende hastige klimaforandringer, som karakteriseres som udpræget oceaniske, men med hyppige tørkeperioder i vækstsæsonen.

Danmark

I Danmark forekommer klokkelynghederne typisk på lavt beliggende, meget sure og næringsfattige smeltevandsflader i perioder med næsten vandmættede forhold og i vækstsæsonen ofte med en afstand til vand-spejlet på over en halv meter (Lange, 1995). I den nyeste store beskrivelse af den danske natur "Naturen i Danmark" (Schmidt et al. 2007) fylder teksten om klokkelyng en kvart side i kapitlet om lynghederne. Her nævnes det bl.a. kort: "De danner dog sjældent større flader, men forekommer i lavninger på heden eller i et bælte langs grøfter eller omkring vandhuller." Flere tidligere forfattere beskriver, hvordan vegetationen er fordelt omkring våde lavninger på heden. I de laveste dele af terrænet findes den egentlige mosevegetation, typisk blåtop/pors. Klokkelyngen

¹ Habitat types følger EUNIS klassifikation system (EUR 25 European Commission, 2003). Denne manual definerer og beskriver hver habitattype i relation til direktivet

På stationen registreres dækningen af invasive arter og de karakteristiske arter, der er opført under hver af habitatnaturtyperne i Habitatdirektivets fortolkningsmanual. ref ovenover.

Danmark har endnu ikke udpeget typiske arter, men har indtil videre henholdt sig til de karakteristiske arter nævnt i fortolkningsmanualen.

dominerer på de lidt højere liggende arealer, ofte som et bælte omkring mosen. Og på endnu højere liggende areal findes den tørre hede domineret af hedelyng/revling (Mentz 1909, Hansen 1932, Böcher 1941, Jessen 1943).

Konsekvensen af disse forhold er ofte en relativt større ophobning af kulstof på grund af den lave omsætning af organisk materiale end på den tørre lynghede. Det lave pH og de iltfattige forhold medfører en høj koncentration af divalente og trivalente kationer – hovedsagelig mangan, opløseligt jern (ferro-ioner) og aluminiumioner. Ved pH omkring 3 befinder disse sure kationer sig i en plantetilgængelig form, hvilket betyder, at de bliver optaget i vegetationen. Klokkelyng er en af de få arter, der kan tåle høj koncentration af ferro-ioner, hvilket er en udpræget konkurrencefordel. Det svagt strømmende vand vil gradvist transportere opløste sure kationer til zonen med klokkelyng, hvilket vil medføre en kraftig podzolerering af jordbunden. Den kraftige cementering af jordbunden i denne zone vil gradvist ændre jordbundens hydrologi i retning mod større vandmætning og dermed ændre på vilkårene for klokkelyngen.

I modsætning til Schmidt et al. (2007) beskriver Børgesen & Jensen (1904) samt Galløe & Jensen (1906), at klokkelyngheden kan dække større flade lavninger. Den kan dels findes "dækkende større flade Lavninger i Calluna-heden" (Børgesen & Jensen 1904), dels på bund, der er "meget jævn og let at passere" (Galløe & Jensen 1906).

Böcher (1970), som var en stor kender af de danske heder, sammenfattede på glimrende vis forholdene således: "- - klokkelyngheden. Den findes, som vi lige har set det, i et bælte, der krydses på vejen ned ad en hedeskråning mod et hedekær eller en hedesø. Men der findes også enkelte steder i Jylland større plane strækninger med tilpas fugtig jordbund for klokkelyng. Her fås da mere udstrakte klokkelyngheder."

Vegetationens sammensætning

De få kvantitative data om vegetationens sammensætning i klokkelyngheden viser klokkelyng som et helt dominerende element. Der findes ældre undersøgelser fra 3 lokaliteter, hvor den anvendte metode til beskrivelse af vegetationen er frekvensanalyser ved hjælp af Raunkiærers cirklingsmetode: Nørholm Hede (Hansen 1932), Knude Hede (Raunkiær 1934) og Randbøl Hede (Böcher 1941). De dokumenterer klokkelyngen som værende den klart dominerende art. Dens gennemsnitlige frekvens i de tre undersøgte heder var 90 %.

Af nyere data findes kun Lange (1995), som i klokkelynghede fandt karakterplanten i 85 % af de undersøgte cirkler. Til denne frekvens svarede en dækningsgrad på 62 %.

Europa

På de britiske øer forekommer klokkelyngen under vådere forhold end blåtop, typisk på svagt skrånende terræn (Bannister, 1966). Klokkelyngens foretrukne voksested synes derfor at være på udpræget sure mineralske og vandholdige (ikke vandlidende!) jorde, hvor der forekommer fri dræning, dvs. svagt strømmende iltrigt vand. Rutter (1955) skriver, at

andelen af blåtop er positivt relateret til svingninger i vandstanden hen over året og foreslår, at det kunne fortolkes som at de bedre iltforhold favoriserer blåtop. Andelen af klokkelyng var derimod negativt relateret til svingninger i vandstand og dermed favoriseret af et konstant og højtliggende vandspejl. Hedelyngen viste ingen præferencer i forhold til svingninger i vandspejlet (Rutter, 1955). De gamle engelske undersøgelser stammer alle fra en bestemt dal, hvilket kan være en årsag til forskellen fra danske forhold, hvor klokkelyngen vokser i zoner omkring fugtige lavninger og på lavtliggende smeltevandsflader, der hælder svagt. Endvidere vil forholdene i de sydvestligste egne af England, hvor undersøgelserne stammer fra, være mere oceaniske end i Danmark, hvilket vil medføre forskelle i udbredelsesmønsteret.

I Holland beskrives der allerede i 1987 en situation, hvor der gennem tyve år har været observeret en ændring af de våde heder fra klokkelyngdominans mod blåtop dominans (Berendse et al. 1987). I samme artikel blev behovet for årlig tilførsel af kvælstof hos blåtop og klokkelyng undersøgt, med det resultat at blåtop har et behov for årlig tilførsel af N på $7,5 \text{ mg N g}^{-1} \text{ år}^{-1}$, medens det tilsvarende er $2,6 \text{ mg N g}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Altså et næsten 3 gange så stort behov hos blåtop relativt til klokkelyng.

Fugtighedsforhold

De ovenstående beskrivelser af klokkelyngbæltets placering mellem den tørre hede og den egentlige hedemose giver også direkte eller indirekte et billede af klokkelyngs fugtighedspræferencer. Dette er naturligvis relativt og set i forhold til de tilgrænsende vegetationer. Den mest konkrete brik til dette billede gives af Lange (1995), der undersøgte grundvandsstandens dybde under overfladen for bl.a. klokkelynghede på et transekt på Lønborg Hede. Desværre dog kun for perioden 18. august til 26. november. Medio august – primo september ligger grundvandsspejlet ca. 80 cm under terrænoverfladen, mens det i perioden medio september – ultimo november er hævet til ca. 20 cm under overfladen. Dette understreger, at der i det mindste ved forekomst på skrånende terræn kan være en stor dynamik i vandbevægelserne.

Bannister (1964) undersøgte effekterne af jordens vandmætning hos både hedelyng og klokkelyng i England og fandt, at klokkelyngens respiration i modsætning til hedelyng ikke blev påvirket nævneværdigt af perioder med høj vandmætning. På den anden side blev klokkelyngens respiration negativt påvirket i forbindelse med længerevarende tørkeforhold, hvor lyngen til gengæld var nærmest upåvirket (Bannister, 1964). Samlet set viser disse undersøgelser af hedelyng og klokkelyng, at hedelyng er i stand til at sprede og etablere sig på flere forskellige jordbundstyper, både under tørre og fugtige forhold. Kun i et væsentligt snævrere interval i den fugtigere ende af disse gradienter er klokkelyng i stand til at konkurrere mod hedelyng – og det endda kun på mineralske jorde med fri dræning (altså ikke hedekær med stagnerende vandstand). Ud fra dette kan fordelingen af hedelyng og klokkelyng på hedetyperne derfor i store træk forklares ud fra vandforholdene.

Morlaget

Tørvelagets tykkelse er ikke velundersøgt under klokkelynghede. I relation til naturtypens beskrivelse kan det synes som et akademisk spørgs-

mål, om den findes på et tyndt morlag som den tørre hede, eller den findes på decideret tørvebund af større tykkelse. Men når man kommer til overvejelser om naturpleje, er det et forhold af største praktiske vigtighed.

Der findes to oplysninger om morlagets tykkelse. Thamdrup (1939) beskriver jordprofiler fra to typiske klokkelyngheder, hvor morlaget er henholdsvis 4 og 3,5 cm tykt.

Hansen (1976) konkluderer i sin disputats om økologiske studier i dansk hedevegetation følgende: "*Erica tetralix* is thus a strongly oligotrophic species (except as regards Fe and Na), preferring wet soils with a thick mor layer." Undersøgelserne ligger inden for rammerne af "Danish Calluna ecosystems", så det fortæller noget om plantearten klokkelyng, men ikke nødvendigvis om naturtypen klokkelynghede. Morlagets tykkelse på voksesteder for klokkelyng var i gennemsnit 7,0 cm imod det totale gennemsnit for heder på 4,9 cm, hvilket bekræfter forventningen om, at den højere fugtighed medfører en øget opbygning af morlaget.

2 Materiale og Metoder

Projektet har benyttet sig af flere forskellige metoder for at belyse årsagerne til, at klokkelyng går tilbage på Borris Hede og på våde heder (type 4010) i det hele taget.

Specifikt for Borris er der foretaget indsamling af vegetationsdata, skud af hedelyng og klokkelyng til kemiske analyser og jordprøver til analyse af pH, C- og N-indhold på Borris Hede d. 17. oktober 2010 (sektion 2.1).

For at kunne relatere resultaterne fra Borris med områder med en sund bevoksning af klokkelyng er der foretaget en lille supplerende indsamling på Stenbjerg Hede d. 18. oktober. Stenbjerg Hede er en klithede, hvilket gør, at der kan være andre faktorer i spil. Stenbjerg blev valgt, da det ikke var muligt at finde en indlandshede med en sund bestand af klokkelyng (sektion 2.2 og kapitel 6.1 og 6.2).

De få danske undersøgelser af klokkelyngheder vi kender til vil blive beskrevet samlet for første gang med henblik på at dokumentere udvikling over tid og om muligt eventuel sammenhæng mellem påvirkning og effekt (sektion 2.3 og kapitel 6.3).

NOVANA-data bliver analyseret med henblik på afdækning af årsagsvirknings sammenhænge, som kan analyseres ved hjælp af NOVANA-data. Disse data inkluderer perioden 2004-2009 (sektion 2.4 og kapitel 6.4).

Endelig foretages der en litteraturundersøgelse omkring status og plejemuligheder for våd hede (Kapitel 3).

2.1 Borris Hede

Vegetationsanalyse

Vegetationen blev analyseret i to forskellige våde heder med forekomst af klokkelyng. Analyserne blev foretaget som transekter over en fugtighedsgradient fra tør hede til våd hede. I begge område blev der målt dækning og kompakthed af vegetationen. Analyserne blev foretaget ved hjælp af point-intercept-metoden, som er en metode, hvor der foretages registrering af antallet af berøringer mellem arterne i plottet og en tynd pind, der i et kvadratnet føres lodret ned gennem vegetationen (Kent and Coker, 1992, Damgaard 2008). Dækningen af hver art beregnes som den andel af pindene, som rører en bestemt art, medens kompaktheden af hver art beregnes som det totale antal berøringer af hver art. I det anvendte kvadrat blev der i lighed med NOVANA programmet foretaget 16 målinger i 0,25 m² pin-point ramme. Koordinaterne blev registreret med GPS og afmærket med hvide plastikpinde, således at det er muligt at genfinde og foretage registrering på de samme plots igen.

Højden (topografien) langs transektet blev målt relativt i forhold til det område, hvor klokkelyng havde sin største dækning og kompakthed.

Planteprov

Årskud af hedelyng og klokkelyng blev indsamlet omkring hvert plot, i det omfang arterne var til stede. Der blev indsamlet to prøver ved hver højde i transektet. Planteproverne blev efterfølgende analyseret for deres indhold af kvælstof ved massespektrofotometri.

Jordprøver

Der blev indsamlet prøver af jordbundens øverste fem cm til analyse for $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$, total C og total N. Prøverne blev udtaget med en rustfri stålcyllinder med en diameter på 6 cm. Ved hver højde blev der indsamlet to jordprøver. I forbindelse med jordprøvetagningen blev tykkelsen af det organisk dominerede lag målt.

2.2 Stenbjerg Hede

På Stenbjerg Hede blev to områder undersøgt i et sammenhængende område, som har været brændt omkring 2002. Det ene område befinder sig i en afgræsset indhegning med får. Det andet lige uden for samme indhegning. Områderne ligger i øvrigt i samme niveau og har begge en høj dækning af klokkelyng – som dog er markant højere i det afgræsede område, formentlig som følge af fårenes selektive afgræsning af andre arter end klokkelyng.

Bortset fra at der på det flade område i Stenbjerg ikke blev foretaget transekt analyse, var metoderne til analyse af frekvens, dækning, kompakthed, skudindsamling og jordprøver de samme som på Borris Hede.

2.3 Danske undersøgelser af klokkelyngheder

Der er tidligere foretaget forskellige typer af undersøgelser på enkelte danske heder med klokkelyng. Data fra disse vil blive samlet med henblik på dokumentation af udviklingen af klokkelyng på indlandsheder over et længere tidsrum end NOVANA-indsamlingerne giver mulighed for.

Nørholm Hede, Lønborg Hede og Vejrup Søhede er blevet undersøgt på følgende måder

Nørholm Hede – vegetationsanalyser i 400 x 400 meter kvadrater 1922 og 2010.

Lønborg Hede – vegetationsanalyser i transekt 1995 og 2010.

Vejrup Søhede – Foto fra 1995 og 2010, suppleret med besøg i 2010.

2.4 Statistisk analyse af bl.a. NOVANA data

Udviklingen i dækningen af klokkelyng over tid samt den statistiske sammenhæng mellem dækningen af klokkelyng og udvalgte forklarende variabler fra NOVANA overvågningsprogrammet (Svendsen, et al., 2005; Bruus, et al., 2010) og andre databaser er vist i tabel 2.1. De statistiske analyser blev foretaget ud fra alle monitorerede prøvefelter i Danmark, som er blevet klassificeret (Damgaard, et al., 2008; Nygaard, et al., 2009) som tilhørende enten naturtypen våde heder (4010), klitheder (2140) eller klitlavninger (2190).

Tabel 2.1. Sammenholdte variabler i den statistiske analyse. Antallet af data (prøvefelter per år) for naturtypen våde heder er angivet i søjlen: "n".

Variable	Metode	n	Database	Reference
Dækning af klokkelyng	16 målinger i 0,25 m ² pin-point ramme	1700	Naturdata	Fredshavn, et al., 2009
Nitrogen deposition (kg N ha ⁻¹ år ⁻¹)	Modelberegnet (DEHM)	1700	DMU-ATMI	Ellermann, et al., 2007
pH i jord	Opslemmet i 0,01 M CaCl ₂	413	Naturdata	Fredshavn, et al., 2009
Nitrogen i løv (pct.)	Forbrændt ved 1100 °C og målt i termisk ledningsevne-celle	137	Naturdata	Fredshavn, et al., 2009
Jordtype	Klassifikation baseret på partikelstørrelse	1473	Jordbundsdata	Greve, et al., 2007
Terrænhældning	GIS-analyse ud fra højdemodel	1700	Danmarks Højdemodel	http://www.kms.dk/Referencenet/dhm/
Geografisk orientering af terrænhældning	GIS-analyse ud fra højdemodel	1700	Danmarks Højdemodel	http://www.kms.dk/Referencenet/dhm/

Sammenhængen mellem dækningen af klokkelyng og påvirkningsfaktorerne blev undersøgt ved regressionsanalyser. Udviklingen i dækningen af klokkelyng fra 2004 til 2009 blev undersøgt i en analyse som både tog hensyn til vegetationens rumlige og tidslige variation.

Statistikken teknisk beskrevet

Udviklingen i dækningen af klokkelyng over tid blev analyseret ved hjælp af en Bayesiansk state-space model, hvor den gennemsnitlige dækning af klokkelyng på en NOVANA station i et givet år er modelleret ved hjælp af latente variabler² (Clark, 2007; Bruus, et al., 2010). De observerede pin-point data er koblet til de latente variabler ved hjælp af en generaliseret binomial fordeling for at korrigere for betydningen af den rumlige korrelation indenfor pin-point rammen, som opstår fordi klokkelyngsplanterne fylder mere end afstanden mellem to målinger i pin-pointrammen, samt fordi klokkelyng ofte er klumpet fordelt (Damgaard, 2009). To forskellige varians modeller blev anvendt; med og

² skjulte variabler, der ikke direkte observeres; men som kan udledes af andre variabler, som er observerbare eller direkte målelige

uden tidlig auto-korrelation³ (Bruus, et al., 2010). Udviklingen af den logit-transformerede dækning over tid blev undersøgt i to lineære modeller med en normalfordelt proces variation; med og uden brug af en forklarende variabel som ko-variabel. Den fælles a posteriori fordeling af modelparamenterne blev estimeret ved hjælp af MCMC metoden ved brug af Metropolis-Hastings algoritmen (Carlin and Louis, 1996), og de i alt fire forskellige modeller blev sammenlignet ved hjælp af DIC (Spiegelhalter, et al., 2002).

Sammenhæng mellem dækningen af klokkelyng og de enkelte forklarende variabler blev undersøgt hver for sig i simple lineære regressionsanalyser, samt samlet i en regressionstræsanalyse ved brug af procedurerne "rpart" og "maptree" (Therneau and Atkinson, 1997) i statistikprogrampakken *R*. Regressionstræet blev beskåret ("pruned") ved at sætte *cp* variabelen lig med default værdien 0,02 (Therneau and Atkinson, 1997). Hvis en eller begge typer af regressionsanalyser indikerede, at en forklarende variabel havde en signifikant effekt på dækningen af klokke-lyng, blev dækningen af klokkelyng undersøgt i en sigmoid model for at bestemme eventuelle tærskelværdier af den forklarende variabel (Damgaard, 2008) ved hjælp af en generaliseret binomial fordeling (Damgaard, 2009). Hypoteser blev testet ved hjælp af likelihoodratiotest, og grafer blev tegnet ved hjælp af den fælles a posteriori fordeling af modelparamenterne, som blev estimeret ved hjælp af MCMC metoden ved brug af Metropolis-Hastings algoritmen (Carlin and Louis, 1996).

Alle statistiske analyser, undtagen regressionstræsanalyserne, blev foretaget i *Mathematica* (Wolfram, 2009).

³ en parameter som beskriver sandsynligheden for at observere klokkelyng i det samme prøvefelt to år i træk

3 Status for de våde heder

Dette afsnit summerer et udsnit af litteraturen om klokkelyngheder samt de hidtidige resultater fra den nationale overvågning af våd hede.

3.1 Tilbagegang for klokkelyng

De våde heders tilstand har undergået en kraftig forandring gennem de seneste år ved at forekomsten af klokkelyng er gået stærkt tilbage både hvad angår arealmæssig udbredelse og dækningen af klokkelyng på de tilbageværende arealer. Alene gennem de sidste 5 år har overvågningsprogrammet NOVANA dokumenteret en national tilbagegang i dækningen af klokkelyng på ca. 10 % (Bruus et al, 2010).

Klokkelynghedernes tilbagegang følger i store træk den generelle forværring af lynghedernes tilstand, hvor der gennem de seneste årtier har været en markant fremgang for græsser og en tilsvarende tilbagegang for andelen af dværgbuske. Eutrofiering, bladbilleangreb, ændrede plejemetoder og på det seneste ligeledes klimaforandring er udpeget som årsagerne til, at lyngplanter svækkes, og på mange lokaliteter kan der lejlighedsvis optræde store arealer med død lyng. Dette skyldes oftest kombinationen af eutrofiering og angreb af lyngens bladbille, som anvender de næringsberigede lyngplanter som føde. Bladbillernes græsning svækker lyngplanternes evne til at modstå udtørring, hvorfor planterne ofte dør af tørke. Bortset fra at klokkelyng ikke angribes af lyngens bladbille og kun i ringe omfang af andre insekter, må årsagerne til klokkelyngs tilbagegang formodes at være de samme, som for hedelyng. Status i dag er, at der på mange lokaliteter med våd hede nu findes områder med død klokkelyng og endnu større områder med svækkede planter.

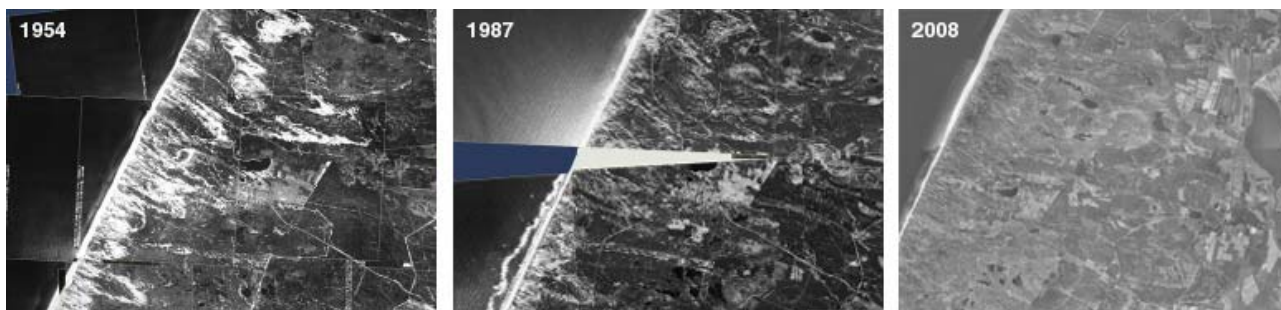
Modsat synes de kystnære forekomster af klokkelyng at trives godt. Disse lokaliteter tilhører ikke naturtypen "våd hede", men de marint påvirkede typer kaldet klithede eller fugtig klitlavning. Indlandstypen findes typisk på smeltevandssand, mens kysttypen findes på en afblæsningsflade med flyvesand. Den tilsyneladende masseuddøen af klokkelyng på de våde heder samt eventuelle årsager er ikke beskrevet før i litteraturen. Da de kystnære forekomster af klokkelyng synes at trives godt, må årsagerne til den døende klokkelyng kunne findes i de forskellige forhold på kyst- og indlandshederne.

3.2 Forskelle i forhold mellem indlandshede og klithede

Jordbundsforhold

Jordbundsforholdene på indlandshederne karakteriseres ved surt, næringsfattigt smeltevandssand med en kraftig forsuring (podsolering), der har stået på gennem flere tusinde år. Klithederne derimod ligger på vel-sorteret flyvesand, og jordbunden er kun få hundrede år gammel (Nørnberg, 1977), da bæltet med kystnaturtyperne har vekslet meget siden istiden. Vegetationsforholdene karakteriseres da også som en konstant og

ofte gentaget succession, og i det meste af sin udviklingshistorie har klithederne været domineret af en større eller mindre sandflugt (Figur 3.1). For klithederne er den periodevise stabilisering af vegetationsdækket ikke kun et resultat af skiftende tiders anvendelse og den nuværende eutrofiering, men også relateret til en forøget hyppighed af perioder med kraftig vind (Clemmensen and Murray, 2006).



Figur 3.1. Luftfotos fra 1954, 1987(Luftfotoarkivet) og 2008 (Danmarks Naturdata) der viser en tiltagende vegetationsdækning af kysthederne. I perioden 1987 -2008 er der yderligere sket en tilgroning af de helt kystnære klityper som grå og grøn klit.

Klima

Kystklimaet er kendetegnet ved mindre udsving i temperaturforhold og mere nedbør. Selv i tørkeår forekommer der ofte perioder med havgus, der er med til at mindske tørkestress i klithederne. Til gengæld er udviklingen af det øverste morlag som oftest noget mindre, hvilket kan medføre en mindre tolerance overfor længerevarende tørke, da morlaget er et væsentligt vandmagasin.

Atmosfærisk deposition af kvælstof

Generelt er våddepositionen af ammonium den samme på indlands og klithede, hvorimod tørdepositionen af ammoniak er lavere ved kysten (Andersen, et al., 2009). Depositionen af nitrat fra havsalte er højest ved kysten, så den totale deposition af kvælstof er nogenlunde ens på de to hedetyper. Depositionen af forskellige basekationer fra havsalte (magnesium, kalium og natriumsalte) er væsentligt højere ved kysten, og modvirker derfor den forsurende effekt af kvælstofdepositionen.

4 Trusler

Blandt de mulige årsager til at klokkelyng er gået tilbage på indlandshe-der er:

- 4.1 Forsuring – lavt pH påvirker jordbundens processer og frigør plan-teskadelige forbindelser som for eksempel aluminium- og jernfor-bindelser
- 4.2 Kvælstofdeposition – medfører at kvælstofplanter udkonkurrerer klokkelyng
- 4.3 Hydrologi - vandindvinding medfører ved en sænkning af det øvre grundvand en ændring af hydrologien, hvorved lyng og andre arter udkonkurrerer klokkelyng
- 4.4 Mykorrhiza - ændringerne i jordbundskemien medfører negativ på-virkning af de mikrosvampe, som klokkelyng lever sammen med via forbindelser mellem rødder og mycelium, hvorved klokkelyngen mister fordelene af samlivet.
- 4.5 Manglende drift og pleje medfører at senere successionsstadier tager over
- 4.6 Klimatiske forhold - Våde vintre, medfører forøget vanddækning i vinterhalvåret. Mildere vintre, medfører at arter, der begunstiges af højere vintertemperaturer bliver hyppigere. Tørre somre medfører, at lyng og andre arter udkonkurrerer klokkelyng

Det er med vores nuværende viden vanskeligt at pege på den relative indbyrdes betydning af disse faktorer. Kvælstofdeposition er en velkendt og oplagt årsag til tilbagegangen for hedens dværgbusksamfund, men hvordan kvælstoffet virker er mindre velkendt. Nedenfor er nogle af de vigtigere virkemåder af ovennævnte trusler kort gennemgået.

4.1 Forsuring

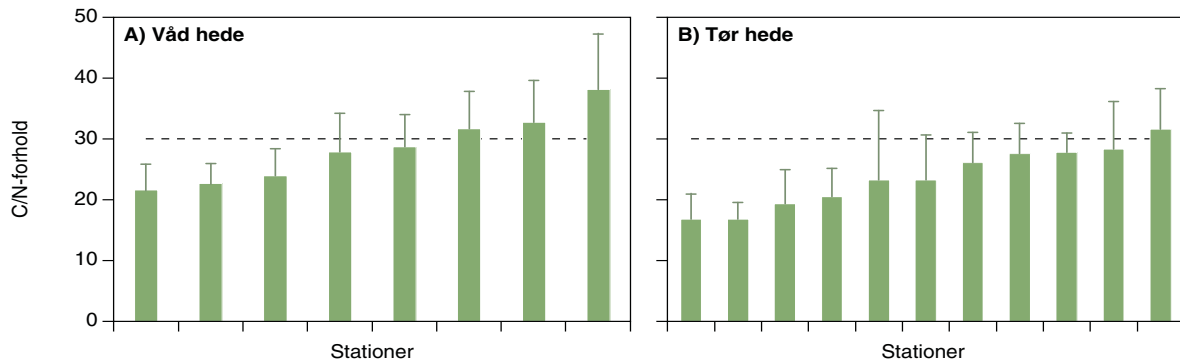
I en række ældre undersøgelser ligger alle pH-værdier i jordbunden un-der hede mellem 4 og 5 (Rutter, 1955; Bannister, 1966; og Davies 1984). I nærværende undersøgelse ligger pH generelt under 3,5 og er dermed væsentlig surere end de gamle målinger. Til sammenligning viser ca. 100 år gamle jordprøver fra løvskov og overdrev fra den berømte forsøgssta-tion Rothamsted i England et fald i pH for løvskove fra 6,2 til 3,8 og for overdrev fra 5,2 til 4,2 (Blake, et al., 1999). Upublicerede data fra genana-lyserede prøver fra 1970'erne fra Danmark har vist et fald i pH i løvskove generelt fra 5,5 til lidt over 4. Der er ikke lavet en undersøgelse for heder, men der er næppe tvivl om, at der må være tale om et pH-fald op mod 0,5 pH enhed. Således ligger målinger fra sammenlignelige heder under-søgt af Kjeld Hansen (1976) typisk omkring eller over 4. Ligesom alle an-dre naturtyper har hederne været udsat for en kraftig forsuring gennem de seneste årtier, hvilket må have påvirket alle processer lige fra næ-ringsstofkredsløb til plantekonkurrence.

4.2 Kvælstofdeposition

Sammen med et betragteligt svovlnedfald gennem mindst 50 år, der nu er bragt under kontrol, men dog stadig ligger over et naturligt niveau, har de seneste årtiers kvælstofnedfald ligeledes øget forsuringen, da det udover virkning som gødning medfører en jordbundsforsuring. Den forsurende effekt opstår, når planter og mikroorganismer optager den ammonium, som hovedsagelig kommer med nedbøren. Mekanismen er, at planterne udbytter den optagne sure ammonium-ion med en brint-ion, som sænker jordens pH. Den forsuring der sker ved den mikrobielle nitrifikation er knap så virksom i hedejord, hvor pH i dag som regel er under 4. Mineralisering af jordbundens organiske stof samt tilførslen af ammonium fra atmosfæren vil kunne medføre en ophobning af ammonium, der vil kunne virke hæmmende på vækst og spiring af en lang række truede arter på den våde hede. Arter som klokkeling, liden siv og blåtop er kendt for at kunne tåle en høj koncentration af forskellige sure kationer, herunder også ammonium (Dorland et al, 2003). Den høje koncentration af ammonium svækker dog væksten af de mere hårdføre arter, som således vil være mere udsat, såfremt der sker andre ting som langvarig tørke, hård frost mm.

Under normale omstændigheder vil næsten alt uorganisk kvælstof (nitrat og ammonium), der lander på en hedejord, via mikroorganismer momentant blive fanget ind i kulstofkredsløbet og blive en del af jordbundens organiske kvælstofpulje. Kvælstoffet, der er bundet som organisk kvælstof, vil derfor umiddelbart være utilgængeligt for planter og ligeledes sikret mod udvaskning, da det nu er en integreret del af morlaget. Mange dværgbuske har den egenskab, at de kan optage organiske kvælstofforbindelser via et samarbejde med mykorrhizasvampe, hvilket medfører en konkurrencefordel overfor ekspansive græsarter som blåtop og bølget bunke. Ifølge Van Breemen (2002) har denne egenskab formentlig været til stede hos mange plantearter, da uorganiske kvælstofforbindelser i de nutidige koncentrationer er unaturlige. I lavdepositionsområder som boreale skove findes denne egenskab hos mange urter og græsser (Näsholm et al. 1998).

I det nationale overvågningsprogram måles C/N-forholdet for heder en gang hvert 6. år, og de første resultater ses i figur 4.1. Det generelle niveau for tør hede (lynghede) er under 25, hvorimod våd hede (klokkelinghede) er 27 (Strandberg et al. 2005). Under upåvirkede forhold bør dette forhold være væsentligt over 30 (Nielsen et al. 1987, 2000, Nørnberg, 1977, Kristensen et al. 1998). For nåleskove har Gundersen et al. (2006) vist en kritisk grænse på omkring 25, hvorefter der vil udvaskes nitrat fra skovjorden. Udvasning er et tegn på kvælstofmætning af jordbundens organiske materiale, og mange både tørre og våde danske heder ser ud til at være kvælstofmættede (Figur 4.1).



Figur 4.1 viser C/N-forholdet på våd tv. og tør hede th. Søjlerner repræsenterer de enkelte stationer som er undersøgt i overvågningen. Den vandrette stiplede linje markerer C/N=30. Ved værdier <30 formodes dværgbuskhede at være negativt påvirket af kvælstof.

4.3 Hydrologi

Som tidligere omtalt synes klokkelynghederne at være afhængige af meget specifikke hydrologiske vilkår. Vandets bevægelse og oprindelse giver ophav til en lang række vegetationszoner lige fra tør hede, over våd hede til hedekær og egentlig mose. Det betyder, at mængde og kvalitet, forstået som sammensætning af næringsstoffer, af det strømmende grundvand (overfladenære grundvand) ikke må ændres nævneværdigt. Det er klart, at der vil være store udsving både mellem år, men ligeledes gennem sæsonen. Det er ikke undersøgt, i hvilken grad de senere års tørke i vækstsæsonen kan have medvirket til tilbagegangen for klokkelyng. I samme periode er der sket en signifikant stigning fra 9 til 16% af hedelyng, hvilket understøtter hypotesen om, at udtørring i vækstsæsonen gennem de seneste år har medvirket til tilbagegangen for klokkelyng (Bruus et al., 2010).

4.4 Påvirkning af symbionte mikrosvampe

Det er velkendt, at dværgbuske har en konkurrencefordel på næringsfattige voksesteder med lavt pH. Dette skyldes deres mutualistiske samliv med nogle af jordbundens mikrosvampe, som danner en speciel form for mykorrhiza med arter fra lyngfamilien inklusiv klokkelyng (Read 1983). Hvis mikrosvampen påvirkes af ændrede jordbundkemiske forhold, vil det også medføre en påvirkning af klokkelyng, fordi klokkelyng mister de fordele arten har af samlivet, hvilket inkluderer konkurrence om næringsstoffer som kvælstof og fosfor (Berendse et al. 1987).

4.5 Manglende drift og pleje

Græsning har altid været en vigtig del i hedernes økologi. Får har tidligere været næsten allestedsnærværende i modsætning til kreaturer (Butenschøn 1998, Jensen og Jensen 1979). Dyr foretrækker græs i vækstsæsonen, hvorimod vintergræsning udmærket kan være på hedelyng og ifølge Jensen og Jensen (1979) og så klokkelyng. Græsningen har en gavnlig forstyrrende effekt på vegetationen, da dyrene skaber åbninger i vegetationsdækket og dermed mulighed for opportunistiske arter som soldug,

urter, lav og mos, men også insekter, krybdyr og fugle. Ydermere vil græsning også reducere udbredelsen af pil, el og birk.

Klokkelyng betragtes almindeligvis som mindre græsningseget end hedelyng (Jensen og Jensen, 1979). I dag anvendes græsningen hovedsagelig for at kunne reducere græsarten blåtop og forbedre konkurrencevilkårene for dværgbuskene. Der er imidlertid mange overvejelser, man skal gøre sig vedrørende græsningspleje – så som hvilke og hvor mange dyr, sæsontidspunkt for plejen, og hvilke plejekombinationer, der bør anvendes. En velvoksen hedeplade, der er domineret af blåtop, kan næppe bringes i gunstig bevaringsstatus alene ved græsning over en kortere årrække, men vil kræve mere radikale indgreb som brand eller afskrælning før græsning iværksættes (Hårdtlev m. fl., 2006). På mange arealer vil græsning derfor kun have en effekt som vedligeholdelse og vil næppe kunne stå alene i en indsats for at genskabe klokkelyngbevoksningen på områder, hvor eksempelvis blåtop er blevet dominerende.

I det gamle hedelandbrug bestod udnyttelsen af lyngheden i en form for ekstensivt landbrug, hvor lyng og tørv blev udnyttet til mange formål. Den mangeartede brug af de tørre lyngheder var delvist sat i system, og på den måde var hederne at sammenligne med meget ekstensive landbrugsarealer, hvor der sporadisk forekom slåning, tørveskrælning, brand og afgræsning (Jensen og Jensen, 1979).

Det er i modsætning hertil vanskeligt at forestille sig, at de våde klokkelyngheder har været brugt til andet end tørveskrælning og græsning, da deres anvendelse som løvfoder, tagdækning, hegn etc. er væsentligt dårligere end lyng, i det mindste så længe der har været tale om rene bestande af klokkel yng, se dog Jensen og Jensen (1979). Forekomst af brand af naturlige årsager har givetvis været sjældnere på grund af typens forekomst på fugtigere jordbund, men har formentligt i tørre år kunnet forekomme. Ifølge (Fritsch and Salisbury, 1915) kan klokkel yng blive dominerende efter brand først og fremmest via regenerering fra skud og rodkud endda i højere grad end hos hedelyng. Dette modsiges dog af andre forfattere, blandt andet Hansen (1964).

4.6 Klimatiske forhold

De ændrede klimatiske forhold, som har taget fart i de sidste 15 – 20 år, har et så åbenbart sammenfald med den periode, hvor klokkel yng synes at være gået tilbage i de våde heder, at det er sandsynligt, at der er en sammenhæng. Denne mulige sammenhæng er dog ikke nærmere undersøgt, hvorfor de følgende afsnit er baseret på generel viden om de økologiske præferencer hos klokkel yng og klimaændringernes mulige påvirkning derigennem.

Våde vintre

Forøget nedbør, særligt i vinterhalvåret, er en af konsekvenserne af klimaændringerne. Dette kan betyde øget vanddækning af stående vand på de våde heder med forøget konkurrence fra arter bedre tilpasset den øgede vanddækning. Det kunne være arter som pors, blåtop og arter af siv.

Milde vintre

De mildere vintre burde umiddelbart være en fordel for en oceanisk art som kløkkelyng.

Tørre somre

Tørre somre vil forventeligt øge konkurrencen fra de mere tørketålende dværgbuske som hedelyng og revling og græsser som bølget bunke og blåtop. Som tidligere omtalt er dækningen af hedelyng øget gennem de seneste 5 år på de våde heder.

5 Erfaringer med pleje af våd hede

Der findes kun få oplysninger om effekten af forskellige former for naturpleje af klokkelyng-heder.

5.1 Danske erfaringer

Oplysninger i dansk litteratur om naturpleje på klokkelyngheder er yderst sparsomme. Dette kan undre, når man sammenligner med, hvor meget der er skrevet om pleje på den tørre hede domineret af hedelyng og revling.

Det ældste studie over hedepleje "Status over hedeplejemetoder" (Christensen 1981) giver ikke megen konkret information. Heri nævnes klokkelyngheden kun lige som en naturtype.

Fra "Hedeplejebogen"s (Riis-Nielsen et al. 1991) gennemgang af plejemetoder gives hele afsnittet om klokkelyng-hede:

"Klokkelyngheden er en meget stabil hedetype. Plejebehovet er derfor lavt. Der kan dog ske opvækst af Birk og Øret Pil eller spredning af Blåtop. Pleje af opvæksten med græsning bør udføres med lavt græsningstryk. Ved højt græsningstryk favoriseres overgangen til blåtopdomineret område. Tørveskrælning er et effektivt indgreb til at genskabe en tidligere klokkelyng-hede udfra en blåtopvegetation."

Det er dog uklart, hvilke data eller observationer der ligger til grund for udsagnene om de to plejemetoder.

Ved bogens efterfølgende gennemgang af plejemetoder nævnes under afskrælning, skræpløjning, afslåning og afbrænding Böcher & Jørgensens (1972) undersøgelse som den eneste regulære kilde. Resultater og konklusioner herfra er dog af begrænset værdi i nærværende studie af følgende årsager:

1. De to forfattere beskriver selv forsøgsområdet som klithede på flyvesand på tre sider omgivet af en lav parabelklit. Som vigtige komponenter i vegetationen findes også flere arter af karplanter, der er karakteristiske for klitheder, især gråris og sand-star. De opnåede efter 28 år skudtæthedsværdier for klokkelyng (Böcher & Bentzon 1958) på op til henholdsvis 30 og 55 % ud af 100 mulige.
2. Den sidste dataindsamling foregik i 1964, altså på et tidspunkt hvor depositionen af kvælstof endnu var langt lavere end i midten af 1980-erne, da det toppede (Ellermann et al. 2007).
3. Forsøgsområdet var åbenbart heterogent med hensyn til fugtighedsforholdene. I beskrivelsen af udviklingen på de 3 parceller med afskrælning (fjernelse af morlaget), skræpløjning (så overfladen bestod af hvidt blegsand) og afbrænding skelnes der mellem høje og lave partier eller tørre og fugtige partier.

Med disse forbehold skal resultater og konklusioner 28 år efter, at indgrebene er foretaget, for de nævnte 4 metoder kort præsenteres ud fra den originale undersøgelses tekst og data.

- Afskrælning. De største ændringer var en væsentlig tilbagegang for revling og fremgang for gråris. Klokkelyng var på uændret niveau.
- Skrælpøjning. Den eneste væsentlige ændring var en halvering af skudtæthedsværdien for klokkelyng.
- Afslåning. Tilstanden før afslåningen blev ikke registreret, men der har været tilbagegang for hedelyng og revling. Klokkelyng har efter alt at dømme haft fremgang.
- Afbrænding. Fremgang for gråris og mose-bølle, tilbagegang for klokkelyng, hedelyng og revling.

Afgræsning er den eneste af de senere almindeligt anvendte hedeplejemetoder, som ikke er undersøgt af Böcher & Jørgensen (1972). I hele det 11 sider lange afsnit om græsning i "Hedeplejebogen" nævnes klokkelyng-hede kun en gang, men ikke på en entydig måde. *"En Klokkelyng-Hede stabiliseres af let græsning, mens den overgår til hedemose ved stærkere græsning (Kærene, Læsø)."* Hvis den nævnte hedemose er det samme som blåtopdomineret område, er der overensstemmelse med det tidligere nævnte under den indledende gennemgang af plejemetoder. Der er dog ikke umiddelbart overensstemmelse med det følgende: *"Kreaturer nedgnaver Blåtop meget kraftigt. Samtidig kommer der en øget opspiring af Hedelyng eller Klokkelyng i de Blåtop-dominerede områder (Buttenschøn, u. årstal)."*

Kilden har ikke kunnet lokaliseres, ej heller ved henvendelse til forfatteren. Der er dog to grunde til, at man skal behandle resultaterne herfra med varsomhed:

1. Læsø er af udelukkende marin oprindelse, og jordbundsforholdene må således forventes at afvige fra de almindelige klokkelyngheders hedeslettesand (type 4010).
2. Depositionen af kvælstof på Læsø er kun halvt så stor som i de mest husdyrtætte områder i Jylland (Ellermann 2007).

Ved enkelte af Skov- og Naturstyrelsens lokale driftsenheder er der indhøstet spredte erfaringer også med pleje af klokkelyng-dominerede heder.

Fra Blåvandshuk oplyses det, at der er gode erfaringer med afbrænding af klokkelyng-hede på Lønborg Hede, som er en indlandslokalitet. De nye planter græsses af kronvildt det første år efter afbrændingen, men ikke senere (O. Knudsen, mdtl. medd. 24.10.2010). Ved DMU's besigtigelse af Lønborg Hede 25.06.2010 iagttoges det, at hvor en slagleklipper havde kørt gennem en bevoksning af klokkelyng, var der flere nyspirede planter af hedelyng end af klokkelyng.

Johnsen et al. (2005) beskriver udviklingen i klitheden ved Hulsig efter en brand i 1996. Ved grænsen for det brændte område kunne man bruge det ubrændte område som en reference. Efter 7 år var såvel hedelyng som klokkelyng næsten nået op på deres oprindelige dækningsgrad. Særlig interesse i denne sammenhæng har data fra en stor, flad klitlavning. Her kunne dog ikke sammenlignes med en tidligere tilstand. Men

klokkelyng var efter 7 år den dominerende planteart med en relativ dækning på 50%.

Fra Thy oplyses det, at regenerationen af klokkelyng sker nogenlunde lige godt i afbrændte områder og de slagleklippede bæltter, der anlægges som helt lokale og midlertidige brandbæltter rundt om afbrændte arealer. Fåregræsning synes samlet set ikke at have nogen positiv effekt. Plejeformen kan måske være vedligeholdende, men den er ikke restaurerende (H. S. Kristensen, mdtl. medd. 24.10.2010). De pågældende arealer ligger alle i klithede-landskaber.

5.2 Udenlandske erfaringer med pleje af klokkelynghede

Afbrænding

Afbrænding nævnes kun af Bannister (1966) i en autøkologisk beskrivelse af arten. Her omtales, hvordan klokkelyng kan blive dominerende efter brand, overvejende ved regeneration fra basis af skuddene. I fugtige brændte arealer kan frøspiring være ret hyppig. Bannister advarer dog om, at gentagne afbrændinger i hedelyng/blåtop-samfund kan føre til udryddelse af klokkelyngen og en ændring til blåtop-græsland.

Græsning

I forbindelse med græsningspleje konstaterer Bannister (1966) og Berendse (1985), at klokkelyng undgås af får.

En større engelsk undersøgelse af effekten af græsning på lavlandsheder (Lake et al. 2001) refererer ud fra lokale eksempler, hvordan en del arter genindvandrer eller går frem, når græsning reintroduceres. Det skyldes blandt andet den fysiske forstyrrelse ved dyrenes tråd, som skaber spiringsmuligheder på den blottede jordbund, samtidig med at vegetationen bliver lavere og mere lysåben.

Slåning

Den tredje af de almindeligt anvendte plejemetoder for lyngheder, afslåning, synes ikke at være undersøgt for klokkelyng.

Afskrælning

Størst interesse har der været omkring afskrælning af morlaget. Da dette i alle tilfælde har været udført i en blåtop-domineret vegetation, vil det dog nærmere kunne karakteriseres som naturgenopretning end egentlig vedligeholdende naturpleje.

Jacquemart et al. (2003) rapporterer om gunstige resultater med tørveskrælning, som både reducerede dækningen af blåtop (op til 25% reduktion) og øgede dækningen af klokkelyng med op til 12%. Det samme gør Jansen et al. (1996), dog er det her kombineret med genopretning af fugtig jordbund ved stopning af drængrøfter. Andre forsøg har været mere problematiske. Sansen & Koedam (1996) fandt, at blåtop dominerede igen efter få år, blandt andet fordi blåtoppens frø ved spiring har langt den bredeste tolerance over for jordens vandindhold. Jansen et al. (2004)

rapporterer om en kun midlertidig succes, formentlig fordi den samtidige vandstandshævning ikke var tilstrækkelig.

Dorland et al. (2003) har ved restaurering af tidligere artsrige våde heder iagttaget, at de ikke altid har været succesrige. Dette er blandt andet baseret på egne forsøg. Drivhusforsøg påviste, at frøspiringen faldt i takt med stigende tilførsel og koncentration af ammonium i tørven. Og når man målte koncentrationen af ammonium i de tørveskrællede områder, lå niveauet over værdierne i drivhusforsøget. Derfor konkluderede de, at den lave spiringsprocent i felten efter alt at dømme skyldtes høje koncentrationer af ammonium (op til $600\mu\text{mol kg}^{-1}$), som er et resultat af afskrælningen af morlaget, idet denne fjerner de nitrificerende bakterier, som overvejende findes i de øverste jordlag.

Dorland et al. (2005) er gået videre med denne problemstilling ved at afskrælle morlaget og forsøge at reducere koncentrationen af ammoniak gennem tilførsel af kalk. De viste i et forsøg med tilførsel af frø af guldblomme, at kalkningen fremmer spiring og overlevelse af denne surhedsfølsomme art med op til en faktor 3, fra 8% uden kalkning til ca. 24% spiring med kalkning. Derimod er afskrælning en tilstrækkelig behandling for de surheds-tolerante plantearter. Succesen begrænses dog betydeligt, hvis frø af de sjældnere arter mangler i frøpuljen eller fjernes i forbindelse med afskrælningen. Som konkrete eksempler på følsomheden af forskellige arter kan nævnes, at van den Berg et al. (2005) viser, at ammonium i kombination med lav pH reducerer overlevelse og biomasse for kattedod og djævelsbid, mens hedelyng, bølget bunke og klokkeensian ikke påvirkes.

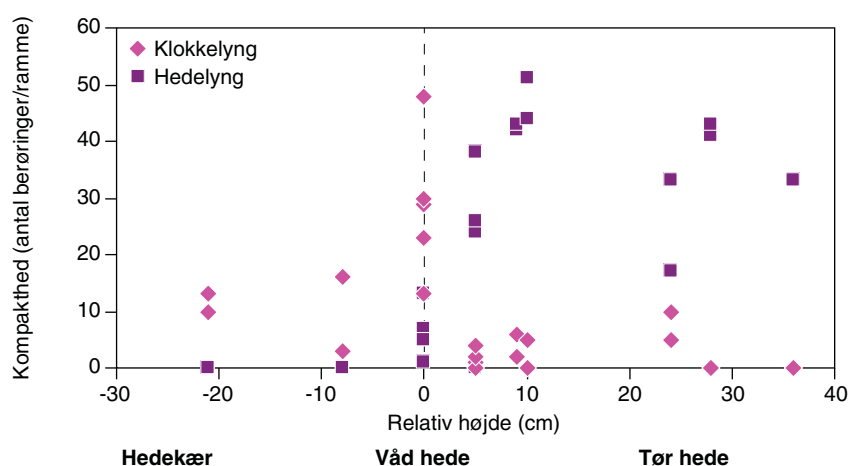
6 Resultater og diskussion

6.1 Borris Hede

På Borris blev dækning og kompakthed af klokkelyng og andre forekommende arter målt langs to transekter (Figur 6.1), der gik fra tør hede (4030) næsten uden forekomst af klokkelyng over tør hede (4030) med sporadisk forekomst af klokkelyng til våd hede med dominans af klokkelyng (4010) og i det ene transekt ud i hedemose med klokkelyng og eksempelvis smalbladet kæruld.

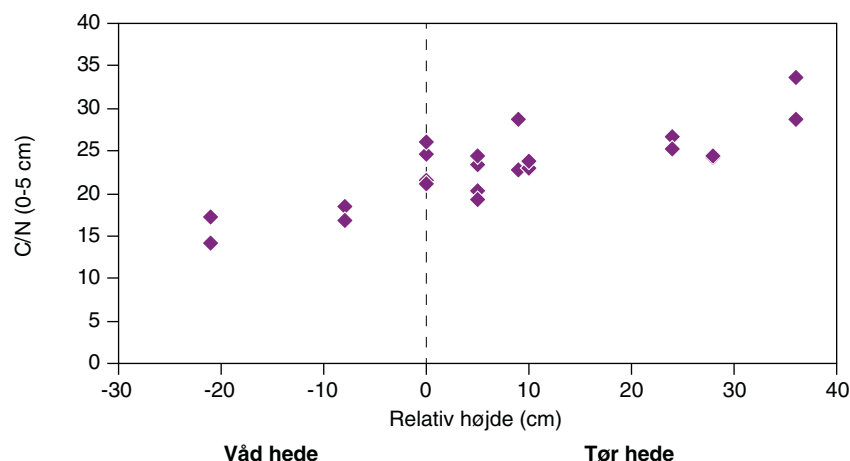
På Borris Hede forekommer klokkelyngen kun indenfor et relativt begrænset område mellem den egentlige tørre hede, domineret af hedelyng og det blåtopdominerede hedekær. Således tilsyneladende kun hvor der stadig forekommer en lateral vandbevægelse fra den højereliggende tørre hede ned mod hedekæret/hedemosen (Figur 6.1). Det er ikke undersøgt, i hvilken grad de senere års tørke i vækstsæsonen kan have indflydelse på tilbagegangen for klokkelyng. I samme periode er der sket en signifikant stigning fra 9 til 16 % af hedelyng, hvilket understøtter hypotesen om udtørring i vækstsæsonen gennem de seneste år.

Resultater fra NOVANA-overvågningen og enkeltstående undersøgelser af klokkelyngheder af type 4010 dokumenterer, at situationen med tilbagegang for klokkelyng i den våde hede på Borris Skydeterræn snarere er et generelt billede end en undtagelse. Modsat synes de kystnære forekomster af klokkelyng (type 2140 og 2190) at trives godt. I de sidste 5 år har der været en national tilbagegang i dækningen af klokkelyng på ca. 10 % (Bruus et al, 2010). Vegetationsudviklingen på Borris er formentlig ikke meget forskellig fra udviklingen på de andre danske klokkelyngheder.



Figur. 6.1. Forekomsten af klokkelyng og hedelyng målt som kompakthed som funktion af terrænhøjden. Højden nul er lagt der hvor klokkelyng har sit optimum på transekterne.

Resultaterne fra Borris bekræfter dette bl.a. ved at C/N forholdet på Borris ligger lavere end de > 30 , som forventes for en våd hede i en god tilstand (Figur 6.2) og også lavere end landsgennemsnittet for våde af heder (type 4010), som det er målt i NOVANA – se afsnit 4.2, hvor gennemsnittet for C/N-forholdet angives til 27 for våde heder.

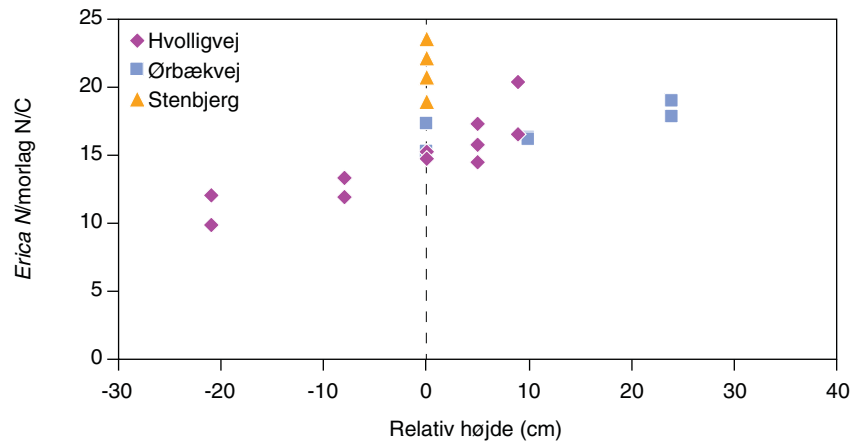


Figur 6.2. Forholdet mellem C og N i morlaget (0-5 cm) på de to undersøgte transekter på Borris Hede. Højden er udmålt i forhold til klokkelings hovedudbredelse langstransekterne, således at klokkeling var hyppigst i et bælte omkring højden 0, hvor jordbunden i undersøgelsen havde et C/N forhold mellem 21 og 26.

De fleste steder langs de undersøgte gradienter var C/N-forholdet under 25, specielt i den del af transektet hvor klokkeling har sin hovedudbredelse (omkring højden 0), hvilket tyder på en betydende eutrofiering af jordbunden og dermed en risiko for kvælstofmætning af de øverste jordlag. Den reducerede indlejring af kvælstof i jordens kulstofpulje kan være årsag til tidligere omtalte ophobning af ammonium i den øverste del af jordbunden.

Der er derfor næppe tvivl om, at den gennem årtier forøgede kvælstofdeposition og en deraf følgende eutrofiering af naturtypen kan udpeges som en væsentlig årsag til, at tilstanden er forværret for de våde heder af type 4010.

Et afvigende forhold dukkede op i forbindelse med kvælstofanalyserne i klokkeling og hedelyng. Kvælstofindholdet i løvet på den kystnære klokkelinghede ved Stenbjerg var markant højere end på den mere eutrofierede indlandshede på Borris på trods af et højere C/N forhold i morlaget på Stenbjerg (vist for klokkeling i Figur 6.3, mønsteret var det samme for hedelyng på de to lokaliteter). Ovennævnte forhold med svækkede planter og rodsystemer kan være en mulig forklaring på det mindre kvælstofoptag på Borris hede og dermed understøtte hypotesen om en større følsomhed overfor klimatisk stress.

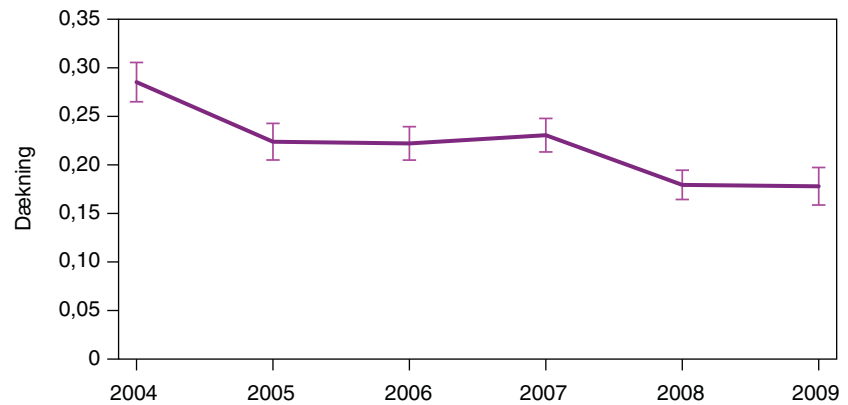


Figur 6.3. Forholdet mellem klokkeløngs N-koncentration i årsskud og N/C-forholdet i morlaget langs den undersøgte transekt på Borris Skydeterræn (Hvolligvej og Ørbækvej) og på klitheden Stenbjerg Hede.

Resultaterne fra NOVANA overvågningen bekræfter, at kvælstofpåvirkningen er en væsentlig årsag til tilbagegangen for klokkeløng på de våde heder. Overvågningsresultaterne viser først og fremmest, at der er en statistisk sammenhæng mellem kvælstofdeposition og tilbagegangen for klokkeløng (Figur 6.5). Analyserne viste således en klar positiv sammenhæng mellem størrelsen af depositionen af kvælstof og dækningsgraden af klokkeløng med en kritisk grænse omkring 12-14 kg N/ha år. Med en deposition større end dette interval mindskes dækningen af klokkeløng markant.

6.2 Udviklingen i dækningen af klokkeløng fra 2004 til 2009

Dækningen af klokkeløng på de våde heder (4010) faldt signifikant i perioden 2004 til 2009 i prøvefelterne fra de intensive NOVANA stationer fra 29 til 18 % (Fig. 6.4). De to modeller med tidlig auto-korrelation fittede bedst, men anvendelse af alternative modeller bekræftede konklusionen.



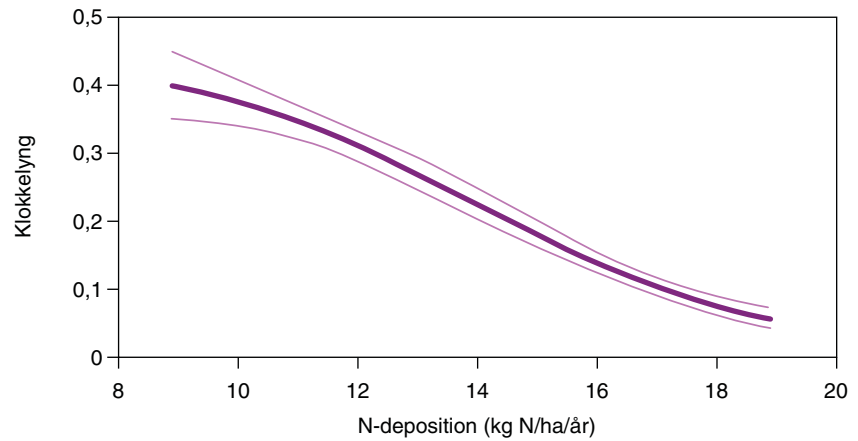
Figur 6.4. Signifikant reduktion i dækningen af klokkelyng fra 2004 til 2009 på de våde heder (4010) afbilledet ved gennemsnit og standard fejl på prøvefeltsdata ($P = 0.001$; i en lineær state-space model med tidlig auto-korrelation og uden ko-variable) (Bruus, et al., 2010).

Den drastiske nedgang i dækningen af klokkelyng på de våde heder lader ikke til at være et generelt fænomen for andre naturtyper med klokkelyng; således var der ikke nogen signifikant eller klar tendens for ændringerne af dækningen af klokkelyng i perioden i de to klitnaturtyper, klitheder (2140), eller klitlavninger (2190), hvor der var en gennemsnitlig dækning af klokkelyng på henholdsvis cirka 7% og 10% (resultater er ikke vist).

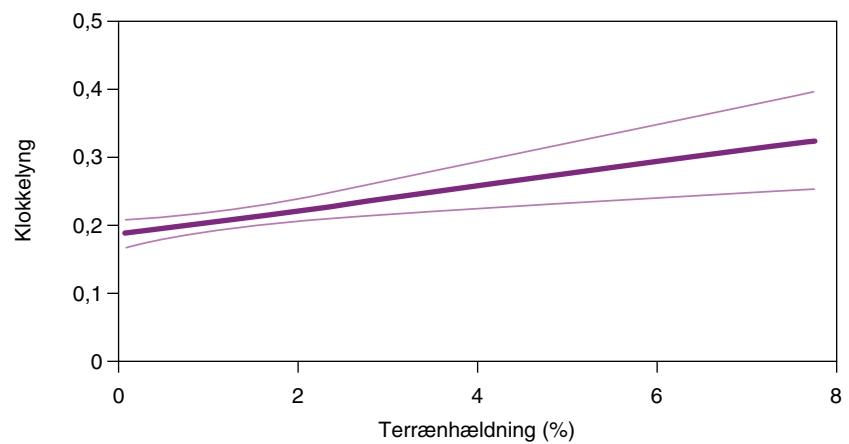
6.2.1 Sammenhæng mellem dækning af klokkelyng og mulige forklarende faktorer på de våde heder

I en regressionstræsanalyse, hvor dækningen af klokkelyng på de våde heder (4010) blev antaget at være en funktion af de forklarende variable i tabel 2.1, var kvælstofdeposition og terrænhældning de eneste forklarende variable som havde en signifikant effekt på dækningen af klokkelyng. Det skal dog bemærkes, at der er betydeligt færre data for pH i jord og nitrogen i løv end for de fire andre forklarende variable i tabel 2.1.

Både kvælstofdeposition og terrænhældning havde en signifikant effekt på dækningen af klokkelyng på våde heder, hvis de blev analyseret enkeltvis i en sigmoid regressionsanalyse (Fig. 6.5 og Fig. 6.6), hvor der blev korrigeret for betydningen af den rumlige korrelation indenfor pinpoint rammen (Damgaard, 2009). Det var dog kun depositionen af kvælstof, som forklarede en relativ stor del af variansen i den gennemsnitlige dækning.



Figur 6.5. Signifikant negativ effekt af kvælstofdeposition på dækningen af klokkelyng på våde heder (4010) ($P < 0,001$; $r^2 = 0,16$). Median (fed linje) samt 2.5% og 97.5% percentilerne (tynde linjer) af den fittede sigmoide model. Enheder: X-aksen: kvælstofdeposition (kg/ha /år) Y-aksen: dækning af klokkelyng

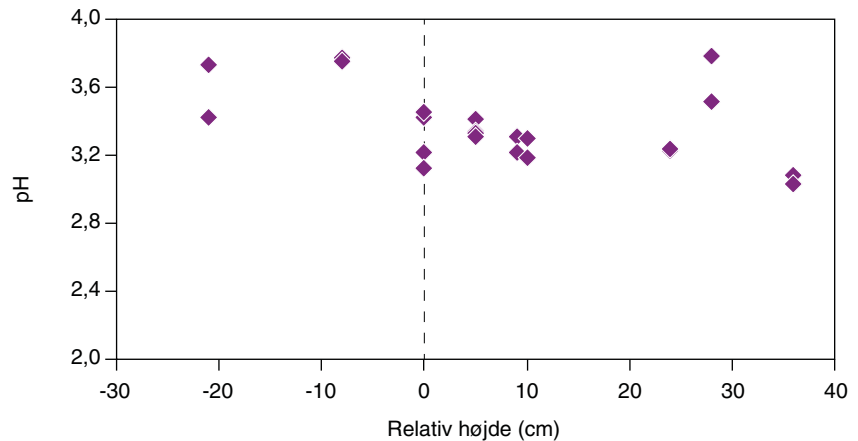


Figur 6.6. Signifikant positiv effekt af terrænhældning på dækningen af klokkelyng på våde heder (4010) ($P = 0,001$; $r^2 = 0,02$). Median (fed linje) samt 2.5% og 97.5% percentilerne (tynde linjer) af den fittede sigmoide model. Enheder: X-aksen: terrænhældning (pct) Y-aksen: dækning af klokkelyng (max 1)

Nitrogen i løv havde ikke en signifikant effekt på dækningen af klokkelyng på våde heder, hvis der blev korrigeret for betydningen af den rumlige korrelation indenfor pin-point rammen (Damgaard, 2009).

6.2.2 Sammenhæng mellem artsantal og pH på våde heder

Mangeårigt nedfald af svovl og kvælstofforbindelser har medført et fald i jordbundens pH på mellem 0,5 og 1 point, og i denne undersøgelse har morlagets pH ligget mellem 3,1 og 3,8 der, hvor klokkelyng har sin hovedbredelse (Figur 6.7).



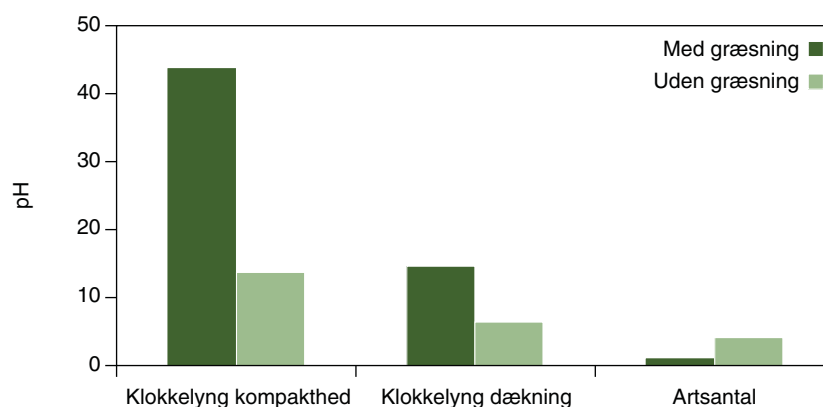
Figur 6.7. pH langs de undersøgte transekter på Borris skydeterræn.

Herved er pH så lavt, at det vil påvirke planternes sundhedstilstand og hvilke planter, der kan trives i området. Dette er også væsentligt under den surhedsgrad, der var naturlig på hederne tidligere (Hansen 1976). Ved den målte surhedsgrad vil der kunne ske en ophobning af ammonium i den øverste del af jordbunden. I undersøgelsen er dette ikke blevet undersøgt, da undersøgelsen blev foretaget sent på efteråret. Ved dette pH vil der endvidere være stor sandsynlighed for, at planternes fine rødder vil være skadede, og at mycorrhizasvampene ligeledes vil være svækkede. Arter som klokkelyng, liden siv og blåtop er kendt for at kunne tåle en høj koncentration af forskellige sure kationer som ferrojern, opløseligt aluminium samt ammonium (Dorland et al, 2003). At tåle det er ikke det samme som at trives, hvorfor planternes generelle sundhedstilstand formodes at være svækket. I særdeleshed i de tilfælde, hvor planterne udsættes for ekstra negative påvirkninger som tørke og hård frost. Tørke har været aktuel de seneste vækstsæsoner og frost – tø perioder skifter normalt i den danske vinter.

Resultater fra NOVANA viser, at der er en signifikant positiv sammenhæng mellem artsantal og pH i de øverste 0-5 cm (morlaget) på de våde heder (Bruus et al. 2010). Dette kan være relevant at tage hensyn til i valg af plejemetode, da pleje, der på en gang tilgodeser klokkelyng og hæver pH, både vil tilgodese biodiversitet og forekomsten af klokkelyng.

Det lave pH betyder sammen med det forhøjede kvælstofniveau, at planternes følsomhed overfor klimatisk stress kan være reduceret. Undersøgelserne på Stenbjerg viste dog, at klokkelyngs forekomst i klitheden (Stenbjerg) ikke var synligt påvirket af det lave pH, som var sammenligneligt med pH på Borris, men her var C/N forholdet også højere i morlaget, ca. 28,5 i det fåregræssede område og ca. 26 i det ugræssede område.

6.3 Stenbjerg Hede



Figur 6.8. Gennemsnitlig kompakthed (målt som antal berøringer mellem klokkelyng og 16 pinde per ramme), dækning (16 = 100%) og artsantal per ramme i klithede med og uden græsning.

Effekten af græsning på forekomsten af klokkelyng i klithede ses af figur 6.8, som er baseret på vegetationsanalyse af to sammenlignelige områder med dominans af klokkelyng i ca. 50 meters afstand fra hinanden. Hvor den gennemsnitlige dækning er 14,5, svarende til 91% med fåregræsning, er den 6,5 (41%) uden græsning. For kompaktheden af klokkelyng er forskellen endnu mere udtalt med en kompakthed af klokkelyng, der er 3,2 gange højere med græsning end uden græsning. Artsdiversiteten målt som antal arter per 0,25m² ramme falder derimod ved græsning fra et gennemsnitligt artsantal per ramme på 4 uden græsning og 1,25 med græsning. For det totale artsantal for de fire undersøgte rammer på de to nabolokaliteter er forskellen endnu mere udtalt med 8 arter i det ugræssede område og 2 arter i det græssede. Dette er en klar indikation på, at græsning øger forekomsten af klokkelyng på klithede. Om det samme gør sig gældende på indlandsheder som Borris Hede kan ikke konkluderes på baggrund af denne lille delundersøgelse. Klokkelyng ser også uden for det græssede areal på Stenbjerg Hede ud til at være i en sund tilstand, og grunden til den mindre forekomst uden for det græssede areal er utvivlsomt, at fårenes græsning og færdsel fjerner en stor del af de arter klokkelyngen konkurrerer med, dvs. arter som hedelyng, revling, mosebølle og krybende pil (gråris). Forekomsten af græsser som bølget bunke og blåtop var meget lav både i det græssede og det ugræssede område, hvor klokkelyngen dominerede, således blev der overhovedet ikke noteret græsser i de undersøgte rammer.

6.4 Danske undersøgelser af klokkelyngheder

Den NOVANA baserede undersøgelse, som viser en tilbagegang for klokkelyng i perioden, dækker kun perioden 2004-2009 (se afsnit 6.2). For at sandsynliggøre, at den beskrevne reduktion af klokkelyng ikke er noget helt nyt fænomen, men beskriver den seneste del af en længerevarende proces, præsenteres i det følgende 3 ældre beskrivelser. De sammenlignes med forholdene i dag. Det er så heldigt, at de 3 uafhængige beskrivelser repræsenterer 3 forskellige materialer/metoder på hver sin lokalitet.

6.4.1 Nørholm Hede

Plantesamfundene på denne ca. 350 ha store hede blev i 1922 kortlagt og detaljeret af Hansen (1932). Et af plantesamfundene var den såkaldte "Erica-Hede" (Erica=klokkelyng). Til kortlægningen blev heden opdelt i et kvadratnet på 400x400 m.

Kortlægningen af klokkelyng-hede er gentaget i 2010, men på grund af hedens store udstrækning kun i et enkelt af hovedfelterne (C4) på 400x400 m (=16 ha). Ved den fornyede kortlægning blev anvendt samme kriterier som i 1922, nemlig at klokkelyng skulle være dominerende med hensyn til forekomstfrekvens (>50%). I (Hansen 1932) blev 10 lokaliteter undersøgt, og klokkelyng havde en gennemsnitlig frekvens på 89%.

Kravet om en frekvens >50% afviger markant fra den nutidige beskrivelse af EU-habitatnaturtyperne (Buchwald & Søgaard 2000), så den nuværende landsdækkende kortlægning i NOVANA kan ikke anvendes i denne sammenhæng.

Udbredelsen af klokkelyng i det beskrevne hovedfelt i 1922 og 2010 ses på Figur 6.10. Sammenligningen af de to udsnit viser en markant reduktion i naturtypens udbredelse. Inden for det næsten 16 ha store udsnit var der i 1922 i alt 7,2 ha klokkelyng-hede (46 %). Dette var i 2010 reduceret til blot 0,7 ha (4,5 %), eller til en tiendedel. En ganske tilsvarende tendens ses på resten af heden.

Nørholm Hede har været fredet siden 1913, og der er ikke foretaget indgreb eller naturpleje af nogen art på det pågældende hovedfelt (Riis-Nielsen et al. 2005). Også ændringer af grundvandsstanden på grund af dræning i det omgivende landbrugsland må anses for usandsynlig. Det pågældende hovedfelt ligger i en sænkning i terrænet, hvor en eventuel grundvandsstrøm løber indad i det fredede område væk fra de omgivende marker. Nedstrøms er ca. 1 km fredet område, inden man kommer til Varde Ådal.

1922 – 7,2 ha



2010 – 0,7 ha

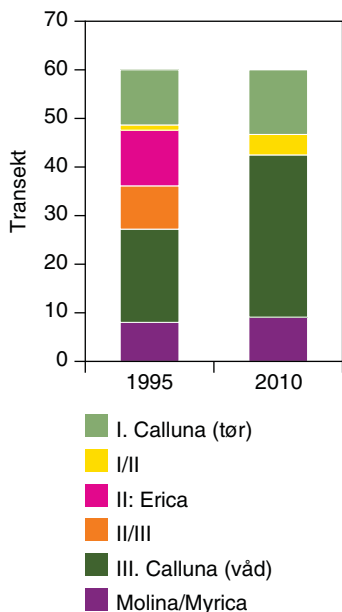


Figur 6.9. Udbredelsen af klokkelyng-hede på Nørholm Hede 1922 og 2010 på et 400x400 m felt.

6.4.2 Lønborg Hede

I forbindelse med en undersøgelse af konkurrenceforholdene mellem hedelyng og klokkelyng blev vegetationszonerne kortlagt i 1995 på et 60 m langt og 20 m bredt transekt, der gik fra en indlandsklit med tør revling/hedelyng-vegetation til et fugtigt moseområde domineret af blåtop/pors (Lange 1995). Der var da en 12 m bred zone neden for klitten, hvor klokkelyng var klart dominerende (dækningsgrad 62 %, frekvens 85%) (Figur 6.10 t.v.).

I 2010 blev nogle af markeringerne i forsøgsfeltet genfundet (pejlerør etc.), og ud fra et detaljeret kort (Lange 1995) kunne forsøgsfeltets grænser rekonstrueres. Derefter indtegnedes de aktuelle vegetationszoner efter samme kriterier som i 1995 (Figur 6.10 t.h.).



Figur 6.10. Vegetationszonernes placering på et 60 m langt transekt fra tør hede (foroven) til hedemose (forneden) på Lønborg Hede i 1995 og 2010.

En sammenligning af klokkelýngens udbredelse på de to tidspunkter viser at en markant reduktion i 2010. Det 12 m brede bælte domineret af klokkelýng er forsvundet. Der resterer nu kun et 4 m bredt bælte med en overgangsvegetation, hvor hedelýng og klokkelýng forekommer nogenlunde lige hyppigt. Analyser gentaget i 2010 i det 12 m brede klokkelýng-dominerede område viser, at dækningen af klokkelýng er faldet fra 62 % til 24 %. Omvendt er dækningen af hedelýng steget fra 4 % til 45 % på de forløbne 15 år.

Også Lønborg Hede er et stort, fredet område (ca. 370 ha). På det pågældende område er der ikke foretaget nogen form for indgreb siden fredningen i 1970, og formentlig heller ikke i en lang årrække inden da. Vandstandsforholdene har også været uændrede. I en afstand af ca. 200 m fra forsøgsfeltet løber Styg Bæk, som ikke har været vedligeholdt på denne strækning siden begyndelsen af 1970-erne. Mellem bækken og den vådeste del af forsøgsfeltet findes en langstrakt klitformation. Nærmeste dyrkede mark ligger i en afstand af næsten 600 m, på den modsatte side af bækken.

6.4.3 Vejrup Søhede.

Denne stort set ukendte lokalitet ligger ca. 14 km sydvest for Tarm. Her fandtes i 1990-erne et af Ringkøbing Amts fineste eksempler på våd hede domineret af klokkelýng med næsten rene bestande af arten. I forbindelse med et plejeprojekt med fjernelse af bjergfyrrer i 1999 blev området fotograferet, og et af billederne ses på Figur 6.11. Billedet er optaget 19. juli 1999 midt i klokkelýngens blomstringstid, altså 2-3 uger før hedelýngen blomstrer. Det viser en vegetation domineret af klokkelýng uden væsentligt indslag af andre arter. Dog synes mere end halvdelen af klokkelýngen allerede i 1999 at være død eller døende, hvilket viser at det fænomen med svindende dækning af klokkelýng formentlig er en proces, der har forløbet i mindst to årtier.

Figur 6.11. Blomstrende klokkelyng på Vejrup Søhede i juli 1999.



Situationen i sommeren 2010 var accelereret yderligere. Ejeren oplyste, at klokkelyngen på arealet stort set var død, og at han af samme årsag for et par år siden var ophørt med at have bier derude til indsamling af den specielle honning. Den efterfølgende besigtigelse bekræftede ejerens iagttagelse: Over store arealer var størstedelen af klokkelyngen død (Figur 6.12). Kun i områder, hvor bjergfyrrerne ikke blev fjernet i 1999, sås endnu klokkelyng i normal vækst i åbninger mellem bjergfyrrerne.

Figur 6.12. Samme område i juli 2010. Det grå i forgrunden er stort set død klokkelyng. De grønne tuer er vestlig tue-kogleaks.



Den pågældende lokalitet er beskyttet efter naturbeskyttelseslovens § 3. Ud over den nævnte fjernelse af bjergfyr i 1999 har der ikke været kendte indgreb. Lokaliteten ligger mellem plantage og dyrket mark. Der har ikke været nogen vandstandssænkning på det dyrkede areal i det sidste halve århundrede, nærmere tværtimod. Ejeren oplyser, at de få grøfter her oprensnes mindre og sjældnere end tidligere. Ligeledes viser en hurtig visuel vurdering af områderne med død eller døende klokkelyng, at klokkelyngen ikke er død på grund af konkurrence. Der er endnu ikke forekomst af andre arter, hvor klokkelyngen før var dominerende.

7 Konklusioner og anbefalinger

Tilbagegang

Samtlige undersøgelser, overvågningsresultater og observationer vidner om, at forekomsten af klokkelyng er i tilbagegang på de våde indlandsheder, og at det er en udvikling, som har været markant i de sidste 10 år. Samtidig er der ikke tegn på, at forekomsten af klokkelyng er under forandring på klithederne.

Kvælstof en væsentlig årsag til tilbagegangen

Resultaterne fra NOVANA overvågningen og undersøgelserne på Borris Hede viser entydigt, at kvælstofdeposition og den deraf følgende kvælstofophobning i morlaget er en væsentlig årsag til tilbagegangen for klokkelyng i de våde heder, inklusiv Borris Hede. Denne væsentlige konklusion viser også, at der er behov for en reduktion af den øvre tålegrænse for våde heder med klokkelyng. En tålegrænse, som i dag angives som 10 – 25 kg N/ha/år. Eftersom resultaterne fra NOVANA viser, at tilbagegangen forekommer ved depositioner omkring 12 – 14 kg N/ha/år, er der aktuelt grund til at anbefale, at tålegrænsen for våde heder med klokkelyng nedsættes til 10 – 14 kg N/ha/år. Da langt hovedparten af hederne tidligere har været udsat for højere depositioner end 14 kg N ha⁻¹år⁻¹ vil de ikke kunne opretholdes med den nuværende deposition på ca. 12 kg N ha⁻¹år⁻¹.

Forsuring

Det er ligeledes sandsynligt, at pH-faldet på mellem 0,5 og 1,0 point gennem de sidste 40 – 50 år, som er en effekt af svovl og kvælstofnedfald, er af en sådan størrelse, at det i samspil med andre faktorer, som for eksempel klimastress, har haft væsentlig indflydelse på klokkelyngens tilbagegang.

Pleje

De danske og udenlandske erfaringer om pleje af klokkelyng-hede refereret i kapitel 5 giver kun anledning til ret forsigtige konklusioner. Afbrænding, der ikke gentages for ofte, synes dog at kunne anbefales til en vedligeholdende pleje. Med ikke for ofte menes, at plantesamfundet skal have mulighed for at opnå en vis alder og deraf følgende biodiversitet. Dette kunne fx opfyldes ved en afbrænding af delområder i en turnus på 10 – 15 år, således at der opstår en mosaik af vegetation med varierende alder.

Afskrælning af morlaget har i nogle undersøgelser medvirket til en reduktion af forekomsten af blåtop og fremgang for klokkelyng, men udviklingen har ikke været varig, idet blåtop på grund af bred tolerance over for lavt pH og varierende fugtighedsforhold har genetableret sig fra frø. Internationalt er det vist, at tørveskrælning kombineret med mere langsigtet vedligeholdelsespleje fx i form af græsning vil kunne skabe en udvikling i gunstig retning.

Delundersøgelsen på Stenbjerg Hede gav en klar indikation på, at græsning øger forekomsten af klokkelyg på klithede. Om det samme gør sig gældende på indlandsheder som Borris Hede kan ikke konkluderes på baggrund af delundersøgelsen foretaget på Stenbjerg Hede og kan heller ikke bekræftes på baggrund af den meget begrænsede litteratur om emnet.

Dermed står det også klart, at den aktuelle viden om plejemetoder for våde heder er begrænset nationalt såvel som internationalt, hvorfor det ikke er muligt at give en simpel anvisning på plejetiltag, der vil sikre fremgang for klokkelyg på naturtypen våde hede. Der er behov for at udføre sammenlignende plejeforsøg, der kan medvirke til at afgøre, hvilke plejemetoder der virker bedst.

De plejetiltag, der kan anvendes i klokkelynghede inkluderer:

- Afbrænding som den foretages nu.
- Afbrænding i den tørreste del af året – denne fremgangsmåde er aktuelt lovgivningsmæssigt begrænset, men da det formentlig er den fremgangsmåde, der vil kunne fjerne en tilstrækkelig stor del af morlaget i de våde områder, anbefales det at der indledes en dialog med myndighederne med det formål at opnå dispensation for denne plejeform på våde heder.
- Tørveskrælning – denne plejeform vil også kunne fjerne kvælstof fra morlaget og derved hæve C/N forholdet i morlaget.
- Kalkning – anbefales forsøgsvis anvendt i delområder for at hæve pH.
- Udspredding af lokalt indsamlede frø af klokkelyg på de afskrællede arealer og de arealer der brændes i tørkeperioder.

Disse plejemetoder bør følges af undersøgelser af bestanden af klokkelyg, vegetationen i øvrigt, sundhedstilstanden hos klokkelyg og undersøgelse af abiotiske parametre (C/N, ammonium, morlag og pH).

I det følgende gives et bud på, hvilke forsøg på pleje af våd hede, der anbefales gennemført på Borris Hede.

Anbefalinger vedrørende plejeforsøg af våd hede på Borris hede

Det naturlige stress kan ikke påvirkes ved pleje, det handler derfor om at øge stresstolerancen hos klokkelyg ved at forbedre artens sundhedstilstand og konkurrenceevne. Dette bør gøres ved at hæve C/N forholdet (N-fjernelse ved afskrælning, græsning og afbrænding) og pH-forøgelse (kalkning). Hydrologien på Borris vurderes at være gunstig for våd hede på Borris Hede, hvorfor der ikke er behov for indgreb.

Vi er derfor kommet frem til, at man på Borris Skydeterræn udfører pleje, der har det primære mål, at der fjernes kvælstof fra området ved mere eller mindre hård afbrænding og om muligt afskrælning af tørven. Dertil kommer, at det i kombination med de forskellige metoder til kvælstoffjernelse i begrænsede områder bør afprøves at tilføre af frø af klokkelyg indsamlet på lokaliteten til de plejede områder og at forøge pH ved kalkning.

Vi anbefaler, at der indledende foretages et plejeforsøg med henblik på at afgøre, hvilken kombination af plejeformer, der bedst reetablerer sunde bestande af klokkelyg.

Den specielle anvendelse af hedearealet på Borris hede sætter snævre grænser for hvilke aktuelle plejeforanstaltninger, der kan anvendes. Det betyder reelt, at pleje i form af tørveskrælning og græsning stort set vil være udelukket. Kun få steder på Borris hede er tørveskrælning og græsning en reel mulighed, hvorfor afbrænding er det eneste reelle alternativ. Afskrælning vil være meget risikabel på grund af faren for, at maskinerne vil ramme ueksploderet ammunition nær jordoverfladen. Afgræsning vil kun kunne overvejes i enkelte randområder. Anvendelsen af skydeterrænet er groft sagt den, at der skydes fra Ringvejen og ind mod terrænets midte. Hvis afbrænding skal kunne fjerne ligeså meget kvælstof som en tørveskrælning, vil det imidlertid kræve, at branden fjerner det meste af morlaget. Det vil derfor være nødvendigt bevidst at foretage afbrændinger i den tørre årstid for at sikre en tilstrækkelig afbrænding af det øverste tørvelag. Den gældende bekendtgørelse om bl.a. afbrænding af hede (Anon. 1999) giver heller ikke mulighed for afbrænding af lyng m.v. i perioden 1. april - 31. august. En generel dispensationsmulighed for kommunalbestyrelsen til at tillade afvigelser fra bekendtgørelsens bestemmelser gælder udtrykkeligt ikke i denne situation (§ 3, stk. 1). Anvendelsen af denne plejeform i sommerperioden kræver derfor en ændring af bekendtgørelsen.

Både på grund af de reducerede frøkilder fra den sparsomme klokkelyst og afbrændingen vil der være en risiko for, at mængden af levedygtige frø er lille. Det foreslås derfor at indsamle frø fra lokaliteten før afbrænding.

Som et forsøg foreslås nogle få delområder suppleret med kalkning for at hæve det meget lave pH. Det forventes, at korttidseffekten af kalkningen vil resultere i en dominans af græs, men at denne dominans vil aftage efter få år.

Der resterer altså p.t. kun to muligheder for gennem naturpleje at forbedre situationen for de våde heder på Borris Hede:

1. Afbrænding, som den foretages nu, samt
2. Kalkning, som ikke tidligere er anvendt i Danmark.

Disse to tiltag vil næppe alene kunne standse den konstaterede tilbagegang og foranledige opnåelse af en sund bestand af klokkelyst. Det er derfor nødvendigt med andre tiltag:

1. Ændring af bekendtgørelsen om brandvænsforanstaltninger, så kommunen kan tillade afbrænding af våde heder hele året.
2. Reduktion af kvælstofemissionen ved kilderne vil reducere depositionen af kvælstof på næringsfattige EU-habitatområder. Dette vil medvirke til at bevare eksisterende bevoksninger med klokkelyst på de våde indlandsheder. Men vil ikke uden genoprettende pleje være tilstrækkeligt til at opnå at våde heder med døde og døende bestande af klokkelyst opnår en høj dækning af klokkelyst.

Referencer

Andersen, H.V., Nielsen, K.E., Degn, H.J., Geels, C., Løfstrøm, P., Damgaard, C.F., Christensen, J.H., 2009. Lokal kvælstofdeposition og kvælstofindhold i lav, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Scientific report

Anonym, 1999. BEK nr. 900 af 7. december 1999

Bannister, P., 1964. The Water Relations of Certain Heath Plants with Reference to their Ecological Amplitude: III. Experimental Studies: General Conclusions. *Journal of Ecology* 52, 499-509.

Bannister, P., 1966: *Erica tetralix* L. *Biological Flora of the British Isles*. . *J. Ecol.* 54:795-813.

Berendse, F., 1985: The effect of grazing on the outcome of competition between plant species with different nutrient requirements. – *OIKOS* 44:35-39.

Berendse, F. Oudhof, H. Bol, J. 1987. A comparative study on nutrient cycling in wet heathland ecosystems. *Oecologia* 74:174-184

Blake, L., Goulding, K.W.T., Mott, C.J.B., Johnston, A.E., 1999. Changes in soil chemistry accompanying acidification over more than 100 years under woodland and grass at Rothamsted Experimental Station, UK. *European Journal of Soil Science* 50, 401-412.

Bruus, M., Nielsen, K.E., Damgaard, C., Nygaard, B., Fredshavn, J., Ejrnæs, R., 2010. Terrestriske naturtyper 2008, In Faglig rapport fra DMU. DMU, Aarhus Universitet.

Buchwald, E. & S. Søgaard (red.), 2000: Danske naturtyper i det europæiske NATURA 2000 netværk. – Miljø- og Energiministeriet, 88 s.

Buttenschøn, J. (u årstal): Beweidung mit Gallowayvieh auf Læsø in Dänemark.

Buttenschøn, RM. (1998) Overblik over hedepleje: I Strandberg (red.) Hedens kultur og natur. Rhodos, København, 1998.

Böcher, T. W., 1941: Vegetationen paa Randbøl Hede. – Kgl. Da. Vidensk. Selsk., Biol. Skr., I,3:1-234.

Böcher, T. W. & Bentzon, M. W., 1958: Density Determination in Plant Communities. – *Oikos* 9:35-56.

Böcher, T. W., 1970: Hedens vegetation og flora. – I: Böcher, T. W., C. O. Nielsen & A. Schou (red.): Danmarks natur, bd. 7:118-191.

- Böcher, T. W. & Jørgensen, C. A., 1972: Jyske dværgbuskheder. Eksperimentelle undersøgelser af forskellige kulturindgrebs indflydelse på vegetationen. – Kgl. da. Vidensk. Selsk., Biol. Skr. 19,5:1-55.
- Børgesen, F. & C. Jensen, 1904: Utoft Hedeplantage. – Bot. Tidsskr. 26:177-221.
- Carlin, B.P., Louis, T.A., 1996. Bayes and empirical Bayes methods for data analysis. Chapman & Hall, London.
- Christensen, P. G., 1981: Status over hedeplejemetoder. – Fredningsstyrelsen, 62+71 s.
- Clark, J.S., 2007. Models for ecological data. Princeton University Press, Princeton.
- Clemmensen, L.B., Murray, A., 2006. The termination of the last major phase of aeolian sand movement, coastal dunefields, Denmark. *Earth surface processes and landforms* 31, 795-808.
- Damgaard, C., 2008. Modelling pin-point plant cover data along an environmental gradient. *Ecological Modelling* 214, 404-410.
- Damgaard, C., 2009. On the distribution of plant abundance data. *Ecological Informatics* 4, 76-82.
- Damgaard, C., Nygaard, B., Nielsen, K.E., 2008. Danske kystklitter - vegetation og jordbundskemi. Analyser af NOVANA data (2004 - 2006). Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, Silkeborg, Danmark.
- Davies, M.S., 1984. The Response of Contrasting Populations of *Erica Cinerea* and *Erica Tetralix* to Soil Type and Waterlogging. *Journal of Ecology* 72, 197-208.
- Dorland, E., M. A. C. Hart, M. L. Vermeer & R. Bobbink, 2005: Assessing the success of wet heath restoration by combined sod cutting and liming. – *Appl. Veg. Sci.* 8:209-218.
- Dorland, E., R. Bobbink, J. H. Messelink & J. T. A. Verhoven, 2003: Soil ammonium accumulation after sod cutting hampers the restoration of degraded wet heathlands. – *J. Appl. Ecol.* 40:804-814.
- Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Frohn, L.M., Geels, C., Kemp, K., Løfstrøm, P., Mogensen, B.B., Monies, C., 2007. Atmospheric Deposition 2006. NOVANA (In Danish: Atmosfærisk Deposition. NOVANA), In Technical Reports from NERI. National Environmental Research Institute, Aarhus University.
- Ellermann, T., Fenger, J., Hertel, O., Markager, S., Tybirk, K. & Bak, J. L., 2007: Luftbåren kvælstofforurening. – DMU og Hovedland, 86 s.
- EUR 25 European Commission, D.E., Nature and Biodiversity, 2003. Interpretation manual of European Union habitats. Natura 2000. European Commission.

http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/2007_07_im.pdf

Fredshavn, J., Nielsen, K.E., Ejrnæs, R., Nygaard, B., Skov, F., Strandberg, B., Johannsen, V.K., 2009. Tekniske anvisninger til overvågning af terrestriske naturtyper.

Fritsch, F.E., Salisbury, E.J., 1915. Further observations on the heath association on hinhead common. *New Phytologist* 14, 116-138.

Galløe, O. & C. Jensen, 1906: Plantevæksten paa Borris Hede. – *Bot. Tidsskr.* 27:249-275.

Greve, M.H., Greve, M.B., Bøcher, P.K., Balstrøm, T., Breuning-Madsen, H., Krogh, L., 2007. Generating a Danish raster-based topsoil property map combining choropleth maps and point information. *Danish Journal of Geography* 107, 1-12.

Gundersen, P. Schmidt, IK, Raulund-Rasmussen, K. 2006. Leaching of nitrate from temperate forests - effects of air pollution and forest management. *Environmental Reviews* 14(1), 1-57

Hansen, H. M., 1932: Nørholm Hede, en formationsstatistisk vegetationsmonografi. – *Kgl. da. Vidensk. Selsk. Skr., Nat. og Mat. Afd., 9. Rk., III.* 3, 99-195.

Hansen, K. 1964: Studies on the regeneration of heath vegetation after burning off. *Botanisk Tidsskrift* 60, 1 - 41.

Hansen, K., 1976. Ecological Studies in Danish Heath Vegetation. *Dansk Botanisk Arkiv*, bind 31, nr. 2. Dansk Botanisk Forening København.

Härdtle, W. Niemeyer, M. Niemeyer, T. Assmann, T. Fottner, S. 2006: Can management compensate for atmospheric nutrient deposition in heathland ecosystems? *Journal of Applied Ecology* 43(4), 759-769.

Jacquemart, A.-L., D. Champluvier & J. de Sloover, 2003: A test of moving and soil-removal restoration techniques in wet heaths of the High Ardenne, Belgium. – *Wetlands* 23:376-385.

Jansen, A. J. M., C. C. de Graaf & J. G. M. Roelofs, 1996: The restoration of species-rich heathland communities in the Netherlands. – *Vegetatio* 126:73-88.

Jansen, A. J. M., L. F. M. Fresco, A. P. Grootjans & M. H. Jalink, 2004: Effects of restoration measures on plant communities of wet heathland ecosystems. – *Appl. Veg. Sci.* 7:243-252.

Jensen, RH. Jensen, KM. 1979. Kulturlandskabet i Borris og Sdr. Felding — en kortbladsanalyse af et vestjysk landbrugssamfund og en dokumentation for dets udvikling. *Geografisk Tidsskrift*, Bind 78-79 (1979)

Jessen, K., 1943: Den jyske hedes flora. – I: Struckmann, E., K. Jessen & F. Hjerl-Hansen (red.): *De danske heder.* I:58-92.

Johnsen, I., T. Riis-Nielsen, S. N. Christensen & M. R. Petersen, 2005: Report concerning the intensive monitoring of dune heaths 2002 to 2005 (Action F2). Rapport, 68 s.
<http://www.skovognatur.dk>

Lake, S., J. M. Bullock & S. Hartley, 2001: Impacts of livestock grazing on lowland heathland in the UK. – English Nature Research Reports 422:1-143.

Kent, A., Coker, P., 1992. Vegetation Description and Analysis—A Practical Approach. John Wiley & Sons, New York.

Kristensen, HL. Henriksen, K. 1998. Soil nitrogen transformations along a successional gradient from *Calluna* heathland to *Quercus* forest at intermediate atmospheric nitrogen deposition. Applied Soil Ecology 8(1-3), 95-109.

Lange, T. R., 1995: Konkurrenceforhold mellem *Calluna vulgaris* og *Erica tetralix* på Lønborg Hede. – Specialrapport, Biol. Inst., Århus Univ., 132 pp.

Mentz, A., 1909: Hedens Flora. - I: Jacobsen, A. (red.): Hedebogen, p. 106-113.

Nielsen, KE. Dalsgaard, K, Nørnberg, P 1987. Effects on soil of an oak invasion of a *Calluna* heath, Denmark – Changes in organic matter and cellulose decomposition. GEODERMA 41(1-2) 97-106.

Nielsen, KE. Hansen B, Ladekarl UL, Nørnberg, P. 2000. Effects of N-deposition on ion trapping by B-horizons of Danish heathlands. Plant and Soil 223: 265 - 276

Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A., Fredshavn, J., 2009. Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse, In Faglig rapport fra DMU.

Näsholm, T. Ekblad, A. Nordin, A. Giesler, R.Högberg, M. Högberg, P. 1998. Boreal forest plants take up organic nitrogen. *Nature* 392, 914-916

Nørnberg, P., 1977. Soil profile development in sand of varying age in Vendsyssel, Denmark. . Catena 4, 165-179.

Raunkiær, C., 1934: The life forms of plants and statistical plant geography. – Oxford.

Read, DJ. 1983. The biology of mycorrhiza in the Ericales. Can. J. Botany. 61, 985-1004.

Riis-Nielsen, T., Søchting, U., Johansson, M. & Nielsen, P., 1991: Hedeplejebogen, de danske heders historie, pleje og udforskning. – Skov- og Naturstyrelsen, 248 s.

Riis-Nielsen, T., I. K. Schmidt, B. Frandsen & T. Binding, 2005: Nørholm Hede. En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning. – Forest & Landscape Research, No. 35-2005, 202 pp.

- Rutter, A.J., 1955. The Composition of Wet-Heath Vegetation in Relation to the Water-Table. *Journal of Ecology* 43, 507-543.
- Sansen, U. & N. Koedam, 1996: Use of sod cutting for restoration of wet heathlands: revegetation and establishment of typical species in relation to soil conditions. – *J. Veg. Sci.* 7:483-486.
- Schmidt, I. K., B. O. Nielsen & T. Riis-Nielsen, 2007: Lynghederne. – I: Sand-Jensen, K. & P. Vestergaard: *Naturen i Danmark. Det åbne land*, p. 213-246.
- Spiegelhalter, D.J., Best, N.G., Carlin, B.P., van der Linde, A., 2002. Bayesian measures of model complexity and fit. *Journal of Royal Statistical Society B* 64, 583-639.
- Strandberg, B. Magård, E. Bak, J. L. Pedersen, MB. Damgaard, C. ; Fredshavn, J. R. Løkke, H. Nielsen, KE. 2005. *Terrestriske naturtyper 2004 : NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 2005. 58 s. (Faglig rapport fra DMU; 557).*
- Svendsen, L.M., van der Bijl, L., Boutrup, S., Norup, B., 2005. NOVANA. National monitoring and assessment programme for the aquatic and terrestrial environments. Programme description - part 2. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark.
- Søgaard, B., Ejrnæs, R., Nygaard, B., Andersen, P.N., Wind, P., Damgaard, C., Nielsen, K.E., Teilmann, J., Skriver, J., Petersen, D.L.J. & Jørgensen, T.B. (2008): Vurdering af bevaringsstatus for arter og naturtyper omfattet af EF-Habitatdirektivet (2001-2007): Afrapportering til EU i henhold til artikel 17 i EF-habitatdirektivet.
http://cdr.eionet.europa.eu/dk/eu/art17/envrlq_ka
- Thamdrup, HM 1939. Studier over jydsk Heders Økologi. I Hedebundens Fugtighedsforhold. *Acta Jutlandica XI, Supplementum.*
- Therneau, T.M., Atkinson, E.J., 1997. An introduction to recursive partitioning using the RPART routines. Mayo Foundation.
- UNECE 2004. MAPPING MANUAL 2004.
<http://www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/manual-english/index.html>
- van Breemen, 2002. N. Nitrogen cycle: Natural organic tendency *Nature* 415, 381-382.
- van den Berg, L. J. L., E. Dorland, P. Vergeer, M. A. C. Hart, R. Bobbink & J. G. M. Roelofs, 2005: Decline of acid-sensitive plant species in heathland can be attributed to ammonium toxicity in combination with low pH. – *New Phytol.* 166:551-564.
- Wolfram, S., 2009. *Mathematica*. Wolfram Research, Inc., Champaign, USA.

Appendix

Uddrag fra:

Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)

http://www.dmu.dk/fileadmin/Resources/DMU/MYndighedsbetjening/FDC_bio/TeknAnvisn/Habitat-beskrivelser-app4b-ver103.pdf

“Interpretation Manual of European Union Habitats” er EU's officielle fortolkningsmanual, som giver en for-tolkning af de naturtyper, som er på habitatdirektivets bilag 1. Manualen er nemmere at misforstå end at forstå, hvis man ikke har et omfattende baggrundsmateriale om både botanik, CORINE og direktivprocessen. For at forstå logikken i naturtypesystemet er det nødvendigt at sætte sig grundigt ind i bl.a. “Corine biotopes manual - Habitats of the European Community, Data specifications part 2” fra 1991.

2140 * Kystklitter med dværgbuskvegetation (klithede)

Stabile/gamle klitter bag de ydre klitter, med et mere eller mindre lukket vegetationsdække præget af lav gy-vel, pors og/eller dværgbuske - f.eks. revling, hedelyng, klokkelyng eller visse. Kalkindholdet i jorden er lavt grundet udvaskning af klitterne. Dele af naturtypen findes på tørre klitter, mens andre dele findes i fugtige lavninger og svarer med hensyn til flora til våd hede med mosebølle, pors og klokkelyng. Da klitter opdeles i over 5 forskellige naturtyper som ofte blander sig på et konkret areal, kan et areal være præget af naturtypens plantesamfund allerede ved en dækningsgrad omkring 20% af arealet, hvis ingen af de øvrige naturtyper har større dækning. Tykkelsen af flyvesandslaget er ligesom for de øvrige klittyper ikke afgørende. Selv et få cm tykt lag flyvesand er nok til at henvise et areal til klittyperne. Naturtypen kan indgå i mosaikvegetationer med urteagtige klitvegetationer, krat eller træbestande i klitter. I Danmark langs vestkysten er disse typer klit meget udbredte, men på europæisk plan er de mere sjældne og truede. Floraen rummer ofte en eller flere af følgende karakteristiske arter: *Revling*, *sand-star*, *farve-visse* og *klit-vintergrøn*. Endvidere ses ofte hedelyng, klokkelyng, gyvel, pors, alm. engelsød, alm. kællingetand, bølget bunke, sandhjælme og smalbladet høgeurt. Almindeligt forekommende er cypresmos og trind fyrremos (*Hypnum cupressiforme* og *Pleurozium schreberi*) samt laver som *Cladonia arbuscula* og *C. portentosa*. Dværgbusksamfund udenfor kystklitter er undtaget, idet de henføres til naturtype 2310/2320 i indlandsklitter, henholdsvis type 4010/4030 på jordbund, som ikke er gammel klit. 2140 kan indeholde spredte enebuske, men udskilles som enebærklit (2250), hvis kriterierne for dette er opfyldt (se under 2250). I øvrigt findes 2140 ofte i småskalamosaik med 2130 og andre klitnaturtyper. Afgrænsning mod ikke-omfattet natur: Naturtypen kan vokse til med invasive arter som rynket rose, bjerg-fyr og stjerne-bredribbe. Så længe naturtypen kan erkendes ved rester af karakteristisk bundvegetation henføres arealet dog stadig til naturtypen. Først når den lysåbne bundvegetation er helt forsvundet, omfattes det ikke længere af habitatdirektivet, men henføres til hovednaturtypen 2100.

2190 Fugtige klitlavninger

Fugtige eller vanddækkede klitlavninger med dominans af urteagtige planter eller frit vand. Naturtypen er meget varieret og særegen og omfatter en række forskellige undertyper såsom kær, fugtige græs- og sivbe-voksede områder, rørsump, samt små klitsøer i klitlavninger. Naturtypen trues ved sænkning af grundvands-standen. Partier af træer, buske eller dværgbuske henføres til andre naturtyper, selvom de også findes i klitlavninger. Tykkelsen af flyvesandslaget er ligesom for de øvrige klittyper ikke afgørende. Selv et få cm tykt lag flyvesand er nok til at henføre et areal til klittyperne. Der er ikke defineret karakteristiske arter for typen, men den kendetegnes f.eks. af følgende planter: I klitsøer vandplanter som kransnålalger, hestehale og vandaks. I rørsump tagrør, strandkogleaks og andre store halvgræsser. I klitlavninger på fugtigt sand tudsesiv, tusindgylden arter, søpryd og vandnavle. I kær rig- og fattigkærsurter og græsser samt spredt gråris eller krybende pil. I lidt tørrere klitlavninger diverse eng- og overdrevsarter samt spredt gråris. Naturtypen findes hovedsageligt i klitområder langs den jyske vestkyst. Søer i kystklitter henregnes til denne type når de er mindre end 2500 kvadratmeter i areal, mens større søer henføres til sø-naturtyperne. Klitlavninger præget af enten dværgbuske, havtorn/andre buske, gråris/krybende pil eller skov henføres til den respektive naturtype (2140, 2160, 2170 eller 2180).

Klitlavningerne rummer visse plantesamfund, som også er defineret som en naturtype i sig selv baseret på plantesamfundet – f.eks. rigkær type 7230, næbfrø-soldug-ulvefod samfund type 7150 og hængesæk type 7140. Hvor disse plantesamfund er så veludviklede i klitlavninger, at de er blandt de regionalt bedste eksempler på plantesamfundet, kan de med fordel henføres til den mere præcise plantesamfundsbaserede type, uan-Habitatbeskrivelser, ver. 1.03 Appendiks 4b, 7. maj 2010 side 11

set at forekomsten er i klitlavning. Det vil være til fordel for god forvaltning af arealet. Som udgangspunkt udskilles til anden naturtype arealer i klitlavninger med rødlistede arter af karakteristiske arter for naturtype 7140/7230 eller med let erkendbar forekomst af over 10 individer eller 10 m² af mindst 2 af de 5 karakteristiske arter for naturtype 7150. Afgrænsning mod ikke-omfattet natur: Naturtypen kan vokse til med invasive arter som rynket rose og bjerg-fyr. Så længe naturtypen kan erkendes ved rester af karakteristisk bundvegetation henføres arealet dog stadig til naturtypen. Først når den lysåbne bundvegetation er helt forsvundet, omfattes det ikke længere af habitat-direktivet, men henføres til hovednaturtypen 2100.

4010 Våde dværgbusksamfund med klokkelyng Naturtypen findes uden for kystklit og højmose på fugtige til våde arealer og har en vegetation præget af dværgbuske og/ eller lave pors, ofte med et stort indslag af blåtop. Eksempler er klokkelynghede, pors-blåtophede, Grimmia-hede og hedemose med dværgbuske. Klokkelyng eller pors præger i nogle tilfælde naturtypen, men det kan også være rosmarinlyng, mosebølle, blåbær, hedelyng, revling, tranebær eller blandinger heraf. I nogle tilfælde dominerer hedelyng hele fugtighedsgradienten fra tør til våd hede uden forekomst af andre dværgbuske, hvorfor indikatorarter for type 4010 >< 4030 er opstillet til at hjælpe med at afgøre fugtighedsforholdene. Naturtypen ligger på mineralsk jordbund, lyngmor eller tørv. Tørven er nor-

malt 5 - 15 cm tyk, og højst 0,5 meter tyk (for at adskille fra tilsvarende plantesamfund på nedbrudt højmosse). Forekomster på tørv har man i Danmark typisk kaldt hedemose, som ud over tørven og lave buske karakteriseres af de fugtighedselskende arter tue-kæruld, tranebær og tørvemos. Eneste karakteristiske art er *klokkelyng*, som har en oceanisk udbredelse og trives bedst i et mildt og fugtigt klima uden ekstremer. Klokkelyng behøver ikke forekomme, for at det er naturtypen, og kan i øvrigt også forekomme i tør hede type 4030, så den er ikke en særlig god indikator for typen. Arter der indikerer naturtypen og viser, at bunden er fugtig eller våd: rosmarinlyng, tranebær, pors, blåtop, børste-siv, mose-troldurt, spæd mælkeurt, hirse-star, alm. star, tue-kæruld, smalbladet kæruld, klokke-ensian, tue-kogleaks, benbræk, hvidmos (= alm. blegmos) og tørvemosser. De vigtigste tørvemosser for typen er *Sphagnum compactum* og *S. molle*. En variant af våd hede er karakteriseret ved forekomst af tæpper af mos-set *Racomitrium lanuginosum*, såkaldt *Grimmia-hede*. Denne variant er truet og i dag forsvundet flere steder. Almindelige arter i naturtypen er desuden hedelyng, revling, tyttebær, klokkelyng, mose-bølle, krybende pil, plettet gøgeurt, hunde-hvene, bølget bunke, tormentil, tue-kogleaks, cypresmos og rensdyrlav, men disse arter findes også i tør hede type 4030.

4030 Tørre dværgbusksamfund (heder) Vegetation på tør bund præget af dværgbuske og / eller lave gyvel, bortset fra klithede af typerne 2140, 2310 og 2320. Eksempler er revlinghede, hedelynghede, gyvelrig hede, tyttebærrig hede, klippehede og melbærris-hede, idet de fleste heder dog består af overgangsformer snarere end af rene former. Tør dværgbuskhede udvikles oftest på sandet og udvasket, næringsfattig og sur jord. Vegetationen udvikles bedst i egne med ret høj nedbør. Karakteristiske arter er *hedelyng*, *revling*, *tyttebær*, *blåbær*, *engelsk visse*, *tysk visse* og *håret visse*. Endvidere hører hede-melbærris og farve-visse med til de dværgbuske, der trives ved tørre forhold. Arter der indikerer naturtypen og viser at bunden er tør: hede-melbærris, engelsk visse, håret visse, farve-visse, gyvel, blåbær, alm. gyldenris, guldblomme, sand-star, skovstjerne, lav skorsoner, alm. ulvefod, engel-sød, ørnebregne, ene, kratfladbælg, majblomst, kattefod, smalbladet høgeurt, alm. kongepen, mangblomstret frytle, fåre-svingel, lyng-snerre og tandbælg. Almindelige arter for naturtypen er desuden hedelyng, revling, tyttebær, klokkelyng, mose-bølle, krybende pil, plettet gøgeurt, hunde-hvene, bølget bunke, tormentil, tue-kogleaks, cypresmos og rensdyrlav, men disse arter findes også i våd hede type 4010. Naturtypen findes hovedsageligt på sandede og næringsfattige jorde i Vest-, Midt- og Nordjylland og enkelte steder på mindre arealer i det østlige Danmark. Enebærkrat udskilles som type 5130 (se kriterierne under 5130). Endvidere er flere typer dværgbusksamfund på klitter udskilt (type 2140, 2310 og 2320). Type 4030 kan dog også findes i indlandsklitter, såfremt vegetationen ikke mere præcist kan henføres til type 2310 eller 2320, dvs. ved fravær af både visse og revling. Spredte træer og buske hører med til typen, men hvis træerne er lukket sammen og danner skovbevoksning, skifter det pågældende areal til en skovtype. Ved ophørt græsning, tørveskrælning, brand og anden drift eller som følge af næringsberigelse kan dværgbuskene blive udkonkurreret af græsser som bølget bunke og blåtop. Når græsser dækker større areal end dværgbuske (og gyvel) præges arealet ikke længere af dværgbuske, således at arealet skifter til en anden type - som regel type 6230 - surt græsland.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Administration
Afdeling for Arktisk Miljø
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejløvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2011

- 817 Improving the Greenlandic Greenhouse Gas Inventory.
By Nielsen, O.-K., Baunbæk, L., Gyldenkærne, S., Bruun, H.G., Lyck, E., Thomsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Hoffmann, L., Fauser, P., Winther, M., Nielsen, M., Plejdrup, M.S., Hjelgaard, K. 46 pp.
- 815 Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler.
Af Ejrnæs, R., Wiberg-Larsen, P., Holm, T.E., Josefson, A., Strandberg, B., Nygaard, B., Andersen, L.W., Winding, A., Termansen, M., Hansen, M.D.D., Søndergaard, M., Hansen, A.S., Lundsteen, S., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E., Krogh, P.H., Simonsen, V., Hasler, B. & Levin, G. 152 s. (also available in print edition, DKK 150)
- 814 Bynaturen i hverdagslivet.
Af Petersen, L.K. & Nielsen, S.S. 80 s.
- 813 Environmental monitoring at the Seqi olivine mine 2010.
By Søndergaard, J. & Asmund, G. 36 pp.

2010

- 812 Environmental monitoring at the cryolite mine in Ivittuut, South Greenland, in 2010.
By Johansen, P., Asmund, G., Rigét, F. & Schledermann, H. 34 pp.
- 811 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2010.
By Glahder, C.M., Søndergaard, J., Asmund, G. & Rigét, F. 32 pp.
- 810 Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 - 2009.
By Mikkelsen, M.H. Albrektsen, R. & Gyldenkærne, S. 136 pp.
- 809 Review, improvement and harmonisation of the Nordic particulate matter air emission inventories.
By Nielsen, O.-K., Illerup, J.B., Kindbom, K., Saarinen, K., Aasestad, K., Hallsdottir, B., Winther, M., Sjodin, Å., Makela, K. & Mikkola-Pusa, J. 77 pp.
- 808 Temporal and spatial variations in the long-term fluctuations of wildlife populations in Greenland.
By Moshøj, C.M., Forchhammer, M. & Aastrup, P. 36 pp.
- 807 Evaluation of local contamination sources from the former mining operation in Maarmorilik.
By Johansen, P., Asmund, G., Schiedek, D. & Schledermann, H. 44 pp.
- 806 Vandmiljø og Natur 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Ellermann, T., Petersen, D.L.J., Hjorth, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 108 s.
- 805 Arter 2009. NOVANA.
Af Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T. & Wiberg-Larsen, P. 114 s.
- 804 Vandløb 2009. NOVANA.
Af Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baattrup-Pedersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E. & Kjeldgaard, A. 98 s.
- 803 Søer 2009. NOVANA.
Af Bjerring, R., Johansson, L.S., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Landkildehus, F., Sortkjær, L. & Wiindolf, J. 96 s.
- 802 Landovervågningsoplände 2009. NOVANA.
Af Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 124 s.
- 801 Atmosfærisk deposition 2009. NOVANA.
Af Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. 95 s.
- 800 Marine områder 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten.
Af Petersen, D.L.J. & Hjorth, M. (red.) 127 s.
- 799 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009.
By Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzler, M. & Jensen, S.S. 61 pp.
- 798 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2009. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager.
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Sørensen, J.G. & Krogh, P.H. 46 s.

[Tom side]

STATUS OG PLEJEMULIGHEDER FOR KLOKKELYNGDOMINERET VÅD HEDE

Rapporten anvender de nationale overvågningsresultater fra NOVANA, en opsamling af publiceret og upubliceret viden om våde heders økologi og konkrete undersøgelser på Borris Hede for at finde årsagerne til, at klokkelyng er gået drastisk tilbage på de våde indlandsheder inden for de seneste 10 – 15 år. Rapporten peger på manglende pleje, kvælstofdeposition og forsurening som de tre mest sandsynlige årsager til tilbagegangen.