UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Nørholm Hede

en langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning

Riis-Nielsen, Torben; Schmidt, Inger Kappel; Frandsen, Bjarke; Binding, Trine

Publication date:
2005

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Riis-Nielsen, T., Schmidt, I. K., Frandsen, B., & Binding, T. (2005). *Nørholm Hede: en langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning*. Center for Skov, Landskab og Planlægning/Københavns Universitet. Forest and landscape research Nr. 35

Download date: 26. apr.. 2024

Forest & Landscape

Forest & Landscape
Research
No. 35 • 2005

Nørholm Hede
En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning

Torben Riis-Nielsen, Inger Kappel Schmidt, Bjarke Frandsen & Trine Binding

Nørholm Hede – En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning

No. 35 • 2005

KVL A UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES

Forest & Landscape Research is issued by the *Danish Centre for Forest, Landscape and Planning (*in short *Forest & Landscape Denmark*) which is an independant centre for research, education, and extension concerning forest, landscape and planning at the Royal Veterinary and Agricultural University (KVL).

The journal accepts Ph.D. theses, D.Sc. theses, and other major research reports of scientific standard concerning forest, park, landscape, and planning research written in Danish or English. The content of the journal undergoes a scientific peer-review process.

Forest & Landscape Research is to be considered the continuation of *Forskningsserien - The Research Series* (ISSN: 1398-3423).

Editorial board:

Niels Elers Koch (editor-in-chief), director, *Forest & Landscape Denmark*, and professor, KVL

Frank Søndergaard Jensen (associate editor), senior researcher, *Forest & Landscape Denmark*

Tilde Tvedt (associate editor), senior consultant, *Forest & Landscape Denmark*

J. Bo Larsen, professor, *Forest & Landscape Denmark*

Jørgen Primdahl, professor, *Forest & Landscape Denmark*

Hans Roulund, associate professor, *Forest & Landscape Denmark*, Arboretum

---

Title:	Nørholm Hede. En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning
Series-title, no.:	Forest & Landscape Research, No. 35-2005
Editor:	Torben Ris-Nielsen, Inger Kappel Schmidt, Bjarke Frandsen & Trine Binding
Citation:	Riis-Nielsen, T., Schmidt, I. K., Frandsen, B. & Binding, T. (2005): Nørholm Hede. En langtidsundersøgelse af hedens vegetations-udvikling og tilgroning. Forest & Landscape Research, No. 35-2005. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Hørsholm. 202 pp.
ISBN:	87-7903-249-4 (papir) 87-7903-250-8 (internet)
ISSN:	1601-6734
Printed by:	Kandrups Bogtrykkeri, DK-2100 København Ø
Number printed:	200
Price:	DKK 300 (incl. 25% VAT in Denmark)
Bestilling:	Rapporten kan bestilles hos Samfundslitteratur, KVL-Bogladen Se sidste side - og læses på www.SL.kvl.dk

For subscription, please contact:

Forest & Landscape Denmark
Hørsholm Kongevej 11
DK-2970 Hørsholm

Tel: (+45) 3528 1500
Fax: (+45) 3528 1517
E-mail: sl@kvl.dk

NORDISK MILJØMÆRKNING
541 370
TRYKSAG

FORORD

Denne rapport sammenfatter næsten 100 års successionsstudier på Nørholm Hede. I rapporten indgår resultaterne fra den 9. genundersøgelse af floraen og træopvæksten på heden, efter at udnyttelse af heden ophørte i 1890. De tidligere undersøgelser er publiceret af Oppermann & Bornebusch (1930), Bornebusch (1938 og 1952), Løfting & Scheurer (1963) og Holmsgaard (1986). Ud over disse undersøgelser udførte Hansen (1932) i starten af 1920'erne en omfattende undersøgelse og kortlægning af vegetationen på Nørholm Hede med stor vægt på vådområderne.

Rapporten er ikke blot en gentagelse af tidligere undersøgelser, idet nye teknikker har muliggjort en mere dybtgående analyse af successionsforløbene. Der er i denne forbindelse gennemført en omfattende vurdering og revision af datamaterialet fra alle de tidligere undersøgelser. Desuden indgår oplysninger om træhøjden fra de tidligere undersøgelser for første gang.

Den 9. genundersøgelse blev igangsat på foranledning af den daværende Afdelingsleder ved Forskningscentret for Skov & Landskab (FSL), nu *Skov & Landskab* (KVL), Lennart Rasmussen, ved en henvendelse til Ib Johnsen og Torben Riis-Nielsen, Biologisk Institut, Københavns Universitet. Undersøgelserne blev gennemført som to specialeprojekter ved Trine Binding, »Nørholm Hede - Succession eller Pleje« og Bjarke L. Frandsen, »Langtidssuccessionsmønstre på Nørholm Hede«, begge med Ib Johnsen som vejleder. Siden har *Skov & Landskab* finansieret en sammenfatning af specialerne samt af de tidligere undersøgelser af Nørholm Hede. På *Skov & Landskab* har Torben Riis-Nielsen stået for dette i samarbejde med Inger Kappel Schmidt.

Mange personer udover de nævnte har givet bidrag og hjulpet til gennem årene. Ikke alle kan nævnes her. Men vi vil gerne rette en speciel tak til ejerne af Nørholm Hede, Karl og Martha Nielsen, der har vist stor velvilje. Niels Elers Koch (Direktør for *Skov & Landskab*) og Karsten Raulund Rasmussen (Afdelingsleder, Anvendt Økologi, *Skov & Landskab*) takkes for opbakning samt faglige kommentarer. Jens Erik Holmsgaard har under selve undersøgelserne været en værdifuld hjælp. Hans Jørgen Degn (Ringkøbing Amt) takkes for mange diskussioner om hedens succession og Per Grau Møller (Syddansk Universitet) for diskussioner omkring hedens historie. Pernille Sunde takkes for hjælp med materialet i en kortere periode.

Læsevejledning

Afhandlingen starter med en forholdsvis grundig gennemgang af Nørholm Hedes historie, som er en forudsætning for at forstå detaljer i vegetationsudviklingen. Kapitel 2 gennemgår de anvendte metoder til registrering af vegetation og trævækst. Desuden gennemgår kapitlet den statistiske databehandling. Der har gennem årene været en del afvigelser i metoderne, hvilket uddy-

bes i bilag 4. Kapitel 3 gennemgår vegetationsudviklingen på de 20 permanente floraprøveflader. Dette følges op i kapitel 4 med en sammenfatning af udviklingen og en diskussion af de generelle successionsmønstre for floraprøvefladerne. I kapitel 5 diskuteres successionen i forhold til ydre faktorer som brand og kvælstofdeposition. Kapitel 6 beskriver trætilgroningen på heden ud fra trætællinger i det kvadratnet, der er udlagt på heden. Kapitel 7 sammenfatter successionsforløbene for buske og træer og diskuterer successionen i forhold til relevante faktorer. Hedepleje diskuteres i kapitel 8 i relation til den viden, der ligger i analyserne af successionsforløbene for flora- og trævækster på Nørholm Hede. Kapitel 9 slutter af med konklusionerne fra undersøgelserne. Derefter følger 7 bilag. Bilag 1 indeholder en total floraliste med både danske og latinske betegnelser. Plantenavne er i teksten angivet på dansk. Bilag 2 er en liste med dækningsgrad og bilag 3 frekvens for de enkelte arter fra alle 9 undersøgelser af de permanente floraprøveflader. Bilag 4 gennemgår metodeafvigelser og materialets pålidelighed. Der er efterhånden problemer med de anvendte metoder til undersøgelser af vegetationen efterhånden som heden gror til. Bilag 5 gennemgår disse problemer og forslag til ændringer i fremtidige undersøgelser. Gennem hele teksten henvises til kort eller publikationer om Nørholm Hede. Bilag 6 og 7 lister henholdsvis tilgængelige datafiler med data samlet fra alle undersøgelserne samt andet tilgængeligt materiale om heden. Der findes ikke et Nørholm Hede arkiv, men *Skov & Landskab* har samlet meget af materialet.

Publikationen kan hentes på www.SL.kvl.dk. Flere af figurerne kan her ses i farver og kortene kan gøres større.

INDHOLD

Forord **3**

Læsevejledning 3

Resumé **11**

English summary **13**

1. Successsion på Nørholm Hede – baggrund **16**

1.1 Fredningen af Nørholm Hede 16

1.2 Det oprindelige forskningsformål 17

1.3 Undersøgelserne videnskabelige betydning 18

1.4 Formål 19

1.5 Lokalitetsbeskrivelse 20

1.5.1 Beliggenhed 20

1.5.2 Landskab og jordbund 20

1.5.3 Klima 21

1.6 Historisk overblik 22

1.6.1 Ældre historie indtil år 1000 e.Kr. 22

1.6.2 Jernudvinding 22

1.6.3 Hede og agerbrug - år 1000 til ca. 1900 23

1.7 Tidligere arealanvendelse 24

1.7.1 Dyrkninger 26

1.7.2 Udbredelsen af de tidligere dyrkninger 26

1.7.3 Kørespor 28

1.7.4 Jorddiger 28

1.7.5 Grusgravning 28

1.7.6 Mergelgravning 29

1.7.7 Udnyttelse af tørv 29

1.7.8 Græsning 29

1.7.9 Vildtgræsning 29

1.8 Forstyrrelser efter fredningen 30

1.8.1 Sødannelser 30

1.8.2 Brande 30

1.8.3 Lyngbladbilleangreb 31

1.8.4 Omdannelse til græsningsareal 31

1.8.5 Vildtgræsning 32

1.8.6 Lyngslåning 32
1.8.7 Fyrreris 32
1.8.8 Henkastning af affald 32
1.9 Opsummering 32
2. Metoder 34
2.1 Kvadratnettet 34
2.2 Permanente floraprøveflader 35
2.2.2 Skadesopgørelse for hedelyng og revling 37
2.2.3 Diversitet 37
2.2.4 Indikatorværdier 38
2.2.5 Ordination 39
2.3 Jordbund 40
2.4 Vegetationskartering 40
2.5 Tidsserieanalyse af luftfotos 40
2.6 Optælling af træer og buske 41
2.6.1 Tællemetode 1921-74 41
2.6.2 Områdemetoden 1995-96 42
2.6.3 Områdemetodens pålidelighed 43
2.6.4 Supplerende tællinger 1994-95 46
2.6.5 Databehandling af trætællingerne 47
3. Resultater og diskussion af floraundersøgelserne 48
3.1 Vegetationskartering 48
3.1.1 Vegetationsudviklingen fra 1922 - 1995 48
3.1.2 Dominerende vegetationstyper 54
3.1.3 Tilgroningstyper 55
3.1.4. Arealfordeling af vegetationstyper 56
3.1.5 Floristiske ændringer 57
3.2 Floraprøveflade 1 – 20 59
3.2.1 Prøveflade 1 og 2, effekten af tørveskrælning 61
3.2.2 Prøveflade 3 og 4, klokkelynghede 64
3.2.3 Prøveflade 5, hedemose domineret af pors 66
3.2.4 Prøveflade 6, 7 og 11, en græs-lyng gradient i gammelt vejområde 67
3.2.5 Prøveflade 8, 9 og 10, en græs-lyng gradient på tidligere sandflugtsareal 70
3.2.6 Prøveflade 12, uforstyrret hede 74

3.2.7 Prøveflade 13 og 14, effekt af dyrkning 75
3.2.8 Prøveflade 15 og 19, effekt af brand 77
3.2.9 Prøveflade 16 og 17. effekt af meget gammel dyrkning? 80
3.2.10 Prøveflade 18, Udviklingen i gammelt ekstensivt dyrkningsområde 82
3.2.11 Prøveflade 20, udvikling på intensivt dyrkningsområde efter gentagen brand 84
3.3 Antal arter og artsdiversitet 85
3.4 Økologiske indikatorer 88
3.5 Skader på revling og hedelyng i 1995-96 92
4. Successionsforløb på floraprøvefladerne – indre faktorer 94
4.1 Successionsforløb 94
4.1.1 Tetraedermodellen 94
4.1.2 Tetraedermodel – sammenligning med tidligere modeller 99
4.1.3 Blåtop og bølget bunke – et uafklaret problem 100
4.1.4. Begrænsninger i modellen 102
4.2 Successionens kritiske fase 102
4.2.1 Hedelyngs vækstfaser 103
4.2.2 Naturlig regeneration af hedelyng 103
4.2.3 Overgang til græshede 105
4.2.4 Revlinghede 108
4.2.5 Cyklisk succession og to-arts cyklus 109
4.2.6 Successionen på fugtig bund 110
4.3 Betydningen af lyngbladbillen 111
5. Succession på floraprøvefladerne – ydre faktorer 114
5.1 Atmosfærisk deposition med kvælstof 114
5.1.1 Kvælstofindeks og deposition 114
5.2 Brand som en vigtig økologisk faktor 116
5.3 Græsning 118
5.4 Tørveskrælning 119
6. Trætilgroning 120
6.1. Antal af træer og buske. 120
6.2 Tæthederne af træer og buske 120
6.3 Fordoblingstider 123
6.4 Forskydninger mellem træarterne 124
6.5 Tilgroningen udtrykt ved arealdækningen 124

6.6 Træ- og buskarter på heden 126

7. Succession og trætilgroning 140

7.1 Dominerende successionsforløb 140

7.1.1 Gradient fra bjergfyrhegn 140

7.1.2 Den blandede løvskov. 142

7.1.3 Succession efter forstyrrelser 143

7.1.4 Generelle successionsforløb 143

7.2 Tilgroning af heden 144

7.2.1 Tilgroningshastigheden 144

7.2.2 Sammenligning med andre successionsstudier 145

7.3 Faktorer af betydning for tilgroningen 146

7.3.1 Frøspredning fra omgivelserne 147

7.3.2 Afstand til frøkilde 147

7.3.3 Forstyrrelser. 148

7.3.4 Lævirkning 149

7.3.5 Vildtpåvirkning 149

7.3.6 Frøspredning ved mus og fugle 150

7.3.7 Jordbundsforhold 151

8. Konsekvenser for hedepleje 152

8.1 Hvor tit skal heder plejes? 152

8.2 Forskellige plejetiltag 152

8.2.1 Effekter af afbrænding 152

8.2.2 Tørveskrælning 153

8.2.3 Rydning af trævækst 153

9. Konklusion 154

9.1 Hovedkonklusionerne fra vegetationsundersøgelserne er: 154

9.2 Hovedresultaterne fra træindvandringsundersøgelserne er: 155

9.3 Værdien af langsigtede prøveflader 156

10. Litteraturliste 157

11. Bilag 171

Bilag 1. Floraliste 172

Bilag 2. Dækningsgrad. 182

Bilag 3. Frekvens 184

Bilag 4. Metodeafvigelser 1921 - 1996 **187**

B4.1 Registrering af floraen på de permanente floraprøveflader 187

B4.1.1 Fejl og uoverensstemmelser i datamaterialet 189

B4.1.2 Arter 191

B4.1.3 Overordnet vurdering af datapålideligheden. 195

B4.2 Trætællingerne 195

B4.2.1 Arter 196

Bilag 5. Metodekritik og anbefalinger **198**

B5.1 Floraundersøgelserne 198

B5.2 Optælling af træer og buske 199

B5.3 Hovedproblemer 200

B5.4 Anbefalinger 200

Bilag 6: Tilgængelige datafiler fra Nørholm Hede **201**

Bilag 7: Litteratur og materialer fra Nørholm Hede **202**

Former issues of Forest & Landscape Research **203**

RESUMÉ

Nørholm Hede ligger ca. 10 km NØ for Varde i Vestjylland. I 1890 ophørte græsningen stort set på Nørholm Hede og den 350 ha store hede har siden ligget urørt hen. I 1913 fik de daværende ejere heden fredet for at bevare heden »*i sin naturlige tilstand som et Billede af de store Hedeegne*«. På Nørholm Hede er successionen fra lynghede mod revlinghede, græshede og mod skov forløbet frit i ca. 100 år. Heden var så godt som træløs, da græsningen ophørte. Statens Forstlige Forsøgsvæsen (nu *Skov & Landskab*, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole), anlagde i 1921 et forsøg, der siden har fulgt vegetationsændringer og tilgroning på heden. Undersøgelser foretaget på Nørholm Hede omfatter:

1. Hedens vegetation er fulgt i 17 (siden 20) permanente floraprøveflader på hver 10 x 10 m. Prøvefladerne er analyseret 9 gange i perioden 1921-1996. Næsten alle floraprøverfladerne er placeret på den tørre dværgbuskhede med enkelte undtagelser.
2. Træindvandring er fulgt i 33 kvadratfelter med en idealstørrelse på 400 x 400 m. Felterne er undersøgt 9 gange i perioden 1921-1995.
3. Vegetationen på hele den 350 ha store hede er karteret i 1922 og i 1995.

Hovedresultaterne fra floraundersøgelserne er:
Successionen går fra hede domineret af hedelyng mod hede domineret af enten revling, blåtop eller bølget bunke. Successionsforløbet kan i grove træk beskrives ved en tetraedermodel, som integrerer successionen på egentlige heder og magre tidligere dyrkede jorde.

- Lavernes forekomst falder drastisk efter græsningens ophør.
- Hovedtendensen på den ikke tidligere dyrkede del af heden er en beskeden fremgang af græsser og en stor fremgang af revling.
- Naturlig regeneration af hedelyng kan ske i et cyklisk mønster. Det har overvejende betydning i ikke tidligere opdyrket hede.
- Jo mere intensivt jorden tidligere har været dyrket eller forstyrret, jo hurtigere går udviklingen, og jo større sandsynlighed er der for græsdominans.
- Tidligere forstyrrede eller dyrkede områder, som har ligget uopdyrket hen i århundreder bliver efter et revlingstadium domineret af blåtop.
- De senest opgivne dyrkningsområder udvikler efter et revlingstadium dominans af bølget bunke.

Resultaterne sammenholdt med andre nyere forsøg viser, at vegetationsændringerne ikke direkte kan relateres til kvælstofdeposition, som det ofte hævdes. Således viser hverken nedgangen i lavernes dækningsgrad eller den øgede græsdominans på Nørholm Hede en klar sammenhæng med stigningen i kvælstofnedfald. Successionsforløbene kan snarere forklares som følger af

en naturlig succession efter græsningens ophør. De forskellige udfald af den naturlige succession kan i høj grad relateres til tidligere arealanvendelse. Den øgede kvælstofdeposition har dog med meget stor sandsynlighed øget frekvensen af bladbilleangreb og været medvirkende til vegetationsændringer på næringsfattige heder i Vestjylland.

Hovedresultaterne fra træindvandringsundersøgelserne er:

- Trætilgroningen foregår omtrent eksponentielt med en fordoblingstid i antallet af træer på ca. 10 år.
- De hyppigste træarter er birk, bjergfyr, tørst og eg. Der er også mange røn, bævreasp og skovfyr.
- Bjergfyr er et pionértræ på de mest næringsfattige hedeområder, mens birk er det dominerende pionértræ i grusområder, på forstyrrede arealer og på tidligere dyrkede arealer.
- De hyppigste nåletræarter (bjergfyr, skovfyr og hvidgran) har ikke samme tilvækst i antal som de hyppigste løvtræer (birk og eg).
- Bjergfyr afløses med tiden af birk og eg.
- Indvandringen af eg forsinkes tilsyneladende stærkt af vildtgræsning, primært hare og rådyr.
- Eg spredes langt ind på området, hvilket sandsynligvis skyldes spredning af agern med skovskader.

En række af resultaterne kan direkte anvendes i den praktiske hedepleje.

- Tilgroning sker ved eksponentiel vækst. Derfor vokser omkostningerne til rydning stærkt ved at vente med rydning.
- Rydning af nåletræer skal foretages meget tidligt, fordi nåletræerne medvirker til spredning af løvtræarter (f.eks. birk og eg). Disse kan danne stødskud og er derfor på lang sigt sværere at bekæmpe.
- Sen rydning giver større forstyrrelser af jordbunden. Dermed skabes et egnet spiringssubstrat for en række pionértræarter – ikke mindst birk. Sen rydning vil derfor medvirke til fornyet indvandring af træer.
- Traditionelle hedeplejemetoder som slåning og afbrænding kan være problematiske, hvor der er mange birk i nærheden. Udover en foryngelse af lyngen kan plejen medføre en voldsom birkeopvækst.

ENGLISH SUMMARY

Nørholm Hede (Heath) is situated 10 km NE of the city of Varde in the south-western part of Jutland, Denmark. The soil is fluvioglacial sand covered by shifting sand in the eastern part. The western part of the heath was cultivated until 1820 and again in 1870. The heath was grazed by sheep and cattles until about 1890. Since then, the 350 ha. heathland has been left for free succession. In 1913, the owners initiated a conservation action for the heath to preserve »*it in it´s natural condition as the picture of wide heathland*«. The succession from heather dominated heath over crowberry heath or grass dominated heath towards forest has continued without human interference for about 100 years. Statens Forstlige Forsøgsvæsen (later Forest & Landscape, The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark), initiated an experiment in 1921 to study vegetation changes and forest succession on the heath. The research on Nørholm Hede includes:

1. Vegetation on the heath has been studied in 17 (later 20) permanent vegetation plots, each of 10 x 10 m. The ground vegetation has been analyzed 9 times from 1921 till 1996. Almost all the plots are placed on the drier dwarf shrub heath.
2. Immigration of trees has been registered in a permanent grid with 33 squares established in 1921. Each square is 400 x 400 m. The grid covers all 350 ha. of the heath and has been analysed 9 times between 1921 and 1996. Until 1974 individual trees were counted, whereas in 1995 numbers were based on representative subplots.
3. Vegetation maps have been produced covering all 350 ha. of the heath in 1922 and 1995.

The main results of the **vegetation analyses** are:
Succession develops from heather towards crowberry, purple moor-grass or wavy hair-grass dominated heath. The succession can roughly be described by a tetraed model, which integrates succession on „true“ heath and succession on nutrient poor formerly cultivated fields.

- Lichens have highly decreased their abundance after grazing stopped.
- The succession pattern on land, which has not been cultivated previously, only shows sparse increase in grass abundance but a larger increase in crowberry.
- Naturally regeneration of heather as cyclic succession may occur, mostly on land, which has not been cultivated previously.
- The intensity by which the old fields have been cultivated influence the speed of the succession and the likeliness that the land turns into grass dominated vegetation.

- Formerly disturbed or cultivated land, which has been untouched for centuries developed a crowberry stage followed by prevalence of purple moor-grass.
- The most recent abandoned cultivated land developed a crowberry stage followed by prevalence of wavy hair-grass.

The different outcome of the succession may to a large extent be related to former land-use. The results show no clear correlation between vegetation changes and the increase in atmospheric nitrogen deposition as experienced since 1950 as it is commonly suggested. The decrease in lichen abundance or the increase in grass abundance occur before the increase in N-deposition. The succession pattern may rather be a direct consequence of the lack of grazing and therefore be mainly explained by natural succession. Nevertheless, increased atmospheric N-deposition may be an important driver as it increases the frequency of heather beetle attacks and as such triggers the observed changes in species composition. This is the case on nutrient poor heathlands in the westernmost part of Denmark.

Forest succession.
When Nørholm Hede was left for free succession, there were almost no trees present. To the east, southeast and south the heath was surrounded by a dike, which was planted with mountain pine in 1890. The mountain pine can be found over most of the heath today.

The main results of the analyses of colonising trees are:
- The number of trees increases exponentially with a doubling time of approximately 10 years.
- The most common species (by number) are birch, mountain pine, alder buckthorn and oak. There are also numerous rowan, aspen and Scotch pine.
- Mountain pine is the pioneer tree on the most nutrient poor heath whereas birch dominates on gravel, disturbed areas and formerly cultivated fields.
- The most common coniferous species (mountain pine, Scotch pine, white spruce) have lower increase in numbers compared to the most common deciduous species (birch and oak).
- Immigration, especially of oak, to open areas is delayed as deer grazing increases.
- Birch and oak succeed after mountain pine as the pine trees protect the deciduous trees from grazers.
- Oak seeds are dispersed all over the heath probably due to dispersal of the acorn by jaybirds in contrast to e.g. mountain pine, which slowly moves from the edges towards the center.

Some **management guidelines** for heathlands may be extracted from the results.

- The colonization of trees occurs with a doubling time of 10 years. Late cutting of colonized trees is much more expensive than an early cutting.
- Early clearance of coniferous species is recommended as coniferous species favor immigration of deciduous species e.g. birch and oak, which may be more difficult to clear due to their ability to shoot from the stump.
- Late clearance of trees has greater impact on the soil. It creates suitable substrates for saplings of a number of pioneer trees – especially birch. Late clearance may therefore promote colonization of other trees.
- The traditionally management of heathlands by moving or burning of the vegetation is not sufficiently robust enough to deal with the increasing number of birch. Birch will sprout or the disturbance from the management will favor birch seedlings as well as heather.

1 SUCCESSSION PÅ NØRHOLM HEDE – BAGGRUND

På Nørholm Hede er udviklingen fra lynghede mod revlinghede, græshede og skov forløbet frit i ca. 100 år. Forløbet af successionen kendes over det meste af dette tidsrum gennem langtidsundersøgelser af 20 permanente floraprøveflader og analyser af træindvandringen i et kvadratnet lagt ud over heden. Der findes optegnelser fra 1904, en nøje beskrivelse af hedens plantesamfund i 1922 (Hansen, 1932) og egentlige successionsundersøgelser fra 1921 og fremefter (Oppermann & Bornebusch, 1930; Bornebusch, 1938, 1952; Løfting & Scheurer, 1963; Holmsgaard, 1986; Binding, 1997; Frandsen, 1997). Det er sandsynligvis den længste successionsserie fra heder i hele verden. Det lange tidsperspektiv og det store antal prøveflader gør Nørholm Hede til et undersøgelsesområde af international forskningsmæssig betydning.

1.1 Fredningen af Nørholm Hede

To personer har særlig betydning for fredningen af Nørholm hede, den daværende ejer af Nørholm Gods og Hede frk. Ingeborg Kristiane Rosenørn-Teilmann samt C. H. Bornebusch, som blev ansat ved Det Forstlige Forsøgsvæsen i 1921 og senere blev forstander i årene 1933-1951. Allerede tidligt i 1900-tallet havde Rosenørn-Teilmann bemærket, at heden skiftede karakter som følge af husdyrgræsningens ophør omkring 1890. Lyngdækket blev afløst af græs, og der begyndte at komme opvækst af træer på heden. Rosenørn-Teilmann korresponderede med C. H. Bornebusch om emnet i årene lige efter århundredeskiftet*. Det førte til, at Bornebusch besøgte Nørholm i 1904, hvor han bl.a. fotograferede dele af heden fra faste positioner.

I slutningen af 1800-tallet begyndte Rosenørn-Teilmann i stigende omfang at lade heden ligge ubenyttet hen. I 1913 iværksatte hun en fredning af heden, idet hun ønskede, at arealet skulle: »*bevares i sin naturlige Tilstand som et Billede af de store Hedeegne, der i tidligere Tid omgav Herresædet Nørholm. Den nævnte Hede maa saaledes hverken bebygges, opdyrkes til Ager eller omdannes til Skov; ejheller maa den benyttes til Kreaturgræsning eller lægges ud til Dyrehave; dens Jordsmon skal bevares uforandret med Undtagelse af den Grusgravning, til hvilken det offentlige Vejvæsen er berettiget, og Arealet maa ingensinde gennemskæres af private Vejanlæg eller andre Færdselslinier udover de til Avlsgaardens drift fornødne Markveje og Hedespor* «. Blev disse restriktioner overtrådt skulle: »*Paataleretten tilkomme Justitsministeriet efter Indstilling enten af Universitetets Professor ordinarius i Botanik eller fra Forstanderen for Statens Forstlige Forsøgsvæsen*«. Den fulde ordlyd af fredningsdeklarationen findes i Hansen (1932).

Siden heden blev fredet har den undergået store ændringer. Bjergfyr har

* Korrespondancen er tilgængelig i Landsarkivet i Viborg, breve i Nørholm Godsarkiv.

bredt sig fra digerne i syd og øst, hvilket har ført til, at Nørholm Hede ikke mere er et »*Billede af de store Hedeegne*«. I stedet fremstår heden i dag uhyre varieret. Der findes helt åbne græsdominerede områder, revlinghede under tilgroning, vådområder, tæt fyrrekrat og områder opad diget, hvor bjergfyrren dør, mens birk og eg vokser frem i stedet.

1.2 Det oprindelige forskningsformål

Det oprindelige forskningsformål var at undersøge »kampen mellem græs og lyng« og »kampen mellem skov og hede« (Oppermann & Bornebusch, 1930). På den tid var en stor del af de danske heder stadig ikke opdyrkede, og man var interesseret i at vurdere hedernes bonitet og egnethed til træplantning eller opdyrkning. Forekomst af skovurter viste, hvor der tidligere havde været krat, og man regnede med, at plantning af skov ville lykkedes på disse arealer. Desuden var man opmærksom på, at de græsdækkede områder havde en bedre bonitet (Oppermann & Bornebusch, 1930). Interessen for græssets fremvækst på bekostning af lyngen og interessen for den øvrige flora var derfor også et udtryk for en søgen efter viden om, hvor trævækst kunne klare sig i konkurrence med lyngen. I videnskabelige kredse diskuterede man, om heden eller skoven var den naturlige vegetation på hedesletterne. Problemstillingerne har ændret sig gennem årene, men kredser alligevel stadig om konkurrencen mellem græs og lyng og mellem skov og hede. I dag efterspørges mere viden om tilgroningen af heder for bedre at kunne holde de sidste hederester fri for træer. Ved skovrejsning er der krav om, at arealer lægges ud til fri succession. Der er derfor også et behov for at kunne vurdere de specielle værdier, det tilfører et areal. Successionsstudier på heder har således stadig mange praktiske anvendelsesområder.

Konkurrencen mellem græs og lyng har næppe været mere aktuel end netop nu, hvor det frygtes, at de resterende heder skal gro til med græsser som følge af det stigende nedfald af atmosfæriske kvælstofforbindelser. Depositionen af kvælstof fra luften er steget kraftigt i løbet af dette århundrede, særligt fra 1960'erne. Fra midt i 1980'erne blev det klart, at det var en ny trussel mod heden (Heil & Diemont, 1983; Brunsting & Heil, 1985; Berendse, 1985). Mange forskere, især hollandske, mener, at den stigende deposition af atmosfærisk kvælstof vil medføre en udvikling fra dværgbuskheder mod græsheder, og at den hastighed, hvormed udviklingen forløber, stiger med en øget deposition af kvælstof (Aerts, 1989a; Aerts & Berendse, 1988; Heil & Bobbink, 1993; de Smidt, 1995). Depositionen af kvælstof i Danmark er mindre end i Holland. Alligevel ser man her i landet mange af de samme vegetationsændringer på hederne. De seneste danske undersøgelser har understøttet, at kvælstof har betydning for vegetationsændringer på heden, men de har også vist, at nogle hedeområder kun påvirkes marginalt (Riis-Nielsen, 1997; Riis-Nielsen m.fl., 1998). De danske undersøgelser har peget på, at plejen af hederne også har stor

betydning. Langtidsundersøgelserne på Nørholm Hede giver en unik mulighed for at efterprøve nogle af hypoteserne omkring kvælstofs indflydelse på hedernes succession.

De tidligere undersøgelser af Nørholm Hede har været en inspiration for hedeforskere i Danmark. Böcher's (1941) undersøgelser på Randbøl Hede viser klart, at dyrkningshistorien er en af de vigtigste bestemmende faktorer for hedens succession. På basis af disse undersøgelser tager han fortolkningen af floraudviklingen på Nørholm Hede og dens forhold til tidligere dyrkning op i et polemisk afsnit. Siden tager andre emnet op og successionsforløbene nyfortolkes (Riis-Nielsen m.fl., 1991; Riis-Nielsen, 1997). Vigtigheden af tidligere dyrkning nødvendiggør et helt særligt fokus på dyrkningshistorien på Nørholm Hede.

1.3 Undersøgelserne videnskabelige betydning

Langtidsundersøgelser på permanente prøveflader giver den bedste beskrivelse af successionssammenhæng, da der er sammenhæng mellem tid og sted (Austin, 1981; Bakker m.fl., 1996). På verdensplan er der meget få længerevarende undersøgelser på permanente prøveflader (Glenn-Lewin m.fl., 1992). Ofte stopper undersøgelserne i længere perioder på grund af økonomiske begrænsninger eller fordi forskere, som andre mennesker, har en begrænset levetid (Bakker m.fl., 1996).

Selv om langtidsundersøgelser er at foretrække, bygger hovedparten af alle successionsundersøgelser i stedet på såkaldte kronoserier. I kronoserier undersøges forskellige områder som repræsentanter for forskellige successionstrin (f.eks. Barcley-Estrup & Gimingham, 1969; Barcley-Estrup, 1970; Leuschner m.fl., 1993; Rode m.fl., 1993; Rode & Schmitt, 1995; Rode, 1999b). Der kan være tale om en lynghede, en græshede eller en skov. Denne "space for time substitution" har en indbygget usikkerhed (Pickett, 1989; Glenn-Lewin m.fl., 1992), idet det forudsættes, at områderne har samme jordbundsforhold, mikroklima, forhistorie etc., hvilket ofte ikke er tilfældet og sjældent kan bevises (Glenn-Lewin m.fl., 1992). Sådanne undersøgelser er gode til overordnede beskrivelser, men de giver ikke som langtidsundersøgelserne nogen detaljeret forståelse af successionsforløbet (Pickett, 1989, 1991). Desuden vil man i kronoserier på forhånd skulle postulere et successionsforløb. Kronoserier bliver derved i nogen grad selvopfyldende og fører snarere til ringslutninger end til en kritisk revurdering af vegetationsudviklingen. Langtidsundersøgelsers er netop vigtige, da de udgør det skelet, kronoseriernes resultater kan hænges op på. Udover at have værdi i sig selv øger langtidsstudier således muligheden for at tolke kronoserier.

Der findes enkelte andre langtidsundersøgelser på Nordvesteuropæiske heder. På Randbøl Hede er successionen på eksperimentelt plejede permanente prøveflader forløbet i 60 år. Her er der foretaget kvantitative undersøgelser af

vegetationen ved starten i 1937, 1938, 1939 og siden i 1971, 1985 og 1995. Ind i mellem er der blevet taget noter om udviklingen (Böcher & Jørgensen, 1972; Degn, 1996). Et enkelt plot udlagt i klithede på Læsø er blevet fulgt i 1939, 1948 og 1984 (Böcher, 1952; Christensen, 1989). Desuden har Degn (1987, 2001) gennemført en årlig registrering af succession på en opgivet mark ved Karup siden 1976. De Smidt (1995) har i Holland årligt undersøgt successionen på urørt hede fra 1950'erne, altså i ca 50 år. Desuden er det hedeområde, hvis undersøgelse i 1947 gav anledning til Watt's teorier om cyklisk succession (Watt, 1947, 1955), blevet genundersøgt for nyligt (Marrs & Hicks, 1986). De fleste successionsundersøgelser følger dog kun udviklingen i ganske få år (bl.a. Berendse, Schmitz & de Visser, 1994; Aerts m.fl., 1990; Heil & Diemont, 1983).

Der er således ganske få undersøgelser, der har en bedre tidsopløsning end undersøgelserne på Nørholm Hede, men ingen anden langtidsundersøgelse har så langt tidsperspektiv og har så mange prøveflader, at de giver et lige så bredt indblik i forskellige hedetyper. Langtidsundersøgelserne på Nørholm Hede er således enestående i både et nationalt og internationalt perspektiv.

1.4 Formål

Formålet med successionsundersøgelserne på Nørholm hede har som nævnt vekslet gennem tiderne. Hovedformålet ved behandlingen af resultaterne fra den seneste undersøgelse er:

1) at udnytte den lange tidsserie til at få indblik i hedens succession og forudsætningerne for denne.
2) at fortolke resultaterne i lyset af den nyeste hedeforskning.

Disse overordnede formål kan opdeles i følgende punkter:

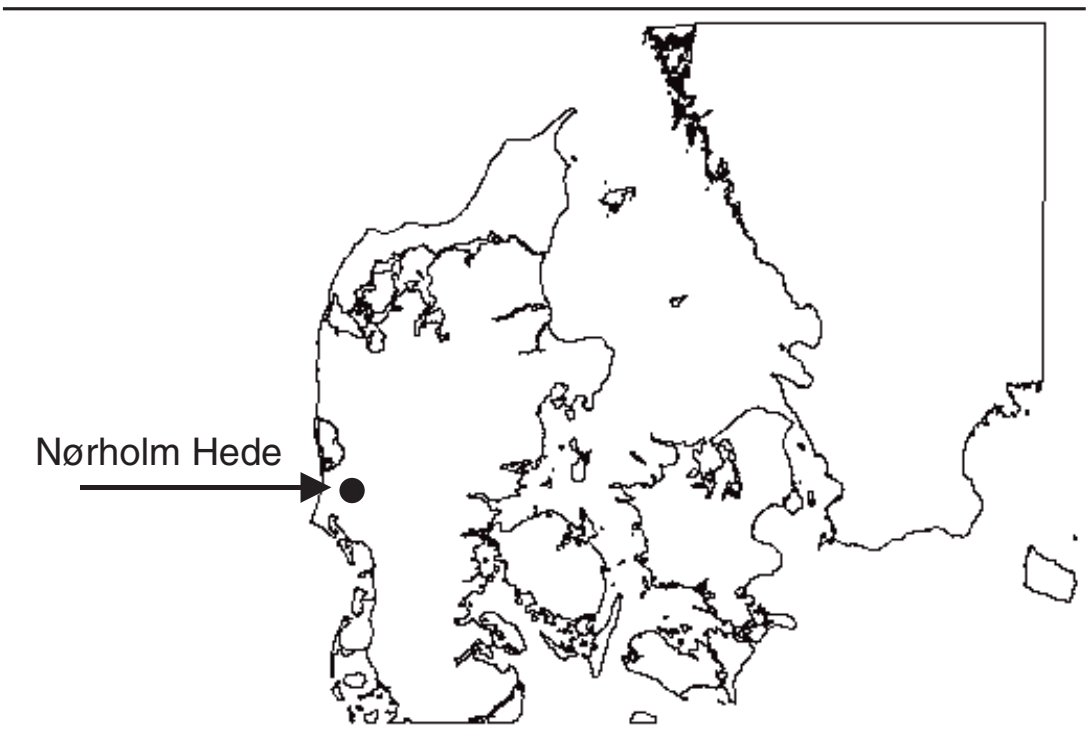
a) At beskrive den floristiske udvikling på Nørholm Hede med henblik på at:
   - Opdele successionen i karakteristiske typer.
   - Fortolke successionsmønstre i forhold til ny viden om hedens succession med hensyn til dyrkningshistorien, forstyrrelser, kvælstofdeposition og hedeplanternes autøkologi.

b) At beskrive træindvandringen på heden med henblik på at:
   - Beskrive typer af successionsforløb
   - Estimere tilgroningshastigheden.
   - Bedømme de væsentligste økologiske forudsætninger for trætilgroningens hastighed og artssammensætning. Herunder at bedømme betydningen af forstyrrelser som brand og sødannelse.

1.5 Lokalitetsbeskrivelse

1.5.1 Beliggenhed

Nørholm Hede ligger i det sydvestlige Jylland, ca. 10 km NØ for Varde (Fig. 1.1) (UTM 32V 475.219E, 617.1230N (svarende til omtrent 8° 37' E, 55° 41' N)). Heden hører under Nørholm Gods og ejes af Karl og Martha Nielsen. Den ligger i Torstrup Sogn i Varde kommune og hører under Ribe amt. Heden omfatter ca. 350 ha.



Figur 1.1. Nørholm Hede ligger ca 10 km NØ for Varde i Vestjylland.

1.5.2 Landskab og jordbund.

Nørholm Hede ligger på en udløber af Sønder Omme Hedeslette mellem Aadum Varde Bakkeø mod nordøst og Hegnsvig-Hjertinge Bakkeø mod syd. Den afgrænses mod nord og vest af enge og skrænter ned mod Varde Ådal, og mod syd og øst af et jorddige. Langs nordkanten, hvor ådalens skrænter er højest, skærer enkelte dale sig ind i heden. Afstanden til åen har betydning for hydrologien af de mange moser på heden. Vandstandsfluktuationer i lavninger på hedefladen er større nær åen (Hansen, 1932). Hedefladen er ret flad og svagt hældende mod sydvest. Højden over havet er 15-20 m.

I den centrale- og østlige del brydes hedefladen af klitter bestående af flyvesand (Jessen, 1922; Oppermann & Bornebusch, 1930), og i hedens nordvestlige hjørne strækker der sig en grusbanke på ca. 400 meter i nordøstlig-sydvestlig retning. Dette område er en afblæsningsflade, hvor der tidligere har

været kraftig sandflugt. Hansen (1932) anslår, at områdets nuværende udformning opstod kort efter sidste istid, men i lyset af de nyeste forskningsresultater kan man stille spørgsmålstegn ved dette (Dalsgaard m.fl., 2000). Der er sandsynligvis tale om yngre dannelser.

I åskrænten mod nordvest findes et lagdelt, kalkrigt lerlag, hvis aflejringstidspunkt man har henført til næstsidste interglacialtid (Hansen, 1932). For en mere uddybende beskrivelse af området henvises til Hansen (1932) og Jessen (1922).

1.5.3 Klima

Området ligger i den vestlige tempererede zone, som er karakteriseret ved regnfulde milde vintre og relativt kølige somre. Nedbørs- og temperatur normaler for perioden 1961-1990 ses i tabel 1.1.

Tabel 1.1. Nedbørs- og temperaturmålinger 1961-1990 for 20x20 km cellen med centrum UTM 32V 470.000E 617.0000N (Scharling, 2000).

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År
Nedbør	67	44	54	45	51	59	66	82	93	103	104	85	852
Temperatur	0,2	0,2	2,4	6,0	10,9	14,1	15,3	15,4	12,6	9,1	4,8	2,0	7,7

Tabel 1.2. Nedbørs- og temperaturmålinger fra nærmeste målestation 1873-1996 (Frandsen 1997). Nærmeste målestation har vekslet gennem årene.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År
Nedbør	60	43	44	41	43	53	70	89	88	93	82	72	778
Temperatur	0,3	0,2	2,1	5,9	10,6	14,0	15,7	15,3	12,3	8,4	4,4	1,7	7,6

Den gennemsnitlige årsnedbør har i perioden 1873-1996 været 778 mm med maksimum i efterår/vinter (tabel 1.2). Klimaet i 1961-1990 afviger fra den forrige klimaperiode ved en højere nedbør. I Nørholm Hede området ligger den generelle forøgelse af nedbøren på ca. 10 %. Der er primært tale om en forøgelse af nedbøren i foråret (Frich m.fl., 1997).

Den årlige gennemsnitstemperatur i perioden 1873-1996 har været 7.6 °C med en sommermånedsmiddel på 14.9 °C og en vintermånedsmiddel på 1.1 °C, hvilket svarer til klimaet i 1961-1990. Maksimal sommermånedsmiddel i perioden var 20.1 °C, og mindste vintermånedsmiddel var i samme periode -7.2 °C. Disse klimadata er baseret på månedsvise data fra Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) fra den nærmeste station. Stationerne har vekslet lidt. (For yderligere oplysninger se Frandsen 1997).

1.6 Historisk overblik

Det er vigtigt at kende et områdes forhistorie, når man skal vurdere successionsmønstrene i området. Nørholm Hede støder op til en å med engarealer og har i årtusinder været et attraktivt område for mennesker. Der er således talrige spor efter kulturpåvirkning på Nørholm Hede. Den ældste historie vil blive beskrevet meget overfladisk.

1.6.1 Ældre historie indtil år 1000 e.Kr.

Det nærmeste regionale pollendiagram stammer fra Filsø, ca. 20 km vest for Nørholm. I diagrammet dateres hedens ekspansion til middel - sen subboreal tid. Det svarer til tiden fra ca. 1950 f.Kr. til 1000 f.Kr., altså i bronzealderen (Odgaard, 1994 cit. Jonassen, 1950). Generelt gælder, at jo længere man kommer fra kysten, jo senere er skoven forsvundet (Odgaard, 1994), men lokale mønstre kan naturligvis have en afgørende betydning.

Der er ikke egentlige pollenanalytiske beviser for, hvornår hedeudviklingen startede omkring Nørholm, men man må formode, at heden har bredt sig allerede i bronzealderen og senest i jernalderen. Dog må man regne med, at skoven ved Nørholm i modsætning til mange egekrat har været ret permanent trædækket. Det tyder skovens rigelige forekomst af skovurter som anemone på (Bornebusch, 1923).

Gravfund i området fra Esbjerg op mod Ringkøbing Fjord, incl. Torstrup Sogn tyder på, at bronzealderens befolkningstæthed har været større her end på de omgivende arealer. Omkring Filsø er befolkningstætheden meget lav (Hedeager & Kristensen, 1988). Pollendiagrammerne fra Filsø afspejler derfor ikke nødvendigvis udviklingen i Torstrup Sogn. Fra Torstrup sogn kendes ca. 100 gravhøje. 10 af dem findes på Nørholm Hede. Oldtidshøjene viser, at menneskets indflydelse i denne egn er af gammel dato. Højene har været beregnet på at kunne ses, hvilket indikerer at arealet i det mindste periodevist har været åbent.

I egnen omkring Varde kendes kun få bopladser fra Jernalderen, men der er en undtagelse. Danmarks største kendte landsby fra 200-0 f.Kr. lå ved Hodde, kun ca. 1,5 km NØ for Nørholm Hede. I perioden 100-200 e.Kr. kendes en landsby ved Hesselagergård et par km østligere. Da landsbyen ved Hodde havde den største udstrækning bestod den af 27 gårde hver med 2-3 bygninger. En af gårdene var en egentlig storgård. Landsbyen havde et meget stort kvæghold - fra 10 til 30 stk. pr. gård (Hedeager & Kristensen, 1988). En sådan koncentration af mennesker og kvæg kan ikke undgå at have sat sig markante spor i omgivelserne.

1.6.2 Jernudvinding

Egnen har også været et nationalt hovedsæde for jernudvinding i perioden ca.

50 - 680 e.Kr. I nabosognet Tirstrup er der således fundet en mængde slagger fra jernudvinding i kirkediget (Nielsen m. fl., 1965), samt landets foreløbigt største koncentration af jernovne (Voss, 1993). Jernudvindingen i denne egn kan have været en vigtig direkte og indirekte forudsætning for, at skovene er fældet og heden har bredt sig.

1.6.3 Hede og agerbrug - år 1000 til ca. 1900

Hedens storhedstid i Jylland går fra omkring år 1000 og frem til 1900, hvor heden indgår som en del af landbruget. Det er fra denne tid, de mest markante spor af menneskelig aktivitet på heden stammer. Man regner med, at det fremherskende landbrug i hedeegnene i hele perioden har været en permanent dyrkning af agrene med rug som hovedafgrøde og med lange hvileperioder, hvor agrene har været brugt som græsningsarealer.

Agerbruget var et koncentrationsbrug, hvor dyrkningen på indmarken (agrene) var afhængig af tilførsel af næringsstoffer fra engen og udmarken (heden), som var arealerne længst væk fra gårdene og derfor for besværlige at opdyrke (Gormsen, 1998). Engene var basis for landbruget, idet høhøst og kvægets græsning i engene var forudsætning for produktionen af møg til gødskning. Landbruget eksporterede især stude, ikke mindst fordi de var selvbevægelige. De dårlige transportforhold gjorde salg af korn besværligt.

Det traditionelle hedebrug fjernede store mængder næringsstoffer fra heden, hvilket var en væsentlig faktor for opretholdelsen af den. Næringsstoffer fra heden blev samlet som gødning fra de dyr, der græssede på heden og ved slåning af lyng til bl.a. vinterfoder og tækkemateriale samt ved tørveskrælning. Hedetørv blev brugt som brændsel og til at blande i møddingerne. Hedetørv og møg blev blandet i møddingsstakke, som regel i forholdet 1:1, og siden brugt som gødning. (Begtrup, 1808-12; Dalgas, 1830; Brinck-Seidelin, 1828). Det er usikkert, hvornår brugen af denne blandingsgødning startede i Danmark. De første skriftlige kilder daterer sig tilbage til 1500-tallet, men man regner med, at skikken kan være meget ældre og stamme fra Tyskland omkring år 1100 (Stoklund, 1986). En almindelig gård kunne udbringe 400 læs (over 100 t blandingsgødning) om året (Gormsen, 1998). Blandingsgødningen tilførte så meget sand og humus, at jordbunden langsomt hævede sig. Denne dannelse kaldes »plaggen«, hvis horisonten er mere end 50 cm tyk (Buol m.fl., 1997; Heil & Aerts, 1993a).

På en almindelig dansk hedegård kunne man gødske en enkelt gang i en ofte 9-årig omdrift. Tilførslen af sand og jord var mindre og horisonten blev derfor ikke så tyk, at man kunne tale om en ægte plaggenjord, men mekanismen er den sammen og man kan tydeligt se, at tykkelsen er langt større end pløjedybden. På Nørholm var den sædvanlige drift omkring år 1800 således 6 års drift og 6 års hvile. I denne omdrift blev der gødsket to gange, første gang normalt, anden gang let. Denne type brug, hvor hegn ikke anvendes, og græs-

ning på de hvilende agre på sin vis er den vigtigste afgrøde, kaldes i øvrigt græsmarkssystemet og er karakteristisk for Vest, Midt- og Nordjylland (Frandsen, 1983).

De enkelte agre i dyrkningssystemet lå som ca. 400 m lange og 12 m brede bånd. Det var praktisk, når man brugte en hjulplov, som ikke var let at vende. Pløjningen foregik, så jorden blev vendt ind mod agerens midte. Denne pløjeform stammer helt tilbage fra den tidlige middelalder og blev videreført et stykke ind i 1800-tallet, og skabte de såkaldte højryggede agre. På ryggen havde man afgrøder, og i agerrenerne kunne overskydende vand løbe væk. Højryggede agre på sandede jorde er generelt bredere end dem på lerede jorde, da dræningsbehovet på sandede jorde er mindre (Lerche, 1994). Man kan også tænke sig, at man ved at lave en fugtighedsgradient altid var sikker på at få en afgrøde uanset nedbøren. På den måde fik man måske en større dyrkningssikkerhed, men måtte nøjes med en lavere høst i klimatisk optimale år.

Endvidere blev hederne brugt til græsning for ungkvæg og får (Højrup, 1980; Riis-Nielsen m. fl., 1991; Riis-Nielsen, 1992). Med hensyn til næringsstoffer var tørveskrælningen den vigtigste anvendelse, idet den stod for omkring 80% af kvælstoffraførslen fra heden (Riis-Nielsen, 1992). Hedeafbrænding for at skaffe ung lyng til dyrenes græsning synes ikke at have været almindeligt anvendt i de sidste par århundreder af denne periode, men har givet været et dominerende træk ved hedebruget i ældre tid (Odgaard 1994; Riis-Nielsen m. fl., 1991; Riis-Nielsen, 1992).

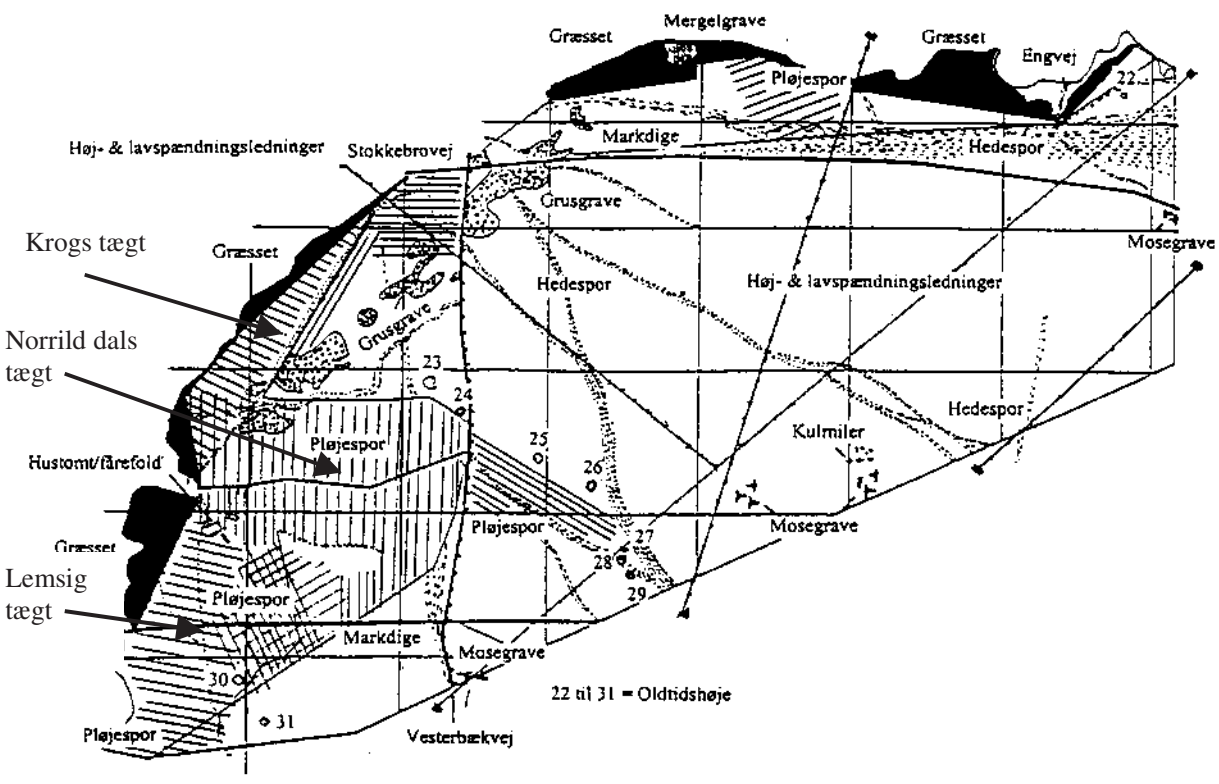
I Middelalderen (perioden ca. 950-1536) og frem til sidst i 1700-tallet, blev jorden drevet i et landsbyfællesskab, med mindre der var tale om enkeltgårde, og godserne blev drevet ved hoveri. Nørholm var i øvrigt en af de sidste hovedgårde i Ribe Amt, som stadig blev drevet ved hoveri i starten af 1800 tallet (Begtrup, 1808-12). Afviklingen af hedebruget sker etapevis med fællesskabets ophævelse i slutningen af 1700-tallet. Udskiftning og hedens opdyrkning tager fart fra 1860-erne. Gradvist aftager hedens betydning for landbruget og omkring år 1900 er der kun få rester af det oprindelige brugsmønster tilbage. Successionsstudierne på Nørholm Heden starter således meget kort tid efter, at den traditionelle anvendelse af heden som del af landbrugsdriften ophører.

1.7 Tidligere arealanvendelse

Nørholm Hede i dag er kun en rest af de tidligere meget større hedearealer, der hørte til Nørholm Gods. Omkring 1/3 af heden var under opdyrkning. Den resterende del af heden bærer præg af mange andre arealanvendelser. Nørholm Gods var en hovedgård, som tilhørte adelen. Den havde gennem lange tider særlige privilegier, som f. eks. at sælge stude. Hovedgårdene opkøbte stude hos bønderne, som de opstaldede og opfedede vinteren over, inden de blev solgt til videre opfedning på marsken i Tyskland. Heder under et stort gods

havde derfor ofte mere kvæg end får, hvilket betød en større tilførsel af næringsstoffer. Ejerne tilhørte den veluddannede adel og kunne præge driften markant. I slutningen af 1700 tallet var den daværende ejer af Nørholm, A. C. Teilmann særdeles driftig og indførte nye idéer og fremmede afgrøder. Han var en af hovedmændene bag den omfattende mergling på egnen. Desuden indførte han en række træarter og tatarisk boghvede og var foregangsmand indenfor hegning (Begtrup, 1808-12; Teilmann, 1775). Flere af hans initiativer har sat sig markante spor på Nørholm Hede.

På selve Nørholm Hede har Skov & Naturstyrelsens kulturhistoriske kontor registreret i alt 10 oldtidshøje. Af nyere kulturspor findes tegn på tidligere dyrkning, kørespor, jorddiger, »ar« efter grusgravning, mergelgrave og spor efter tørvegravning og kulmiler (Figur 1.2). Mellem Lemsig tægt* og Norrild Dals tægt findes spor efter en bebyggelse med tilhørende fåresti eller kålgård. For vegetationsudviklingen og trætilgroningen er dyrkningsspor og grusgravning af særlig betydning. For en nøje gennemgang af kultursporene henvises til Frandsen (1997).



Figur 1.2. Kulturspor på Nørholm Hede. På kortet er gravhøjene nummereret. Hedespor er områder på heden med tydelige kørespor.

* I nogle egne var byens jorde delt i tægter, som bestod af agre svarende til en rotation

1.7.1 Dyrkninger

De dyrkninger på Nørholm Hede, der vises på figur 1.2, er identificeret udfra en række kilder, se Frandsen (1997):

a) Matrikelkort
b) Kort fra Nørholm Godsarkiv
c) Topografiske kort
d) Flyfotos
e) Terræniagttagelser over dyrkningsspor, furer i terrænnet (Hansen, 1932; Binding, 1997; Frandsen, 1997)
f) Jordprofiler (Per Nørnberg, pers medd.; Binding, 1997; Frandsen, 1997)
g) Vegetation. Forekomst af sandstar eller andre plantearter tilknyttet omrodet jord. Grænser mellem vegetationstyper som er skarpe, ofte lineære og uafhængige af terrænnet.

Hvis vegetationsforskelle har været eneste grund til at antage en tidligere dyrkning, er arealet ikke tegnet med på kortet, fordi fortolkning af successionen ud fra en antagelse af tidligere dyrkning er en ringslutning, hvis den alene hviler på en vegetationsbedømmelse.

1.7.2 Udbredelsen af de tidligere dyrkninger

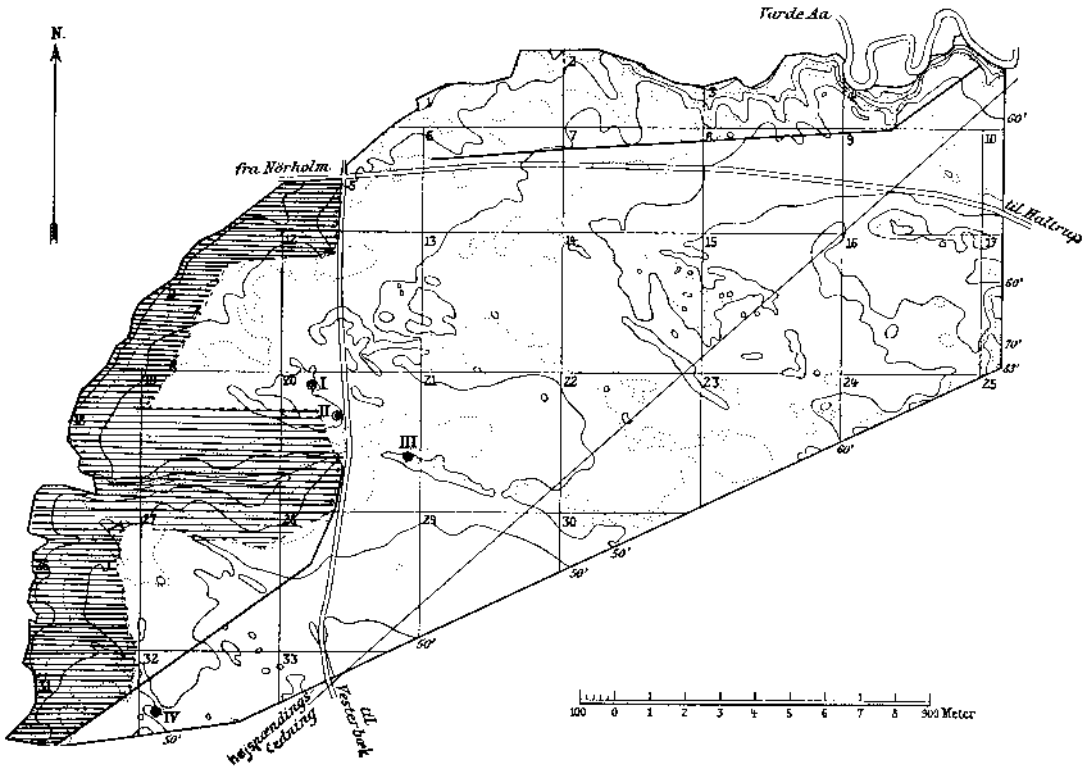
De tidligere dyrkningsområder på Nørholm Hede kan opdeles i tre typer:

1. Områder under tidligere langvarig opdyrkning, som genopdyrkes i 1770'erne og 1870'erne (Figur 1.3). Det er det centrale dyrkningsområde.
2. Områder under tidligere langvarig opdyrkning, som ikke genopdyrkes i de seneste århundreder
3. Områder, der kun kortvarigt og sporadisk har været under opdyrkning.

De dyrkningsarealer, der i dag fremstår tydeligst er de dyrkningsarealer, der blev genopdyrket i 1770'erne frem til 1820 og igen i 1870'erne (Oppermann & Bornebusch, 1930). De er i teksten henvist til som det centrale dyrkningsområde (Fig. 1.3). De ligger som højryggede agre vest for diget. På to kort fra 1887 kan man genfinde hver enkelt højryggede ager (se Frandsen, 1997).

Selv om disse arealer har været dyrket i en lang periode har de været af ret ringe bonitet efter datidens skala (3 - 4½) ved matrikuleringen i 1844. Skalaen er lineær og går fra 0 til 24, hvor de bedste indmarker i hedeegne plejer at have en bonitet omkring 12 (Riis-Nielsen, 1992; Frandsen, 1997). Til sammenligning er arealer med lyngsignatur boniteret til 1/8. Godset havde marker af en god bonitet på den anden side af åen, men den type findes ikke på det fredede areal. Den lave bonitet er typisk for de gamle indmarker, der ligger tættest på heden, og derfor har modtaget mindst og ringest gødning. Lavere boniteter for agre ses i 1844 matrikuleringen kun for nyopdyrket hedejord (Riis-Nielsen, 1992). Der har således været tale om tidligere indmarker af ringeste kvalitet,

som siden er blevet marginale. De har i de seneste århundreder ikke været dyrket konstant, men ser ud til at have været en buffer, der er blevet opdyrket i bedre tider eller af særligt driftige ejere. I lange tidsrum har de ligget urørte.



Figur 1.3. Det centrale dyrkningsområde på heden (skraveret). Området har tydeligt markerede højryggede agre og var senest under genopdyrkning i 1870'erne.

Områder under tidligere langvarig opdyrkning, som ikke er blevet genopdyrket i de seneste århundreder, ses øst for diget. Her findes der højryggede agre gående i retningen NV til SØ i området SV for høj nummer 25 (figur 1.2). Set fra højen er den urørte hede mod nordøst karakteriseret ved en klar vegetationszonering, der følger fugtighedsforholdene, mens området med de højryggede agre er karakteriseret ved en meget blandet vegetation af blåtop og revling, som kun i ringe grad fordeler sig efter områdets konturer.

Længere sydpå fra højen forsvinder den tydelige markering af den højryggede agerstruktur, mens det blandede vegetationsbillede bevares i et større område med firkantet omrids, som allerede er blevet beskrevet af Bornebusch (1930) og Hansen (1932). Det kan også erkendes på luftfotos (bl.a. Matrikelstyrelsens ortofotos fra 1999). Det er vist som et blåtoprigt område på kortet over vegetationskarteringen (se senere, fig. 3.22). I dette område tyder vegetationen på, at området har været dyrket, men hverken terrænstrukturer eller jordprofiler kan støtte denne antagelse. Ifølge Böcher (1941) er blåtop

karakteristisk for områder, hvor dyrkning har været opgivet for flere århundreder siden. Men der mangler dog en grundig udredning af dette spørgsmål.

Områder, der kun kortvarigt og sporadisk har været under opdyrkning ses især vest for diget på arealerne udenfor det centrale dyrkningsområde. De er svære at erkende i terrænet , men kan findes ved studier af ældre kort og nyere luftfoto. På matrikelkortet (Kort- og Matrikelstyrelsen, original 1*) er dyknings-området udvidet med små arealer umiddelbart nord og sydvest for vejkrydset Stokkebrovej og Vesterbækvej. Ophørstidspunktet for disse dyrkninger er uvis. På luftfotos og i terrænet kan der endvidere erkendes pløjespor på et areal nord for diget langs Stokkebrovej.

I udkantsområderne omkring de højryggede agre findes en række yngre opdyrkninger. Således er der dyrkningsspor i trekantsområdet mellem Norrild Dals tægt og Lemsig tægt. For det trapezformede areal vest for Krogs tægt findes der kort, der viser dyrkning, mens man ikke kan se spor i landskabet. Måske er det bare en planlagt, men aldrig gennemført opdyrkning fra sidst i 1700-tallet.

1.7.3 Kørespor

På heden er der mange spor fra kørsel. Køresporene ses især i hedens nordlige og sydøstlige del. De er opstået ved kørsel med hestevogne og oksekærrer. Næsten alle sporene fører op mod T-krydset mellem Stokkebrovej og Vesterbækvej. Det bredeste bælte ligger mod nord mellem den nuværende Stokkebrovej og diget. Nogle hjulspor går under diget og stammer tydeligvis fra før diget blev rejst i begyndelsen af 1770'erne.

1.7.4 Jorddiger

I hedens vestlige og nordlige del ses nogle store jorddiger et stykke inde på heden. Digerne blev opført i begyndelsen af 1770'erne af A. C. Teilmann. De blev opført, for at hindre dyrene i at strejfe ind over agrene i perioder, hvor de bar afgrøder, og modsat sørge for at holde dyrene på agrene, når disse var udlagt til græsning. På den måde kunne man holde dyrenes ekskrementer på græsområdet og derved spare gødning. Digernes kanter er opbygget af græstørv. Lige udenfor diget er der gravet en grøft og sandet er brugt som fyld i diget. På toppen af diget blev der plantet tornede buske (Teilmann, 1775). I 1890'erne opførte man et dige langs hedens øst- og sydgrænse for at holde dyrene væk fra heden. Diget blev tilplantet med bjergfyr.

1.7.5 Grusgravning

I hedens nordlige del strækker sig en grusbanke. Terrænet er her fyldt med større og mindre huller efter grusgravning. Det er uvist, hvornår gravningen af grus startede i området, men den stoppede først i 1960'erne. Vejvæsenets grus-

*Original 1 er de første godkendte matrikelkort anvendt ved matrikuleringen i 1844

gravning til vedligeholdelse af veje er tilladt ifølge fredningsdeklarationen.

1.7.6 Mergelgravning

Der er gravet mergel i et mindre område ved skrænten i den nordlige del af heden i ådalen nordøst for T-krydset. Så vidt det kan skønnes, er det det eneste sted, hvor mergel kommer op til overfladen. (Oppermann & Bornebusch, 1930; Hansen, 1932). Arealet er i dag kvæggræsset.

1.7.7 Udnyttelse af tørv

Nogle af moserne har været brugt til tørvegravning før driften blev opgivet. Det gælder således Hjel Mose og Harild Mose langs hedens sydøstlige grænse. Andre moser har primært været brugt til græsning. For yderligere oplysninger henvises til Frandsen (1997).

Store hedearealer har været tørveskrællet og kun i enkelte tilfælde findes der præcise angivelser af, hvor en specifik tørveskrælning har været foretaget. Kørselsafstanden betød meget, når man havde skrællet tørv. Derfor ligger tørveskrælningsarealer ofte så tæt som muligt på agerarealerne og på bebyggelserne. Disse arealer blev normalt skrællet igen, så snart morlaget var gendannet. Man må regne med at store dele af Nørholm Hede har været tørveskrællet, og at hyppigheden har været størst på de mest tilgængelige arealer. Udover den almindelige brug af heden har der på Nørholmegnen været et ekstraordinært behov for lyng og tørv til pottebrænding. Omkring år 1800 var området et af hovedsæderne for en stor jydepotteindustri (Begtrup, 1808-12; Nielsen m. fl., 1965 cit. Sehested, 1878 og Jensen, 1924). Efter fredningen er enkelte mindre pletter på heden blevet tørveskrællet.

1.7.8 Græsning

På Nørholm Gods var der i 1890 godt 100 stykker kvæg og 200-300 får, og fra naboejendommene blev det anslået, at der i alt kom et par hundrede stykker kvæg og 500 får ind over heden (Oppermann & Bornebusch, 1930). Nørholm Hede er som nævnt ca. 350 ha, og selvom dyrene kun lejlighedsvis græssede på heden, må græsningstrykket i perioder have været relativt højt.

I tiden op til 1890-95, hvor heden blev indhegnet med et dige beplantet med bjergfyr, strejfede naboernes husdyr ofte ind over heden til godsets egne dyr, navnlig om foråret og efteråret, hvor de gik uden vogtere. Efter indhegningen i 1890'erne lå heden stort set hen uden husdyrgræsning, bortset fra 25 får, som indtil 1940'erne jævnligt græssede hedens vestlige del, hvor de slap ind fra engen (Bornebusch, 1952).

1.7.9 Vildtgræsning

Der er ingen ældre optegnelser over vildtgræsning på Nørholm Hede. Sandsynligvis har det primært været harer, som græssede der. Urfuglene, som sidst

blev set i 1949 (Bornebusch, 1952) har også nippet noget lyng. Derimod har rådyr ikke græsset heden i århundrederne før fredningen. Rådyrene var udryddet i Vestjylland.

1.8 Forstyrrelser efter fredningen

I tiden efter fredningen har man registreret en række forstyrrelser, som har haft indflydelse på successionen på Nørholm Hede. Det drejer sig bl.a. om en temporær sødannelse, diverse brande, lyngbladbilleangreb og græsning fra husdyr og vildt.

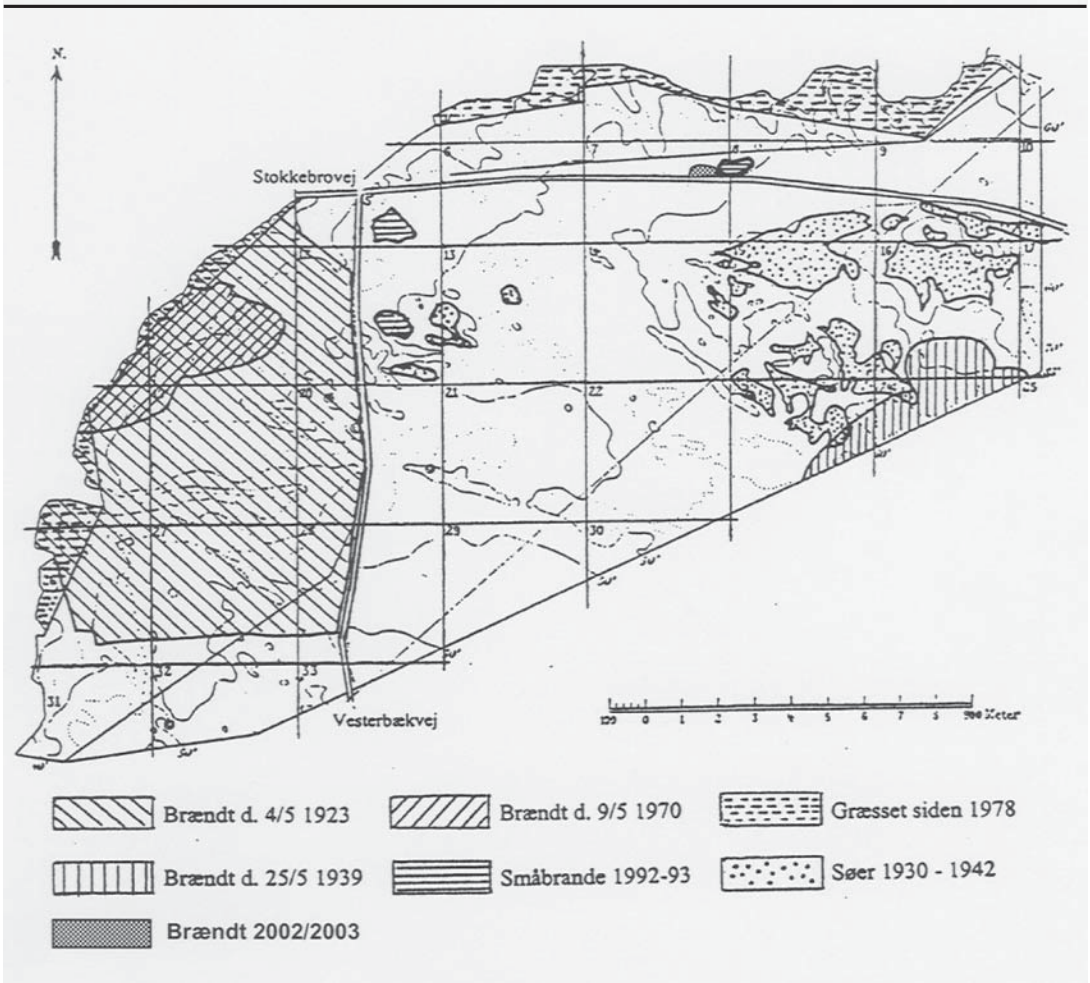
1.8.1 Sødannelser

Ved undersøgelsernes begyndelse i 1921, fandtes der ikke områder med åbent vand på Nørholm Hede. Der var en række hedemoser, specielt i den østlige del, men disse havde højst åbent vand om vinteren og foråret (Hansen, 1932; Bornebusch, 1952). I hedens østlige del indenfor kvadratfelterne 8, 9, 15, 16 og 23 i kvadratnettet, opstod i slutningen af 1920'erne en del lavvandede søer med et samlet areal på ca. 20 ha (Fig. 1.4). Bornebusch (1952) formoder, at søerne blev dannet efter nogle nedbørsrige år, hvor al-laget forhindrede vandet i at trænge bort, og at årsagen til deres forsvinden i starten af 1940'erne var en årrække med meget kolde vintre, hvor frosten fik al-laget til at sprække, hvorefter vandet kunne sive bort.

Det er svært at udtale sig om grunden til søernes opståen. Både Bornebusch (1952) og Frandsen (1997) har undersøgt nedbørsforholdene. Det fremgår, at nedbørsmængden i flere perioder har været ligeså rigelig som i perioden 1923-27, uden at der er opstået søer. Det må derfor antages, at jordbundsforholdene var afgørende, og at Bornebusch (1952) havde ret i sin formodning om al-lagets betydning.

1.8.2 Brande

I nyere tid har der været en række utilsigtede forårs- og sommerbrande (Fig. 1.4). Branden i 1923 i den vestlige del af heden var den største (Oppermann & Bornebusch, 1930). I 1939 opstod der en mindre brand i den sydøstlige del af heden. Man brugte vandet fra de opståede søer til at slukke ilden med (Bornebusch, 1952). Branden i 1970, atter i den vestlige del, var også relativ lille, og siden 1970 har der kun været småbrande. I starten af 1990'erne brændte området sydøst for vejkrydset i kvadratfelt 5, området øst for Vesterbækvej i kvadratfelt 12 og området lige nord for Stokkebrovej på grænsen mellem kvadratfelt 7 og 8. Den seneste brand var i 2002 eller tidligt i 2003, hvor et område 0-30 m nord for Stokkebrovej og 0-50 m øst for elmasten brændte. Ingen af de permanente floraprøveflader blev direkte berørt af disse mindre brande. Sporene efter samtlige brande, på nær branden i 1923, kan identificeres på luftfotos (Frandsen, 1997).



Figur 1.4. Andre forstyrrelser på Nørholm Hede siden fredningen. Kortet viser registrerede brande, sødannelser i perioden 1932-42, samt arealer græsset siden 1978 på Nørholm Hede. Heden er inddelt i et kvadratnet á 400 x 400 m kvadratfelter, som benyttes ved trætællingerne. Kvadratfelternes numre står i øverste venstre hjørne.

1.8.3 Lyngbladbilleangreb

På Nørholm Hede har der været masseangreb af lyngbladbillen (*Lochmaea suturalis,* Thomson) i 1927-28 (Nielsen, 1986) og i 1995-96 (Binding, 1997) samt år 2000 (Riis-Nielsen obs.). Ved undersøgelsen i 1949 var hedelyng gået tilbage på flere prøveflader, hvilket også kan skyldes angreb af bladbillen.

1.8.4 Omdannelse til græsningsareal

Langs nord- og vestgrænsen af heden, er hegnet både i nord og vest blevet rettet ud, således at en mindre del (ca. 15 ha) af det fredede areal nu bliver græsset intensivt. I vest er det græssede område blevet gødsket indtil omkring 1987, mens den nordlige del ikke er gødsket, da kørsel er vanskelig pga. de høje skrænter ned mod Varde Å (Karl Nielsen, pers. kom.). I det mindste en af hegnsudretningerne i hedens nordlige del skete i midten af 1970'erne. I 1978

blev den accepteret af den daværende forstander for Statens Forstlige Forsøgsvæsen (nu *Skov & Landskab*) Erik Holmsgaard (1978) under hensyntagen til, at det lettede græsningen af engene (*Skov & Landskabs* arkiv over Nørholm Hede). Uheldigvis ligger tre af de permanente prøveflader inden for det græssede område i nord.

1.8.5 Vildtgræsning

Efter fredningen er vildttrykket steget. I takt med den stigende tilgroning af heden kom der flere rådyr ind over heden. Det første rådyr blev skudt på Nørholm Gods i 1900 (Hansen, 1943). I 1942 regnede man med, at 9 stykker råvildt holdt til i området. I 1949 var antallet steget til ca. 25 (Bornebusch, 1952), og i 1959 holdt der ca. 70 stykker råvildt til omkring heden (Løfting & Scheurer, 1963). I dag regner man med at ca. 70-100 stykker råvildt græsser i området (Karl Nielsen, pers. kom.). Det foregår overvejende i den vestlige del af heden, hvor de kommer ind fra skoven.

1.8.6 Lyngslåning

I et mindre område nord for Stokkebrovej og syd for diget i kvadratfelt 9 er der blevet slået lyng til tækning i 1997 eller 1998. Området kan ses på Matrikelstyrelsens ortofotos fra 1999.

1.8.7 Fyrreris

I nogle områder er der ind i mellem blevet skåret ris af bjergfyr, senest i 1996 i et mindre område i den østlige del af heden fra Stokkebrovej og mod syd til floraprøveflade 3. Da beskæringen imidlertid ikke er foregået i nævneværdigt omfang, har den ikke haft betydning for successionen på heden.

1.8.8 Henkastning af affald

I nogle af grusgravene mod nordvest er der i tidens løb henkastet jord og affald. Man har blandt andet fundet haveaffald, stød fra træer og murbrokker (Løfting & Scheurer, 1963). En del nye arter er på den måde blevet indført på Nørholm Hede.

1.9 Opsummering

Det er uvist, hvornår Nørholm Hede er udviklet fra skov. Det er sandsynligvis sket allerede i bronzealderen eller senere i jernalderen. Den historiske brug af heden adskiller sig ikke meget fra andre tilsvarende heder bortset fra den betydning, det kan have, at det er en hede under et stort gods. Det kan specielt have betydet en større vægt på kvæg end får i store tidsrum og en større tilførsel af næringsstoffer. Det er vigtigt at bemærke, at ca. 1/3 af heden tidligere har været opdyrket.

Mens betydningen af hedebruget aftog og forsvandt helt med fredningen har tiden efterfølgende været præget af det omgivende samfund bl.a. gennem tilplantning af omgivelserne med såvel hjemmehørende som eksotiske træarter og genindvandring af rådyr. Bortset fra enkelte brande og mindre indgreb har heden i praksis ligget urørt siden 1890'erne.

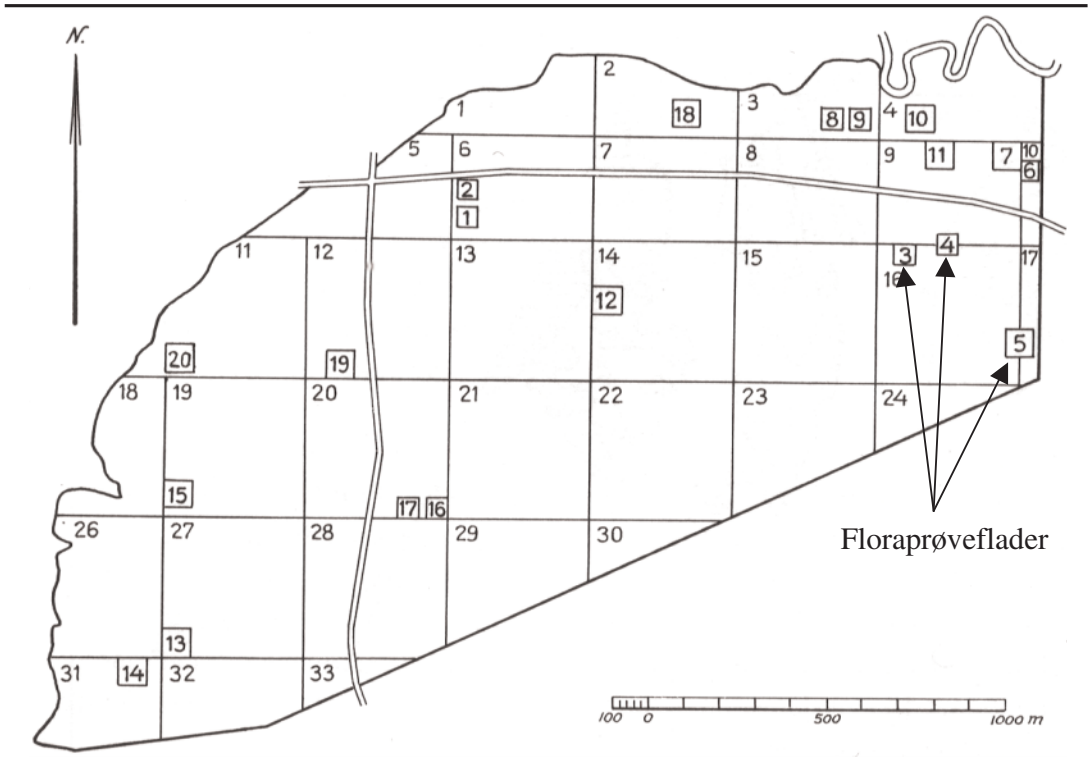
Samlet kan man konkludere, at heden er påvirket af det omgivende samfund, men at den for langt størstedelens vedkommende har været fri for styrende indgreb. I stedet er det naturens processer, der har styret udviklingen.

2 METODER

Kapitlet gennemgår metoderne for vegetationsundersøgelserne og træ-tællingerne samt de ændringer i forhold til tidligere undersøgelser, der er foretaget ved genundersøgelsen af heden i 1994-96. Desuden gennemgås bearbejdninger af data fra det samlede materiale fra alle 9 undersøgelser. I øvrigt henvises til de tidligere rapporter (Oppermann & Bornebusch, 1930; Bornebusch, 1938, 1952; Løfting & Scheurer, 1963; Holmsgaard, 1986; Binding, 1997; Frandsen, 1997). Data fra de tidligere undersøgelser er efterset og rettet som beskrevet i bilag 4 og foreligger nu i elektronisk form (jfr. bilag 6).

2.1 Kvadratnettet

I 1921 udlagde Oppermann og Bornebusch (1930) et NS/ØV gående kvadratnet over heden, som hermed blev inddelt i 33 kvadratfelter, hvoraf »idealfeltet« er 400*400 m (fig. 2.1). Hvert hjørnepunkt i nettet er markeret med en granitblok og et nedrammet jernrør på ca. 50 cm længde, hvori en landmålerstok kan anbringes. Felterne i nettet har to formål. De fungerer som optællingsenhed for trætællinger og hjørnepunkterne som fikspunkter ved udlægning af permanente floraprøveflader.



Figur 2.1. Nørholm Hede. Kort over kvadratnettet, der opdeler heden i 33 nummererede kvadratfelter til brug for træoptællingen (hvoraf de 32 indgår i undersøgelsen). De 20 floraprøveflader er vist som små nummererede firkanter (Oppermann & Bornebusch, 1930).

2.2 Permanente floraprøveflader

Floraprøvefladerne er vist på figur 2.1. I forbindelse med oprettelsen af kvadratnettet blev der i 1921 udlagt 17 permanente floraprøveflader, i 1926 blev de suppleret med nr. 18 og 19 og i 1974 etableredes prøveflade nr. 20. Ved enkelte undersøgelser er ikke alle prøvefladerne registreret (Tabel 2.1). I denne undersøgelse er der foretaget registrering både i 1994 og 1996. Undersøgelsen i 1996 blev primært sat i værk for at lave en skadesopgørelse på hedelyng og revling (se senere). Prøveflade 8, 9 og 10 ligger inden for det nu hegnede og græssede område. De tre prøveflader blev medtaget i undersøgelsen i 1994. Ved genundersøgelsen i 1996, efter lyngbladbilleangrebet i 1995, blev de udeladt.

Floraprøvefladerne er ikke udlagt tilfældigt, men blev placeret subjektivt udfra et ønske om at få forskellige vegetationstyper og kulturhistorie repræsenteret. Den præcise placering af prøvefladerne i relation til kvadratnettet fremgår af Oppermann og Bornebusch (1930) (prøveflade 1-19) og Holmsgaard (1986) (prøveflade 20). En oversigt over floraprøvefladernes vegetation og kulturhistorie er vist i Tabel 3.2 i kapitel 3 »Floraprøveflader«.

Prøvefladerne er alle 10 x 10 m, bortset fra prøveflade 5, der er 5 x 5 m. Prøvefladernes hjørnepunkter er ikke permanent afmærkede, men skal udmåles fra de permanente fikspunkter i kvadratnettet hver gang, så der vil være nogen usikkerhed i placeringen. Usikkerheden stiger med afstanden fra fikspunkterne og navnlig tætheden af træopvæksten. En enkelt gang ved de tidligere undersøgelser er udmålingen tilsyneladende gået galt: prøveflade 12 blev i 1974 sandsynligvis lagt forkert. Det er vurderet både udfra vegetationen ved undersøgelserne, træopvæksten og ved sammenligning med de fotos, der blev taget i 1959, 1974 og 1994-96.

Fra den første publikation angives usikkerheden på placeringen af floraprøvefladerne at være én til få cm (Bornebusch, 1930), men i dag er den større. Ved undersøgelsen i 1994 blev alle prøveflader formodentligt placeret rigtigt og med en usikkerhed på op til en meter, hvor der er længst til de permanente afmærkninger til prøvefladen, mens der var større usikkerhed på placeringen ved undersøgelsen i 1996. Det skyldes primært, at udmålingen af prøvefladerne blev udført af en enkelt person og ikke to. Udfra samtidige fotos bedømmes prøveflade 1, 2, 3, 6 og 7 at være forskudt adskillige meter i 1996, mens de øvrige må regnes for at være placeret med mindre end en meters usikkerhed.

Tabel 2.1. Floraundersøgelser på Nørholm Hede.

Floraprøveflade	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1994	1996
1	X	X	X	X		X	X	X	X	X
2	X	X	X	X		X	X	X	X	X
3	X	X	sø	sø		X	X	X	X	X
4	X	X	sø	sø		X	X	X	X	X
5	X	X	X	X			X	X	X	X
6	X	X	X	X		X	X	X	X	X
7	X	X	X	X		X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10	X	X	X	X	X		X	X	X	
11	X	X	X	X		X	X	X	X	X
12	X	X	X	X			X	X[1)]	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X		X	X	X	X	X
17	X	X	X	X		X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
20							X	X	X	

[1)] Prøvefladen kan være fejlplaceret.

2.2.1 Dækning og frekvens

Vegetationen er undersøgt ved en modifikation af Raunkjærs cirklingsmetode (Raunkjær, 1913; Bornebusch, 1923). Indenfor hver prøveflade er 20 cirkler á 0,1 m^2 udlagt i fire øst-vest gående linier med fem cirkler på hver. Prøveflade 8 og 9 afviger ved, at linierne er udlagt nord-syd gående (Oppermann & Bornebusch, 1930). I princippet kan hver enkelt cirkel derfor genfindes i de fleste prøveflader. Ved 1994 undersøgelsen blev cirklerne i prøveflade 8 og 9 fejlagtigt udlagt i øst-vest gående linier ligesom de øvrige prøveflader.

I hver cirkel er planter med overvintringsknopper indenfor cirklerne registreret som værende til stede. Dækningen af en art er angivet, uanset om der findes en overvintringsknop indenfor cirklen. En plante kan således godt have en dækning i en cirkel uden at være tilstede med en overvintringsknop. En væsentlig fejlkilde ved metoden er, at den ikke egner sig til at beskrive trævegetationen. I skov bruger man den normalt kun til at beskrive bundvegetationen. Derfor har der tilsyneladende ikke været opmærksomhed nok på det dække, der blev udgjort af de høje træer. Man skal derfor være forsigtig med at tolke for meget på tilgroningsgraden udfra de registrerede træer på prøvefladerne. Ved den 9. genundersøgelse er floraen, dvs. karplanter på artsnivaeu og grupperne rensdyrlaver (slægterne *Cladina* og *Cladonia* under

et) samt tørvemosser (*Sphagnum spp*.), undersøgt. I 1994 blev mosser (*Bryidae*) også angivet. Foruden cirklingsanalyserne er der i 1994 lavet en supplerende artsliste for floraprøvefladerne. Bilag 1 indeholder en komplet floraliste med angivelse af, hvornår en given art er registreret i henholdsvis Raunkjærcirklerne, på floraprøvefladen eller på heden som helhed.

Den procentvise dækning er i 1994 angivet på en skala med 1%'s intervaller op til 5 % og en skala med 5 %'s intervaller op til 100 %. I 1996 er brugt en skala med 5%'s intervaller. I tidligere undersøgelser er der anvendt en skala med 10 %'s intervaller. Arternes hyppighed er angivet som frekvensen i cirklerne. Den gennemsnitlige frekvens af arterne blev udregnet som: $(n_i/N)*100$, hvor n_i er antallet af cirkler, hvori art i blev registreret, og N er det totale antal cirkler. Dækningsgraden er anvendt til at beskrive artens arealmæssige dominans. Den gennemsnitlige dækningsgrad for hver art blev beregnet som $(\Sigma d_i)/N$, hvor d_i er art i's dækningsgrad i 5% intervaller i de enkelte cirkler. For at ensrette undersøgelserne så vidt muligt er dækningsgrader fra 1994 omregnet, så en dækning af en plante på under 5 % i en enkeltcirkel er regnet som nul, mens 5 % intervalskalaen for de øvrige data er bevaret. Herved bliver skalaerne for 1994 og 1996 ens og gennemsnitstallene for hver prøveflade bliver sammenlignelige med de tidligere års registreringer. Fuldstændig ensretning med tidligere undersøgelsers, hvor der er brugt 10% intervaller, vil give en betydelig systematisk fejl, så det er opgivet. Arter med en dækningsgrad på 0 % har fået tildelt værdien 0,01 % af hensyn til udregning af diversitet. Bilag 2 indeholder en tabel med dækningsgraden og bilag 3 en tabel med frekvensen for alle arter i Raunkjærcirklerne ved alle 9 undersøgelser.

2.2.2 Skadesopgørelse for hedelyng og revling

Nørholm Hede blev i 1995 udsat for angreb af lyngbladbiller. Den 20.-23. september 1996 blev floraregistreringerne suppleret med en skadesopgørelse for hedelyng og revling. For disse to arter blev dækning af levende skud og dækning af døde eller stærkt skadede skud angivet. Der blev ikke ved opgørelsen skelnet mellem skader af forskellig oprindelse, selv om det er ret enkelt at skelne mellem skader, der skyldes tørke eller bladbiller.

Den relative andel af skadede buske efter angreb af lyngbladbiller blev udregnet som $(sd_i/(d_i+sd_i))*100$ %, hvor sd_i er dækningsgraden af skadede skud, og d_i er dækningsgraden af ubeskadigede skud.

2.2.3 Diversitet

Artsantal og diversitet er udregnet for alle prøveflader i alle år på basis af dækningsgraderne. Kun arter, som er blevet registreret indenfor cirklerne, er medregnet i artsantallet. Diversitet blev udregnet på basis af Shannon – Wieners diversitetsindeks $H = \Sigma_{i=1,n}(p_i*\ln(p_i))$, hvor n er antallet af arter på prøvefladen, og hvor importansværdien p_i er den andel af den samlede dækning, som udgø-

res af art i. Som grundtal for logaritmen er anvendt e. Ofte baseres H på andre grundtal. Omregning til diversitet beregnet med grundtal 2 kan fås ved at gange H med 1,443. (Krebs, 1989; Begon m.fl., 1996).

2.2.4 Indikatorværdier

For at oversætte oplysninger om vegetationens sammensætning til den generelle ændring af de økologiske kår på voksestedet gennem perioden er der medtaget 3 indeks: Ellenbergs indikatorværdier (Ellenberg m.fl., 1992), Grime m.fl.'s inddeling efter planternes livsstrategier, pH og spredning (Grime m.fl., 1996) samt Hansens gennemsnitlige edafiske kårfaktorer for plantearterne (Hansen, 1976).

Ellenbergs indeks er baseret på arternes almindelige forekomst i konkurrence i det vestlige Centraleuropa. I tabel 3.6 er angivet indeksværdierne for de vigtigste hedeplanter for faktorerne lys (L), temperatur (T), konkurrence (K), fugtighed (F), surhedsgrad (R) og kvælstof (N). Ellenberg bruger skalaen fra 1-9. Værdien 1 angiver det laveste for parameteren, dvs. laveste lysintensitet (fuld skygge), lav fugtighed, (meget tørt), lavt tilgængeligt kvælstof. Værdien 9 står for fuld lysintensitet, høje temperaturer, høj konkurrence, neutral til basisk jord og højt indhold af kvælstof i jorden, høj fugtighed (indekset går her til 12, som bruges om undervandsplanter).

Grime m. fl. (1996) inddeler planter i tre grupper med hensyn til livsstrategier, C (competitive), S (stress-tolerant), R (ruderal) (jfr. Tabel 6.1 - 6.3 i Grime m.fl., 1996). Planterne kan således have flere egenskaber f.eks. vil CS være stress-tolerante konkurrencestærke arter. For at få et bedre overblik over planternes livsstrategier (CSR, CS, CS/CSR o.s.v.) er hver planteart tildelt en værdi for en C, S og R variabel. Værdien er baseret på den relative forekomst af bogstavet i strategikategorierne i Grimes tabel 6.2. Således bliver en plante med CS/CSR strategi tildelt følgende værdier: C=40, S=40 og R=20, mens en plante med CS strategi bliver tildelt værdierne: C=50, S=50, R=0. Der er ikke aflæst direkte på Grimes figurer, da figurerne omfatter for få plantearter. Foruden livsstrategier bruges angivelserne for pH i jord, frøbankstyper, vegetativ spredningsevne (lateral spread) og spredningsenhedens vægt (dispersule weight). De fire frøbankstyper er for hver planteart blevet værdisat som 0=fravær og 1=tilstede. For pH, vegetativ spredningsevne og spredningsenhedens vægt er de numeriske værdier anvendt (se også tabel 3.7).

Endelig har et udvalg af gennemsnitlige edafiske kårfaktorer fra ***Keld Hansen***s undersøgelse (Hansen, 1976) været brugt som indikatorværdier til estimering af de edafiske kår på heden. For hver planteart er de numeriske gennemsnitsværdier af de edafiske kårfaktorer anvendt. Det drejer sig om mortykkelse, grovsand, finsand, vandkapacitet, pH i morlaget, pH i blegsandet, calcium, magnesium, kalium og fosfor i morlaget samt fosfor i blegsandet (se også tabel 3.8). Svagheden ved brug af disse data er, at undersøgelsen kun medtager egentlige hedeplanter.

Indikatorværdierne for de enkelte plantearter er blevet brugt til at beregne den gennemsnitlige indikatorværdi for hver lokalitet ved hver undersøgelse. Indikatorværdierne er dels beregnet vægtede med arternes log-transformerede dækningsgrad, så den samlede værdi for en omgivelsesfaktor hovedsageligt afhænger af de mest betydende planter i plantesamfundet, og dels uvægtede, så alle plantearter, der er registreret, indgår med samme vægt uanset deres dækning. Bemærk, at resultaterne indikerer, at der på planternes voksested er bestemte forhold, men at der ikke er tale om, at disse faktorer direkte er målt på heden. Der er tale om en fortolkning af kårfaktorerne baseret på plantevæksten.

Der er udført en korrelationsanalyse for at identificere hvilke indikatorer, der er ændret med tiden. Hertil er anvendt en non-parametrisk Spearman korrelation, da en sammenhæng ikke umiddelbart kan forventes at være lineær. Korrelationerne er foretaget på et reduceret sæt, hvor prøvefladerne 3, 4, 5, 8, 9, 10 og 20 samt alle prøveflader i 1942 er taget ud for at sikre et meget balanceret datasæt og dermed en troværdig statistisk analyse. En parallel analyse på det fulde datasæt er foretaget for at sikre, at konklusionerne også holder for dette.

2.2.5 Ordination

For at uddrage de generelle tendenser af successionsforløbet på de tørre hedeområder er der anvendt ordination (principal components analysis, PCA). Denne metode er primært valgt for sin gennemskuelighed. En PCA-analyse er en multivariat metode. Den kan bruges til at udtrække den vigtigste information fra et datamateriale med mange dimensioner og koncentrere informationen i nogle få dimensioner. De mange dimensioner her er dækningen af de mange arter, der er fundet på floraprøvefladerne. Nogle af arterne vil varierer sammen og derfor afspejle sider af samme information. Revling og hedelyng er et godt eksempel på to arter, der varierer sammen. Revlings dækningsgrad øges, når hedelyng går tilbage, og de to arter vil derfor afspejle to sider af det samme informationsindhold.

PCA-analysens princip er, at den først trækker den akse, der tager højde for mest mulig af variationen i datamaterialet (ordinationsakse 1). Dernæst trækkes den linie, der tager højde for mest muligt af den resterende variation (ordinationsakse 2) og sådan fortsættes. Metoden forudsætter, at rette linier er relevante til at beskrive variationen. Der findes mere sofistikerede metoder, der kan tage højde for ikke lineære sammenhænge, men de er samtidig vanskeligere at tolke. Når man er ude over de tre vigtigste akser, plejer det meste af den resterende variation at være »støj«, som dels kommer fra tilfældig variation og dels fra systematiske afvigelser fra de lineære sammenhænge. Metoden beskriver samtidig, hvor meget af variationen, der beskrives af de enkelte akser.

Til analyse af vegetationsudviklingen i de enkelte prøveflader er anvendt dækningsgrader og data fra alle undersøgelsesår. Prøvefladerne 3-5 er udeladt i analysen, fordi de er fugtigbundsområder, da fokus har været på vegetationsudviklingen på den tørre hede. Prøveflade 20, som først er oprettet i 1974, er udeladt for ikke at lave en for ubalanceret undersøgelse. Alle analyser er kørt i programmet CANOCO Version 3.12 (ter Braak, 1991). Indikatorværdier er medtaget som omgivelsesfaktorer i ordinationsanalysen og deres korrelation med ordinationsakserne er beregnet.

2.3 Jordbund

I oktober og november 1994 blev en række jordprofiler gravet 2 meter syd for floraprøveflade 1, 2, 4, 8-9, 11, 13, 14, 15, 16, 19 og 20. Profilerne blev opmålt og fotograferet. Der er ikke blevet udført kemisk analyse på jordene, så relevante informationer begrænser sig til beskrivelse af morlagets tykkelse, tilstedeværelse af pløjelag etc.

2.4 Vegetationskartering

Vegetationskartering er baseret på et farveluftfoto af heden fra 1995 i målestok ca. 1:4.000, lokalkendskab til heden, samt notater om vegetationen og artslister fra enkelte områder. To vegetationskort blev herefter udarbejdet (Binding, 1997; Frandsen, 1997). Binding (1997) har lagt hovedvægten på vegetationstyperne efter Påhlsson (1994), mens Frandsen (1997) giver en detaljeret beskrivelse af hedevegetationens sammensætning. På baggrund af Bindings vegetationskort er der foretaget en arealopgørelse for vegetationstyperne.

Denne kartering er sammenlignet med karteringen i 1922 baseret på vegetationskortet fra Hansen (1932) suppleret med relevante oplysninger fra hans detaljerede originale feltnotater (målestok 1:1000) (Botanisk Museum, København). Hansen indtegnede for hvert 400 x 400 m kvadratfelt vegetationen på heden på 40 x 40 cm millimeter papir.

I forbindelse med vegetationskarteringen i 1995 er der taget en række noter over vegetationens sammensætning og udarbejdet floralister ved Frandsen og Binding. Ved et besøg på heden i 2003 er der taget supplerende floristiske noter af Riis-Nielsen og Kappel Schmidt. Floralisterne opbevares elektronisk på *Skov & Landskab.*

2.5 Tidsserieanalyse af luftfotos

For at vurdere de generelle vegetationsændringer i perioden, blev der foretaget en analyse af luftfotos fra følgende år: 1938 (Flyvevåbnets Historiske Sam-

ling), 1945, 1954, 1964, 1976, 1983, 1990 og 1994 (Kort & Matrikelstyrelsen). Brugen af luftfoto til vurdering af vegetationsændringer er i overensstemmelse med principperne beskrevet i Gimingham (1981) og til dels Emsholm (1992).

Luftfotoserien blev analyseret under en kortlup, og der blev noteret væsentlige kvalitative træk i vegetationsmønstret. Med henblik på at undersøge skiftet fra dværgbuskdominans til græsdominans på hederne, blev luftfotoserien skannet ind og analyseret i programmet Image Pro Plus 2.0. Græsarealer og dværgbuskdominerede arealer blev adskilt udfra deres gråtone, idet græsklædte arealer er lyse, mens dværgbuskdominerede arealer er mørke. Moser, åbent vand og bjergfyr var svære at skelne fra dværgbuske. Fugtigbundarealer blev udskilt fra hedevegetationen på baggrund af deres mørke farve og varierende udstrækning fra år til år samt udfra kendskab til deres placering på heden (Binding, 1997; Frandsen, 1997).

2.6 Optælling af træer og buske

Siden undersøgelserne på heden startede i 1921, har man ved hver genundersøgelse optalt træerne i 32 af de 33 kvadratfelter. Felt 25 på kun 0.01 ha er ikke medtaget. Fra 1921 – 1974 er en totalopgørelse af tilgroningen på arealet foretaget, mens det i den seneste undersøgelse har været nødvendigt at ændre metode til en stikprøvebaseret undersøgelse.

Artsbestemmelsen af træ- og buskarter er ikke fuldstændig. Arterne er bestemt på afstand og er ofte grupperet i større enheder. Således er gråpil anvendt som betegnelse for såvel gråpil som øret pil. Birk betegner dunbirk og vortebirk. For nemheds skyld anvendes i teksten betegnelsen ”art” om disse artsgrupperinger.

For hvert træ eller busk er art angivet og højdeklassen estimeret. I 1921 inddelte man ikke træerne i højdeklasser, men højdedata for alle de enkeltstående træer på dette tidspunkt findes i Hansen (1932), ligesom der findes en række noter i hans målebog og i Oppermann & Bornebusch (1930). Fra 1937 registreres højden i klasserne 0-0,2 m 0,2-0,5 m, 0,5-1 m og > 1 m, men fra 1942 og fremefter bruges konsekvent en inddeling i højderne 0-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-4; 4-6; 6-8 og 8-10 m.

2.6.1 Tællemetode 1921-74

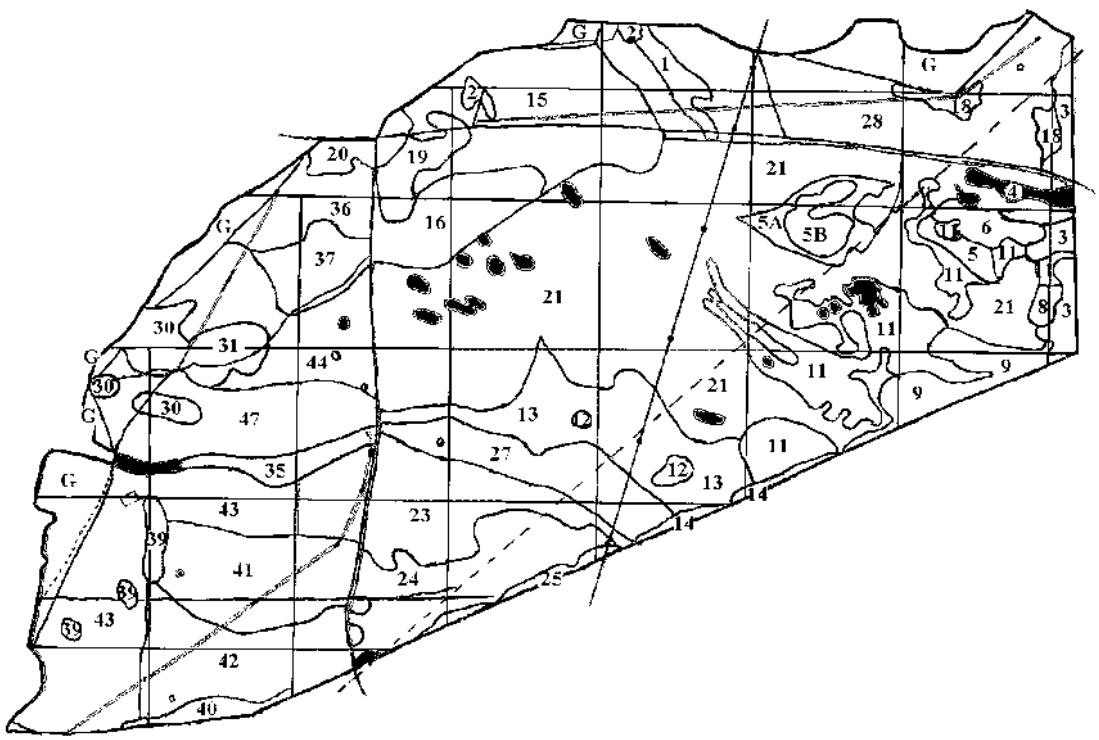
Ved alle de hidtidige optællinger er der sket en totaloptælling. Oprindeligt blev træerne i kvadratfelterne optalt af to personer som gik med 100 m imellem sig, en gang frem og en gang tilbage gennem hvert kvadratfelt (Oppermann & Bornebusch, 1930). Fremgangsmåden ved de følgende undersøgelser fremgår ikke klart, men i 1974 gik to mand med 10 m imellem sig, idet tilgroningen dengang gjorde en opgørelse i 100 m brede baner umulig (Holmsgaard, pers. medd.). Trætællingsmetoden er ændret ved den seneste undersøgelse.

2.6.2 Områdemetoden 1995-96

»Områdemetoden« er den stikprøvebaserede metode, der er anvendt ved den arealdækkende træoptælling i undersøgelsen 1995-1996. Optælling efter områdemetoden blev foretaget i perioderne d. 4.-6. oktober 1995 og 11.-12. juli 1996.

Udfra et luftfoto 1:10.000 blev heden inddelt i 49 områder, der var så homogene som muligt med hensyn til tæthed af tilgroning, størrelse af træerne, træartsfordeling (primært løv/nål) og vegetationstype. Efter revurdering er visse områder blevet slået sammen, så der nu er i alt 43 områder (Fig. 2.2). Inden for disse områder blev i alt 93 træprøveflader udlagt efter skøn i repræsentativ, ensartet vegetation. Størrelsen blev fastlagt til 100, 400 eller 2500 m^2 alt efter tilgroningsgraden, således at størrelsen i hel tæt kronedække var 100 m^2, og i de helt åbne områder 2500 m^2.

Tætheden af hver træart og højdeklasse i de enkelte træprøveflader blev beregnet. Hvor der var mere end en træprøveflade indenfor et af de 43 homogene område blev den gennemsnitlige tæthed beregnet uden hensyntagen til de enkelte træprøvefladers areal.



Figur 2.2: De 43 homogene træ-tilgroningsområder på Nørholm Hede. Udfra et luftfoto 1:10.000 blev heden inddelt i 43 områder, der var så homogene som muligt med hensyn til tæthed af tilgroning, størrelse af træerne, træartsfordeling (primært løv/nål) og vegetationstype. Numre angiver områdeidentifikation (højeste nummer er 43). G står for »græsset«. Sorte områder er søer og moser.

Områdemetoden blev relateret til de tidligere tællinger i kvadratfelterne. En opgørelse for hver af hedens 32 kvadratfelter blev foretaget ved at opgøre arealet for hver af de homogene områdetype indenfor hvert felt. Derefter blev der udregnet en arealvægtet tæthed af hver træart i hvert kvadratfelt udfra områderne. Denne blev ganget op med feltets areal til et samlet antal træer i feltet. Det totale antal af hver træart for hele heden blev beregnet ved en opsummering af alle områderne.

2.6.3 Områdemetodens pålidelighed

Metodens pålidelighed blev vurderet ved at sammenligne regressionen mellem forekomsten af træer i de enkelte kvadratfelter mellem to måleperioder. Det antages, at der er en rimelig sammenhæng mellem de træer, der ses i et kvadratfelt ved en undersøgelse og de træer, der blev registreret i samme kvadratfelt ved den forudgående undersøgelse. Hvis metoden er lige så god som de forrige, må det forventes at målingerne i 1995 kan forklares lige så godt af målingerne i 1974, som målingerne i 1974 kan forklares af dem i 1959. Sammenligningen er lavet for hvert par af to på hinanden følgende undersøgelser.

Der er lavet tre regressioner, hvor observationerne består af sammenhørende værdier i et til to på hinanden følgende undersøgelser af henholdsvis:

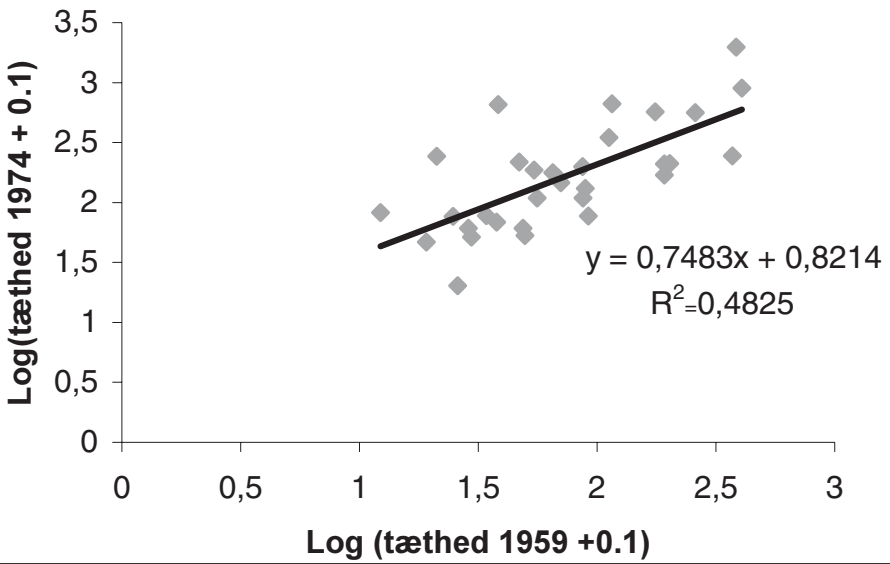
1. Det totale antal træer.
2. Antallet af hver træart.
3. Antallet af hver af de 7 hyppigste træarter (birk, eg, røn, bævreasp, bjergfyr, skovfyr, tørst) med mere end 20.000 træer på heden.

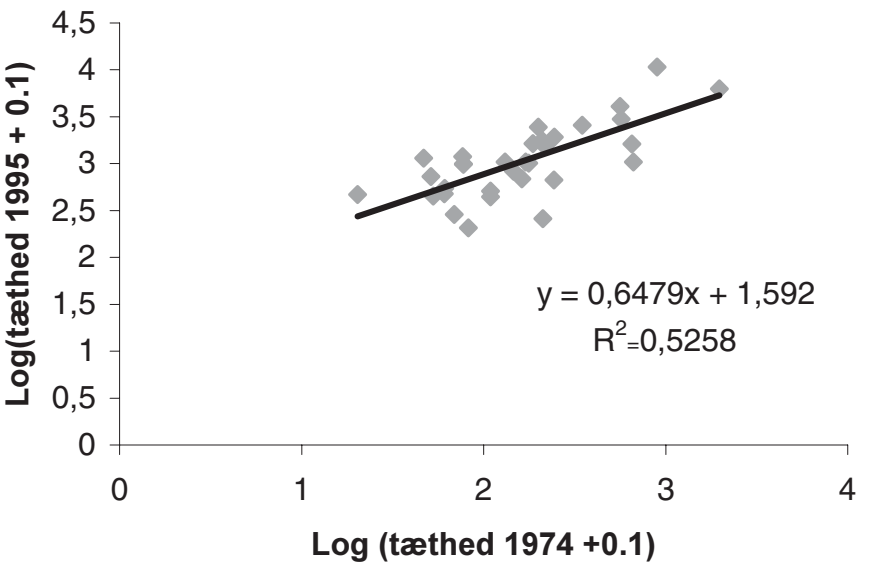
Som afhængig variabel er brugt logaritmen til tætheden D i antal træer og buske pr. ha til tid t+1. Som uafhængig variabel er brugt tætheden D til tid t. Både den afhængige variabel og den uafhængige er logaritmetransformeret efter der er lagt 0,1 træ til pr. ha. Eksempel: $\log(D_{1926}+0,1) = a * \log(D_{1921}+0,1) + b$. Hvis en træart hverken har været tilstede det ene eller det andet år, er den udelukket. For de to seneste undersøgelsespar er sammenhængen vist på figur 2.3.

Forklaringsprocenten r^2 fortæller hvor meget af variationen i tætheden fra en undersøgelse, der kan forklares ved tætheden i den forrige undersøgelse. Som man kan se, forklarer tætheden i 1974 mere af variationen i 1995 end tætheden i 1959 forklarer tætheden i 1974. Hældningskoefficienten “a” afviger heller ikke fra det generelle billede fra tidligere undersøgelser. Koefficienten »b« er større ved seneste undersøgelse end ved de tidligere, hvilket man kunne forvente, når der er gået flere år mellem de to seneste undersøgelser.

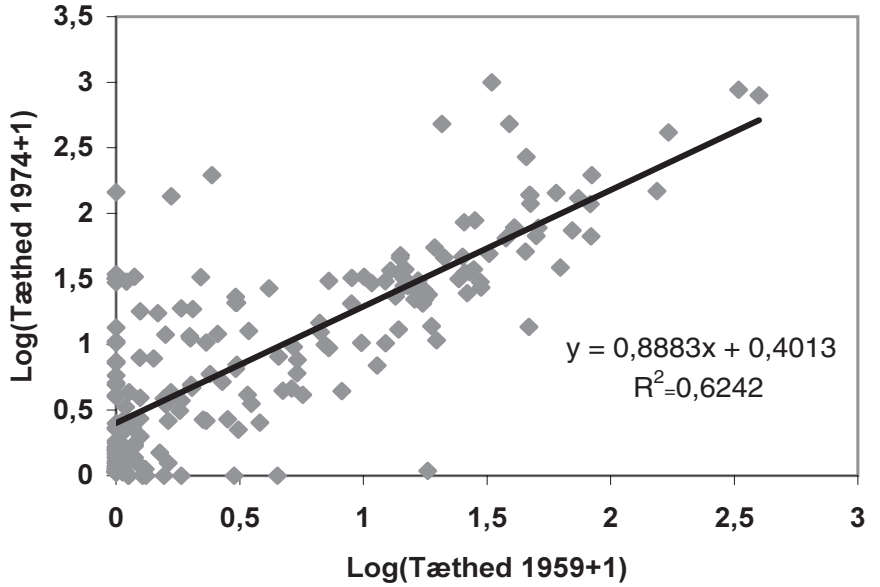
Regressioner over, hvordan antallet af hver af de 7 hyppigste træarter i hvert kvadratfelt ved en undersøgelser afhænger af den forrige undersøgelse, er vist i tabel 2.3. For de to seneste undersøgelsespar er sammenhængen vist på figur 2.4.

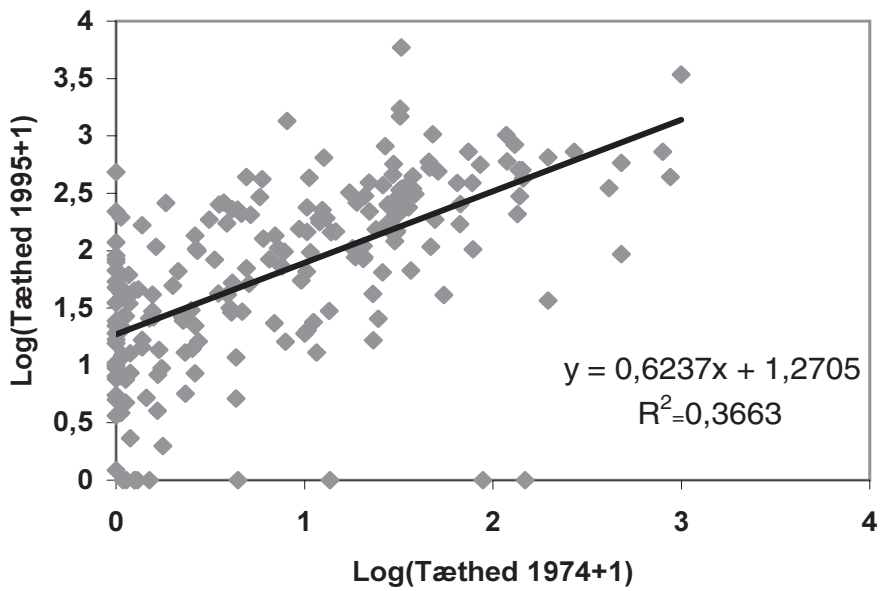
Man kan se, at forklaringsprocenten mellem undersøgelsen i 1995 og 1974 for de 7 mest betydningsfulde træarter er ringere end ved de fleste tidligere undersøgelsespar (tabel 2.3). Man må derfor regne med, at metodens estimering af de enkelte træarter i de enkelte kvadratfelter er dårligere end ved en totaloptælling. Det kan selvfølgelig også skyldes en reel forskel. Der er gået 21 år mellem de seneste 2 undersøgelser og kun 15 år mellem de to forrige.





Figur 2.3. Sammenhængen mellem tætheden af træer i kvadratfelter ved to på hinanden følgende undersøgelser. A: mellem 1959 og 1974, B: mellem 1974 og 1995. Buske er ikke medtaget.





Figur 2.4. Sammenligninger mellem tætheden for enkeltarter. A: mellem 1959 og 1974, B: mellem 1974 og 1995. Hvert punkt repræsenterer tætheden af en bestemt træart i et bestemt kvadratfelt. Datagrundlaget er de 7 antalmæssigt vigtigste træarter (birk, eg, røn, bævreasp, bjergfyr, skovfyr og tørst).

Samtidig er der ved at ske store reelle ændringer i kvadratfelterne tæt på diget, hvor løvtræer er begyndt at erstatte bjergfyr. Den eneste anden periode med meget dårlig sammenhæng er perioden 1921-1926, hvor branden i 1923 netop var med til at svække sammenhængen mellem hvilke arter, der fandtes i kvadratfelterne.

Hvis man inddrager samtlige arter – og ikke blot de 7 hyppigste får man en lige så god sammenhæng som for de 7 hyppigste arter alene (tabel 2.4). Sammenhængen er stadig svagere end mellem de øvrige perioder med undtagelse af den første.

Man kan konkludere, at forudsigelsessikkerheden ved undersøgelsen i 1995 af det totale antal træer i hvert kvadratfelt ligger på linie med tidligere år, selvom der er gået hele 22 år fra forrige undersøgelse (tabel 2.2). For forudsigelserne af de enkelte træarter er sammenhængen ringere end ved tidligere undersøgelser, bortset fra den første. Det gælder uanset om man inddrager samtlige buske og træer, eller om man kun ser på de 7 vigtigste arter.

2.6.4 Supplerende tællinger 1994-95

Binding (1997) og Frandsen (1997) har endvidere ved udviklingen af områdemetoden givet bud på dens usikkerhed i forhold til andre metoder. Der er forsøgsvis foretaget en fuldstændig optælling i et 400 x 400 m kvadrat i felt 20.

Tabel 2.2. Sammenhængen mellem tæthed af træer og buske i alt i kvadratfelterne ved to på hinanden følgende undersøgelser.

Tid t+1	Tid t	a	b	r^2	r	df=31
1926	1921	0,26	0,55	0,12	0,34	NS/*
1931	1926	0,75	0,62	0,65	0,80	***
1937	1931	0,70	0,58	0,54	0,74	***
1942	1937	0,66	0,51	0,36	0,60	***
1949	1942	0,60	0,81	0,47	0,68	***
1959	1949	0,80	0,54	0,72	0,85	***
1974	1959	0,75	0,82	0,48	0,70	***
1995	1974	0,65	1,59	0,53	0,73	***

Tabel 2.3. Sammenhængen mellem tætheder for de 7 vigtigste træarter antalsmæssigt i 2 på hinanden følgende trætællinger. Input data i regressionen er hver træart i hvert kvadratfelt ved tid 0 (t) og tid 1 (t+1). De 7 antalmæssigt vigtigste træarter er birk, eg, røn, bævreasp, bjergfyr, skovfyr, tørst.

Tid t+1	Tid t	a	b	r^2	r	antal, n	Signifikans
1926	1921	0,34	0,20	0,05	0,23	109	*
1931	1926	0,86	0,25	0,40	0,64	123	***
1937	1931	1,11	0,026	0,81	0,90	128	***
1942	1937	0,73	0,17	0,46	0,68	128	***
1949	1942	0,74	0,32	0,45	0,67	139	***
1959	1949	0,93	0,23	0,69	0,83	155	***
1974	1959	0,87	0,49	0,62	0,72	192	***
1995	1974	0,62	1,27	0,37	0,61	209	***

Tabel 2.4. Sammenhængen mellem tætheder for enkeltarter af samtlige træer og buske ved 2 på hinanden følgende trætællinger. Hvert punkt repræsenterer tætheden af en bestemt træ- eller buskart i et bestemt kvadratfelt.

Tid t+1	Tid t	a	b	r^2	r	Antal, n	Signifikans
1926	1921	0,67	0,14	0,24	0,49	191	***
1931	1926	0,96	0,16	0,48	0,69	223	***
1937	1931	1,06	0,048	0,74	0,86	240	***
1942	1937	0,79	0,081	0,54	0,73	244	***
1949	1942	0,83	0,21	0,52	0,72	247	***
1959	1949	0,90	0,19	0,65	0,81	280	***
1974	1959	0,89	0,24	0,58	0,76	361	***
1995	1974	0,90	0,71	0,38	0,61	407	***

Endvidere blev optælling i systematisk udlagte baner anvendt i 11 kvadratfelter (felterne 1-10 og 20). Banerne blev udlagt, så der var fire 10 m brede baner i et 400*400 m felt. Binding påviste herved, at der var en ret stor usikkerhed ved områdemetoden. For en videre diskussion af resultaterne henvises til Binding (1997).

2.6.5 Databehandling af trætællingerne

Antal og fordoblingstider

Udviklingen i antal af hver træ- eller buskart er analyseret ved lineær regression på logaritmisk transformerede data. I analysen indgår en enkelt observation for hele arealet for hvert optællingsår.

Hvorvidt udviklingen i antal har afviget fra en eksponentiel vækst er testet ved at inkludere led af 2. og 3. orden i regressionsligningerne. Er disse testet signifikante regnes med en afvigelse fra det lineære forløb af de logaritmetransformerede værdier – og dermed af en signifikant afvigelse fra et eksponentielt forløb.

Skøn over dækning

Træernes arealdækning er skønnet ud fra antagelsen, at kronediameteren på et træ svarer til 40 % af højden ved overgrænsen af højdeklassen (for træer >8 m regnes med 10 m). For visse år er arealet reguleret op forholdsmæssigt, så der tages højde for det mindretal af træer, der ikke har fået angivet højde. I 1931, hvor højden var angivet for 87,3% af træerne, er der derfor ganget med faktoren 100 / 87,3 = 1,146. I 1937 er der ganget med 1,009 og i 1942 med 1,043.

3 RESULTATER OG DISKUSSION AF FLORAUNDERSØGELSERNE

Vegetationsundersøgelserne strækker sig over en periode fra 1921 til 1996. Et første groft billede på udviklingen i vegetationen på heden kan fås ved at sammenligne vegetationskarteringen, der blev gennemført i 1920'erne og igen i 1995. Derefter gennemgås de permanente floraprøveflader. De er undersøgt 9 gange, hvilket giver mulighed for at følge nogle successionsforløb i detaljer. Kapitlet indeholder foruden resultaterne også en fortolkning af disse. Vegetationsændringer på floraprøvefladerne vil blive sat i relation til den nuværende viden om områdernes historie, navnlig mht. tidligere forstyrrelser af jordbunden. I de efterfølgende kapitler trækkes linier af mere generel karakter op.

3.1 Vegetationskartering

Vegetationskarteringen giver et helhedsbillede af vegetationen på heden. Helhedsbilledet er vigtigt, da de permanente floraprøvefelter er udlagt subjektivt for primært at beskrive græsudviklingen på heden. Den første vegetationskartering blev foretaget i 1922 af Mølholm Hansen (fig. 3.1). I 1995 foretog Frandsen (1997) og Binding (1997) hver en kartering i forbindelse med deres specialestudier (Fig. 3.2; 3.3). Luftfotoserien er brugt til at beskrive den mellemliggende periode og forklare nogle af de ændringer, der sker efter græsningens ophør og fredningen af heden (Fig. 3.4).

Frandsens vegetationskartering fra 1995 giver et detaljeret overblik over vegetationen og navnlig de vigtigste hedearters udbredelse (Frandsen, 1997). Forekomsten af blåtop, bølget bunke, og hedelyng-revling vegetation fremgår langt tydeligere og navnlig mere præcist i de områder, der er mest tilgroede.

3.1.1 Vegetationsudviklingen fra 1922 - 1995

På den fugtige hede er der sket betydelige ændringer siden 1920'erne. Dengang var heden meget fugtig. Klokkelyng, der danner overgang mellem den tørre hede og moserne var udbredt over store områder (Mølholm Hansens notater). Specielt i den nordøstlige og sydlige del var der en vis indblanding af revling og blåtop (Fig 3.1). I 1995 er klokkelyngs forekomst spredt og intet sted danner den store sammenhængende partier. I nogle af de fugtige områder har blåtop overtaget dominansen og er nu udbredt i hele den østlige del af heden. Det gælder specielt de moser, der udtørrer om sommeren. Andre steder er der bevaret en smal klokkelyngzone mellem hedemosen og den tørre hede som domineres af revling (Fig 3.2).

Mølholm Hansen undersøgte i 1920'erne nogle porsemose, som stadig findes. Karakteristisk for disse moser er, at de ikke tørrer ud om sommeren. En sammenligning af floralister fra 1922 og 1995 viser, at de har samme artssam-

mensætning som dengang, og porsemoserne må derfor antages at være relativt stabile plantesamfund (jfr. Floraprøveflade 5). Birk er indvandret til området og kan med tiden ændre hydrologien og dermed forårsage vegetationsændringer. Tør melbærris-hede findes ikke længere, men typen var tidligere almindelig på heden. Hansen (1932) har lavet udbredelseskort over melbærris, som viser, at den dengang fandtes som indblanding på heden på ca. 1/3 af arealet. Ved successionsundersøgelserne er den tidligere registreret fra 5 prøveflader (bilag 1). Ved undersøgelserne i 1974 fandtes den på to prøveflader, men ved undersøgelsen i 1994-96 er arten hverken registreret i floraprøvefladerne eller noteret under inventering af området.

Tør hede med dominans af hedelyng fandtes i 1995 kun to steder på Nørholm Hede, i kvadratfelt 20 nord og øst for høj 23, hvor der blev tørveskrællet midt i 1950'erne samt i kvadratfelt 11 umiddelbart nord for den tilgroede grusgrav. Området brændte i 1970 og udviklede sig derefter til hedelynghede. Lyngen var i 1995 nået senilitetsfasen (se kapitel 4) og området vil sandsynligvis undergå ændringer mod revlinghede eller græshede. Figur 3.1 viser, at hedelyng var udbredt på hele heden i 1920'erne, men en gennemgang af Mølholm Hansens talmateriale og feltkort viser, at græsserne allerede dengang var et betydeligt indslag. Den vestlige del af heden, der var opdyrket i 1870, er på feltkortene markeret med "spættet med lyng" og den sydlige del af heden med en endnu ældre opdyrkning er angivet som "stærkt isprængt *Molinia*" (fig. 3.1). Derfor skal angivelsen af hedelyngs udbredelse på figur 3.1 tages med forbehold. Tager man Mølholm Hansens feltnotater i betragtning, kan man se, at de områder, som også den gang var særligt græsrige, i dag er græsdominerede.

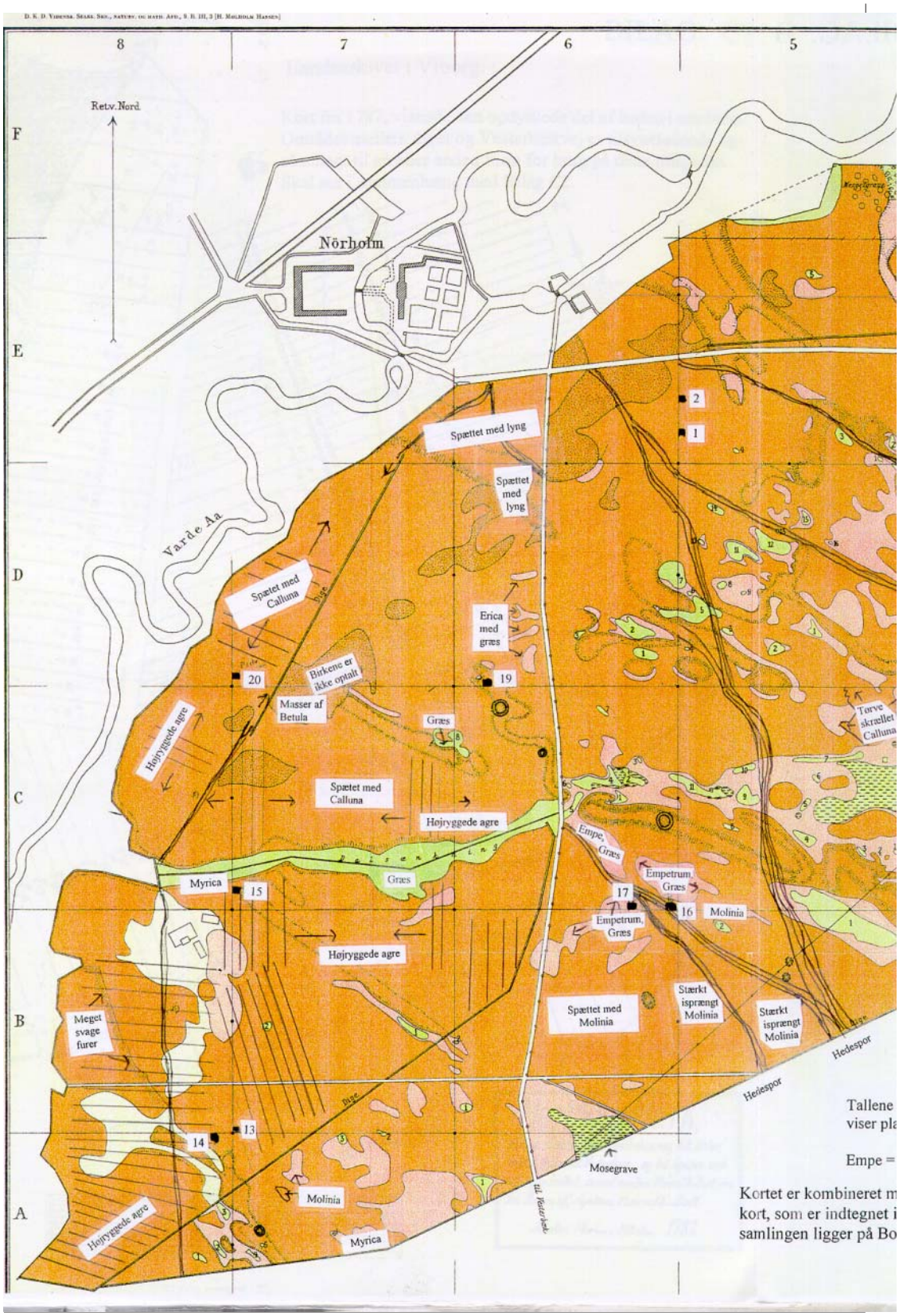
3.1.2 Dominerende vegetationstyper

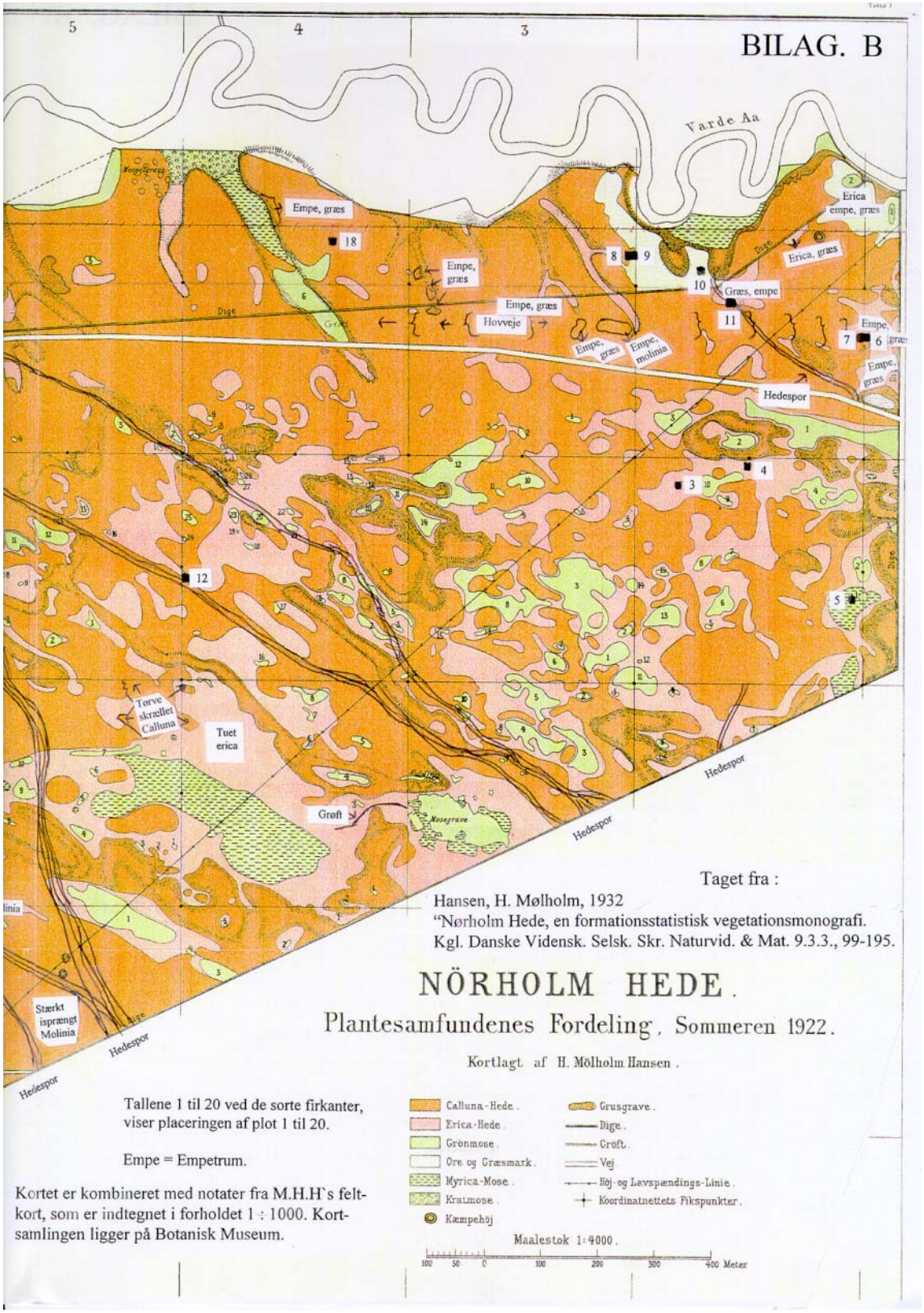
Binding (1997) opdeler groft vegetationen i 5 grundtyper, svarende til vegetationstyperne i Påhlsson (1994). Derudover foreslår Binding (1997) typen "grønmoser" i overensstemmelse med Hansen (1932). Klokkelynghede findes også, men er ikke karteret i 1995.

Hedelyng-Revling-Tyttebær-hede (*Calluna vulgaris-Empetrum nigrum-Vaccinium vitis-idaea*-type). Dette er grundvegetations-typen på heden. Revling er dominerende med pletvis hedelyng. I modsætning til hovedtypen efter Påhlsson (1994) forekommer tyttebær dog kun ganske sporadisk på heden. Prøveflade 12, 13, 14, 18 og 19 er beliggende i denne type vegetation.

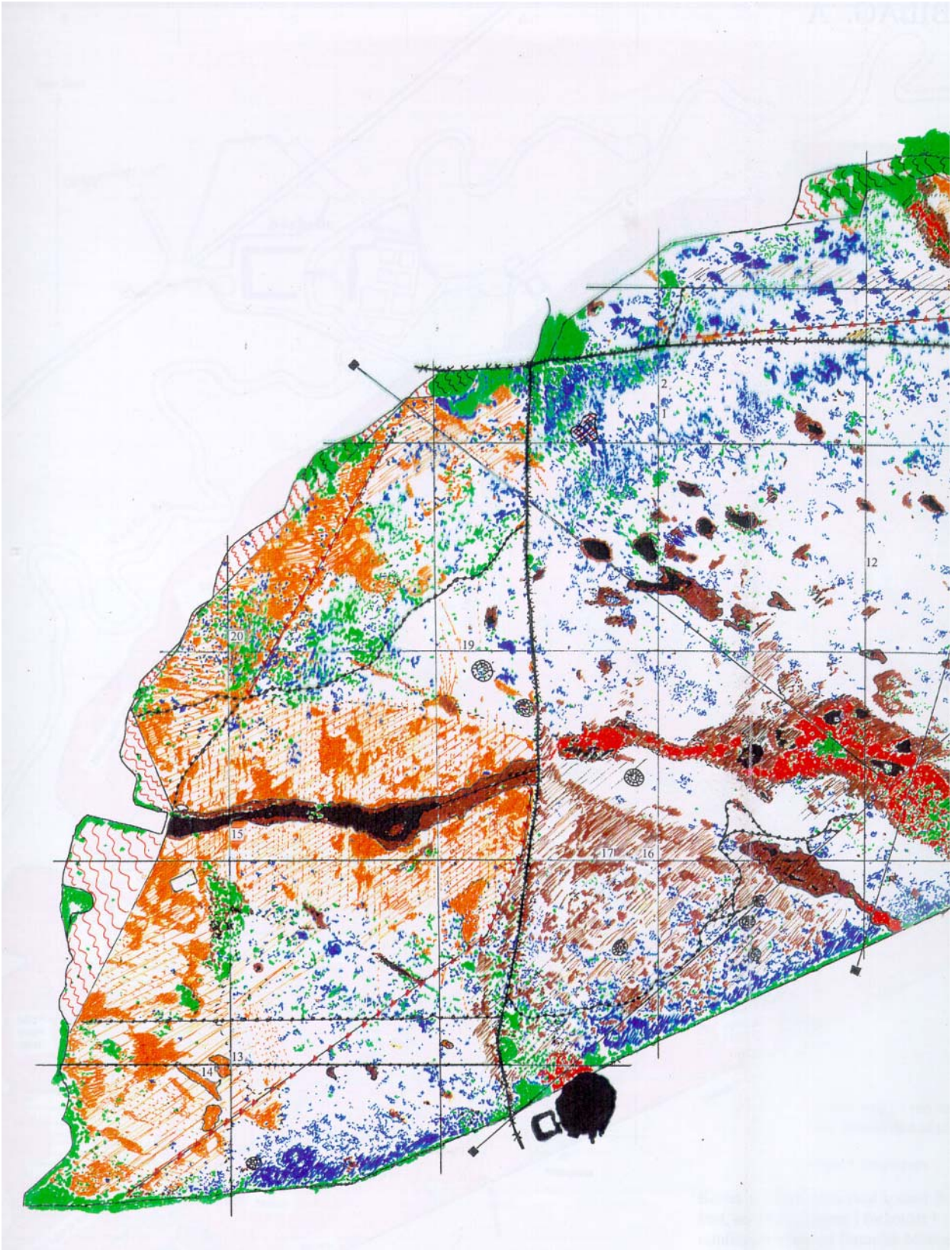
Bølget bunke-hede (*Deschampsia flexuosa-Galium saxatile*-type). Bølget bunke dominerer med indslag af lyngsnerre. Typen findes på de tidligere opdyrkede arealer i vest. Her følger typen stort set grænsen af det centrale dyrkningsområde fra 1870. Udover bølget bunke kan nævnes krybende hestegræs og liden klokke, som især findes på de højryggede agre nord for dalen i vest.

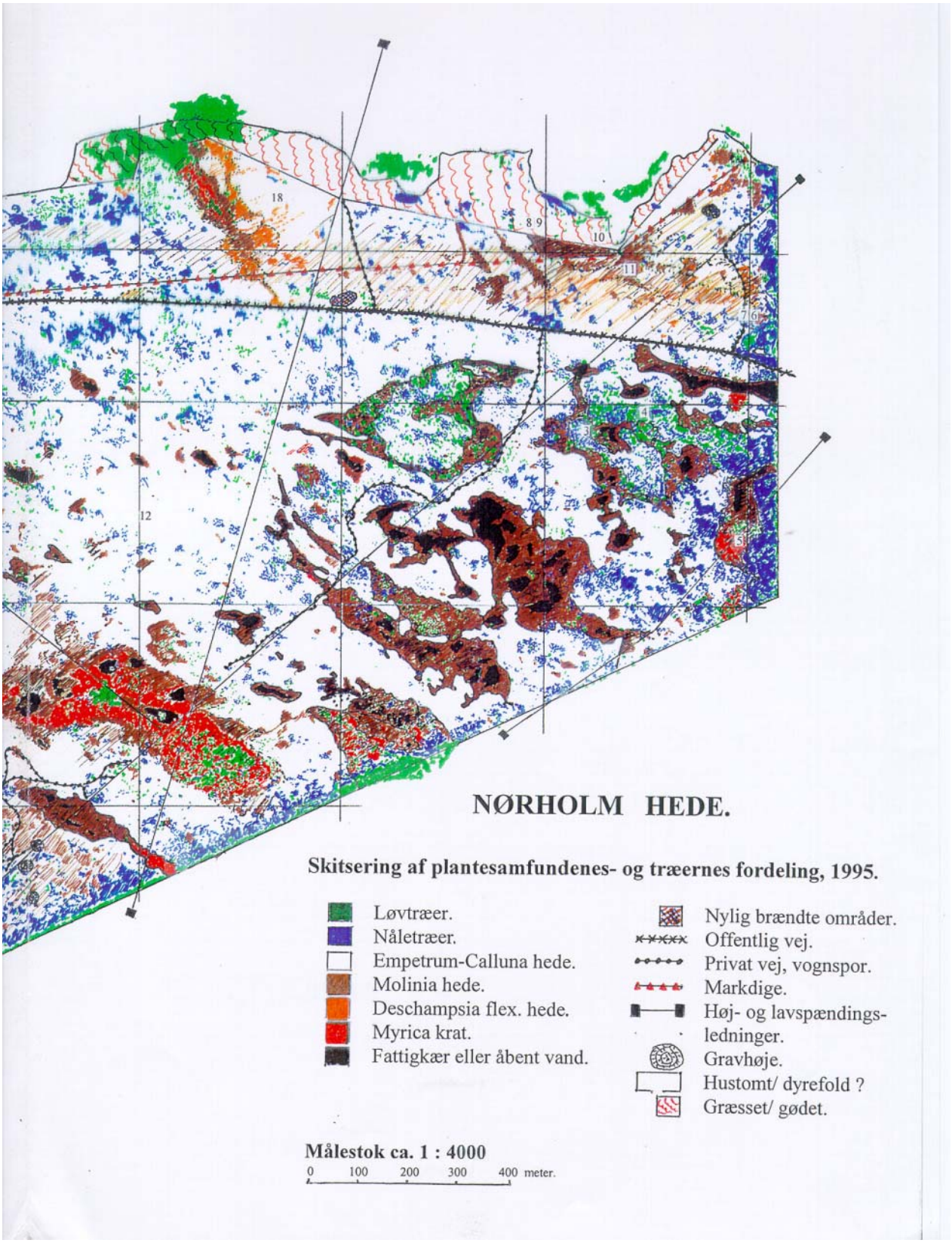
Figur 3.1. Kort over vegetationsudbredelsen i 1922 med kommentarer fra Mølholm Hansens originale notater indsat af Frandsen (1997). Notaterne findes på Botanisk Museum, Københavns Universitet.

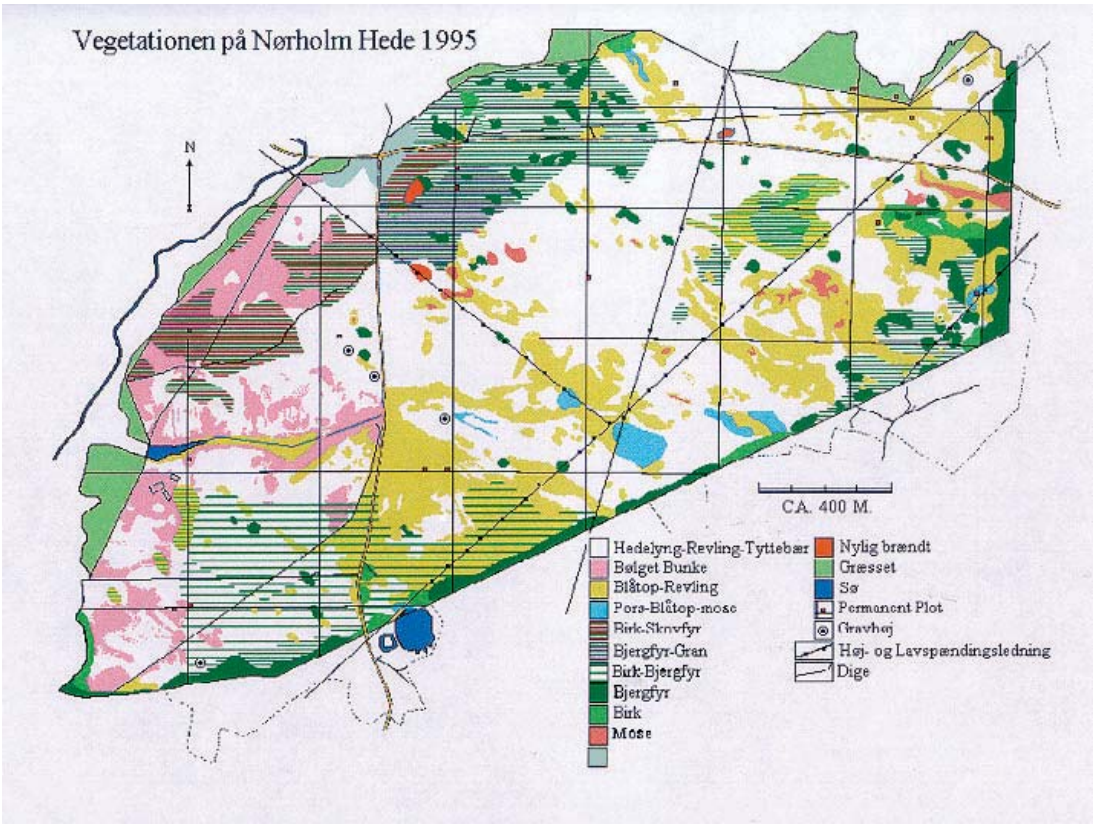



BILAG. B
Varde Aa
Empe, græs
Erica empe, græs
Erica, græs
Græs, empe
Empe, græs
Hovveje
Empe, græs
Empe, molinia
Hedespor
Dige
Torve skrællet Calluna
Tuet erica
Grøft
Mosegrave
Stærkt isprængt Molinia
Taget fra :
Hansen, H. Mølholm, 1932
"Nørholm Hede, en formationsstatistisk vegetationsmonografi.
Kgl. Danske Videnskab. Selsk. Skr. Naturvid. & Mat. 9.3.3., 99-195.
NÖRHOLM HEDE.
Plantesamfundenes Fordeling, Sommeren 1922.
Kortlagt af H. Mölholm Hansen.
Tallene 1 til 20 ved de sorte firkanter, viser placeringen af plot 1 til 20.
Empe = Empetrum.
Kortet er kombineret med notater fra M.H.H's feltkort, som er indtegnet i forholdet 1 : 1000. Kortsamlingen ligger på Botanisk Museum.
Calluna-Hede.
Erica-Hede.
Grönmose.
Ore og Græsmark.
Myrica-Mose.
Kratmose.
Kæmpehöj
Grusgrave.
Dige.
Grøft.
Vej
Höj- og Lævspændings-Linie.
Koordinatnettets Fikspunkter.
Maalestok 1:4000.
100 50 0 100 200 300 400 Meter

Figur 3.2. Vegetationstyperne på Nørholm Hede omkring 1995 (Frandsen, 1997). Skraveringer med en given farve angiver, at arten står spredt, men konstant i området.




18
8 9
10
11
12
NØRHOLM HEDE.
Skitsering af plantesamfundenes- og træernes fordeling, 1995.
Løvtræer.
Nåletræer.
Empetrum-Calluna hede.
Molinia hede.
Deschampsia flex. hede.
Myrica krat.
Fattigkær eller åbent vand.
Nylig brændte områder.
Offentlig vej.
Privat vej, vognspor.
Markdige.
Høj- og lavspændings-ledninger.
Gravhøje.
Hustomt/ dyrefold ?
Græsset/ gødet.
Målestok ca. 1 : 4000
0 100 200 300 400 meter.



Figur 3.3. Vegetationstyperne på Nørholm Hede omkring 1995 (Binding, 1997).

Prøveflade 15 er beliggende i denne type vegetation. Bølget bunke dominerer også i kvadratfelt 11 øst for markdiget i det område, der brændte i 1970. I dette område er der kun få urter indblandet.

På de græssede områder ved prøveflade 8, 9 og 10 i den nordlige del af heden har typen udviklet sig fra næsten ren dværgbuskhede (prøveflade 8), blanding af dværgbuskhede og blåtop (prøveflade 9) eller dominerende blåtop (prøveflade 10) til dominerende bølget bunke med lyngsnerre, rødknæ og alm. syre.

Blåtop – revling type (*Molinia coerulea-Empetrum nigrum*-type)**:** Denne type optager en stor del af den syd- og sydøstlige del af heden, hvor Hansen (1932) noterede klokkelynghede. Her er blåtop nu dominerende. Klokkelynghede findes nu hovedsageligt som en smal bræmme (2-3 m) omkring moserne. Udover revling findes smalbladet kæruld og tuekæruld samt klokkelyng. Vegetationstypen findes også i mere tørre områder, som har været udsat for forstyrrelse, især i tilknytning til de gamle kørespor på heden (Prøveflade 6, 7 og 11) samt på det areal, som måske har været opdyrket før 1770'erne (Prøveflade 16 og 17).

Pors-Blåtop-mose (*Myrica gale-Molinia coerulea-type*): Størstedelen af de

mosepors-moser, som Hansen (1932) registrerede i 1921-24 findes stadig. Prøveflade 5 ligger i en sådan mose, og her findes, udover pors og blåtop desuden kæruld sp., tranebær, klokkelyng, hedelyng, revling og sphagnum spp.

Grønmoser: Nørholm Hede er rig på mindre hedemoser, der er beskrevet som grønmoser i Hansen (1932). Kun to af disse, begge i den østlige del af heden, blev undersøgt nærmere i 1996. I de undersøgte to moser fandtes især meget sphagnum, tue- og smalbladet kæruld, næbstar, almindelig star, blåtop, bukkeblad, kragefod, almindelig mangeløv og i den ene mose voksede desuden vandpileurt. Der er ingen prøveflader i denne vegetationstype.

3.1.3 Tilgroningstyper

Binding (1997) har i sin kartering (fig. 3.3) angivet en række tilgroningstyper, der afgrænses efter opvæksten af træer og buske:

Bjergfyr-krat: ***Lukket bjergfyrkrat*** findes primært langs digerne i syd og øst, hvor man plantede bjergfyr i 1890´erne. Flere steder, på og lige op ad det gamle dige, er de gamle bjergfyr døde af alder, og birk og eg har etableret sig i midten af de gamle og nu åbne bjergfyr. Revling dominerer her sammen med bølget bunke. Desuden er alm. mangeløv udbredt. Der er ingen prøveflader i denne type vegetation. Hvor Hedelyng-Revling-Tyttebær-hede er under tilgroning findes mere ***åbent bjergfyrkrat***, der består af spredte buskadser. Det ses især i den nordvestlige del af heden, hvor prøveflade 1 og 2 ligger, i sydøst, hvor heden brændte i 1939 og bjergfyrren døde, samt hist og her langs den tilgroede del af digerne. Revling dominerer, med pletter af hedelyng. Blåtop er den almindeligste græsart her, men den forekommer kun som et underordnet element.

Birkemose : Typen findes i kanten af nogle af de fugtigere områder på heden, hvor birk vokser op i den kraftigt tuedannende blåtop. Hist og her vokser mosepors, men ikke i mængder, så det kan kaldes *Myrica*-mose. Der er ingen prøveflader i denne type vegetation.

Birke-fyrre-skov: ***Birke-bjergfyr*** **–variant:** På de gamle søer i øst vokser bjergfyr på den gamle søbund, og birk vokser langs den tidligere søbred. Desuden vokser her en del krybende pil, gråpil og øret pil. Blåtop dominerer med revling på de højere beliggende, og dermed mere tørre arealer. Prøveflade 3 og 4 ligger i denne type. ***Birke-skovfyr*****-variant:** På de tidligere brandtomter fra 1923 og 1970 vokser birk sammen med skovfyr. Dens forekomst kan ikke relateres til dyrkning, idet arealet, som brændte i 1923, ikke har været opdyrket, hvorimod det brændte område fra 1970 har været opdyrket. Bølget bunke er dominerende. Prøveflade 20 ligger her.

Blandet løvskov: Fra Nørholm Gods har en række løvtræer bredt sig fra godsets park, så der i dag er en blandet løvskov omkring vejkrydset Stokkebrovej og Vesterbækvej (Fig. 1.4). Skoven er kendetegnet ved bl.a. ahorn, spidsløn og bøg. Det er det eneste sted på heden, hvor bøg har etableret sig i større antal. De vigtigste træer er birk og eg, og det er her, man finder de største og ældste hvidgraner.

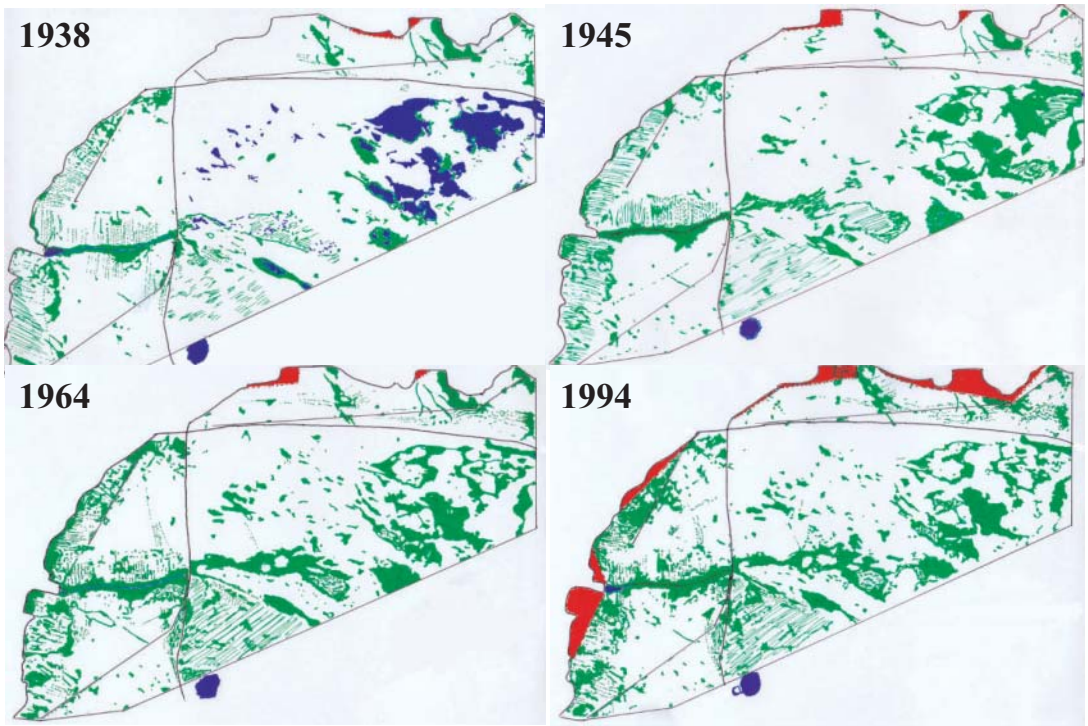
3.1.4 Arealfordeling af vegetationstyper

En arealopgørelse af vegetationstyperne er vist i tabel 3.1. I alt 17,3 % af arealet er dækket af en mere eller mindre åben skovvegetation. Hertil kommer, at mere åbne bjergfyrkrat dækker 9,7 % af arealet. I begge disse typer er der åbne arealer med hedelyng og revling eller græsser. Arealet er således ikke udtryk for træernes samlede dækning. Den vil være mindre end dette areal.

	Areal, ha	**Procent**
Birkemose	4,3	1,2
Birk-Bjergfyr	21,9	6,3
Birk-Skovfyr	9,3	2,7
Bjergfyr	14,3	4,1
Blandet løvskov	10,6	3,0
Skov og krat i alt	**60,4**	**17,3**
Åben bjergfyr	33,8	9,7
Åbne krat i alt	**33,8**	**9,7**
Hedelyng-revling hede	137,2	39,2
Blåtop-græsland	12,8	3,7
Bølget bunke græsland	35,9	10,3
Græsland og hede i alt	**185,9**	**53,2**
Blåtop-mose	49,1	14,0
Pors-mose	2,4	0,7
Hedemose	3,5	1,0
Moser i alt	**55,0**	**15,7**
Græsset areal	14,0	4,0
Grusgrav	0,3	0,1
Sø	0,4	0,1
Andre arealer i alt	**14,7**	**4,2**
i alt	**349,8**	**100,1**

Tabel 3.1. Arealopgørelse af vegetationstyperne efter vegetationskarteringen (Binding, 1997).

De vegetationstyper, der udgør hovedparten af grundlaget for vegetationsundersøgelserne ligger i områder, hvor vegetationen allerede fra begyndelsen var græsprægede. De åbne arealer »græsland og hede« udgør 53.2 % af Nørholm Hede (Tabel 3.1). Heraf udgør græsvegetationstyperne kun ca. 1/4 (26 %), mens de resterende ca. 3/4 er dækket af hedelyng-revling typen.



Figur 3.4. Nørholm Hede 1938-1994. Udbredelsen af græs (grøn), fugtigbundsarealer (blå) og græsningsarealer (rød). Tegnet efter luftfoto. For flere detaljer, se Frandsen (1997).

Frandsen (1997) har indtegnet græsarealernes udbredelse på baggrund af luftfotos fra heden 1938 – 1994 (Figur 3.4). Det viser også, at græssernes udbredelse i dag overvejende er begrænset til de områder, hvor de også fandtes i 1938. En undtagelse er søområderne i øst, som efter udtørring er groet til med græs.

3.1.5 Floristiske ændringer

Floraen på Nørholm Hede kan ses i bilag 1, som er en opgørelse over de plantearter, der er registreret på enten prøveflader eller ved inventeringer fra 1921 og frem til 2003. Hansen (1932) foretog meget grundige undersøgelser over områdets vegetation i 1921-1924. Ikke alle arter, der er markeret som fraværende i perioderne efter 1921-26 er reelt fraværende. Det gælder navnlig fugtigbundsarterne, som ikke har været i fokus siden Hansens intensive gennemgang af hedens flora (Hansen 1932). Senere inventeringer har været mere overfladiske. Fravær af en planteart ved de senere undersøgelser kan derfor let skyldes en ringere undersøgelsesintensitet.

I bilag 2 og 3 vises de enkelte arters dækning og frekvens på prøvefladerne fra 1921 til den seneste undersøgelse i 1996 som et gennemsnit over alle prøveflader. Tilsammen giver bilag 1, 2 og 3 en god oversigt over planternes generelle udvikling på heden.

En række af hedens arter er i voldsom tilbagegang og nogle er måske forsvun-

det helt. Det gælder specielt hedemelbærris, der har været et hyppigt og konstant element på heden. Den fandtes på næsten hele den egentlige hede ved de første undersøgelser (Hansen 1932). I 1921 havde den en gennemsnitlig dækning på prøvefladerne på 3,85 og en frekvens på 12,35. På prøveflade 1 fandtes den i alle cirklerne og fik således en frekvens på 100. Den blev registreret på 4 - 5 floraprøveflader i årene 1921-37 og senest to floraprøveflader i 1974. Ved den seneste genundersøgelse er den ikke registreret på prøvefladerne og den er heller ikke set ved inventeringerne siden, selvom den har været eftersøgt. Engelsk visse og håret visse er også gået tilbage, selv om tilbagegangen ikke er lige så drastisk. Begge arter findes stadig på enkelte floraprøvefelter og ses også på heden hist og her. Derimod er der fremgang for arter som bølget bunke og tyttebær, der tåler mere skygge.

En række planter, der især er tilknyttet sure næringsfattige overdrev, er gået tilbage. Det gælder arter som pimpinelle, alm. mælkeurt, kattefod, alm. rørlike, alm. torskemund, markfrytle, fåresvingel, tormentil. De urter, der er gået frem, er skovstjerne og lyngsnerre. Det er især sket på de tidligere dyrkede arealer. Fremgangen for rødknæ skyldes udelukkende de nye græsningsområder ved hedens nordrand.

Fra den fugtige hede har klokkelyng, katteskæg og tandbælg været på tilbagegang. Klokkelyngen er stadig hyppig, men hvor den ved starten fandtes på 10 af 17 prøveflader, findes den i dag kun på 4 af 20 prøveflader. Dækning og frekvens er samtidig faldet fra henholdsvis 9,51 og 25,12 til 0,72 og 2,06. På den fugtige hede er det især blåtop, der er gået frem. Enkelte habitater er helt forsvundet. Et mindre område med indlandsklitter er groet helt til, så en art som sandskæg ligeledes er forsvundet. Det kan også have betydet tab af andre arter fra den habitattype. Det gælder f.eks. laver tilknyttet sand.

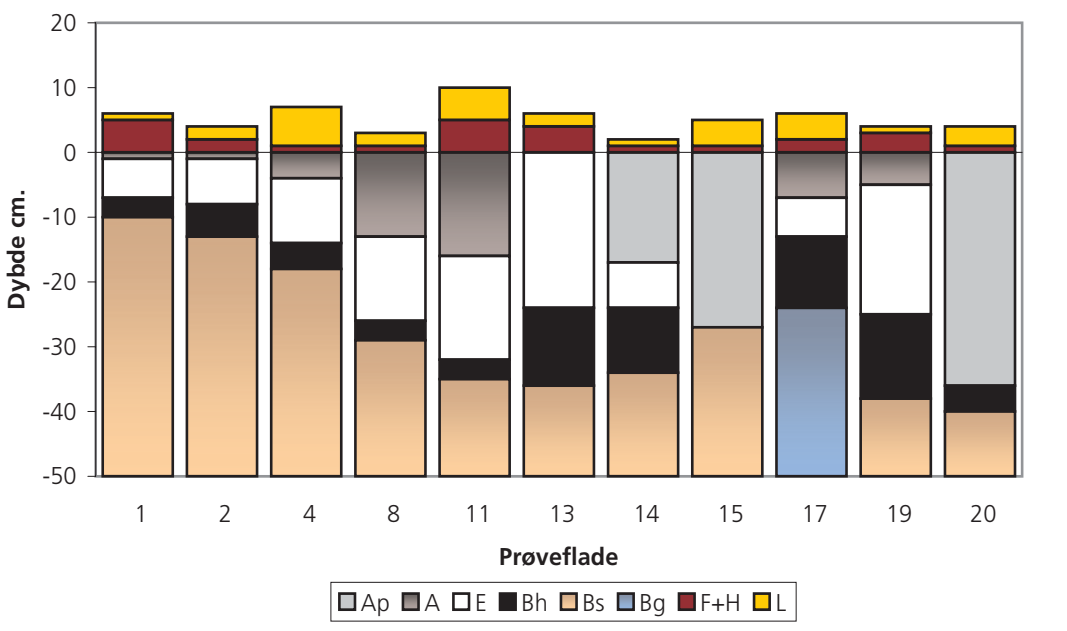
De områder, der længst har båret skov, er begyndt at få skovpræg også i bundvegetationen. I kvadratfelt 5 er der i 1994-96 og 2003 fundet skovarve, stor fladstjerne, alm. kohvede, smalbladet mangeløv, bredbladet mangeløv, alm. mangeløv, krybende læbeløs, lundrapgræs, miliegræs, hindbær, stinkende storkenæb, skovsalat og stor nælde. På haveaffaldsbunker er desuden fundet skvalderkål og febernellikerod. Det er alle arter, som er særligt hyppige i skove og krat. De understregede arter er med de seneste inventeringer fundet på arealet for første gang.

Af de mere skovtilknyttede arter er smalbladet mangeløv, bredbladet mangeløv, alm. mangeløv, lundrapgræs, hindbær og stor nælde også fundet i andre kvadratfelter end kvadrat 5. Sammenligner man med indvandringen af skovtilknyttede planter på birke- og egearealer på diget mod syd, bemærker man, at der her er langt færre arter, og at de hyppigste indvandrere er bregnerne, der har særlig let ved at sprede sig over store afstande med deres små sporer. Centrum for spredning af arterne ind i området er tydeligvis hedens nordvesthjørne op til godset.

Skovtilknyttede arter er også begyndt at optræde på selve floraprøvefladerne, hvor der er fundet lundrapgræs i prøveflade 8 og mangeløv på prøvefladerne 4, 5 og 6. De er kun registreret fra floraprøvefladerne, men endnu ikke set i cirklerne med undtagelse af cirklerne på prøveflade 5. Hertil kommer, at der nu træffes en række træ- og buskarter på prøvefladerne selv om de endnu er fåtallige. Det gælder bjergfyr, skovfyr, birk, eg, alm. røn, bævreasp, gråpil og øret pil.

3.2 Floraprøveflade 1 – 20

Udlægning af permanente floraprøveflader havde oprindeligt det hovedformål at gøre *»iagttagelser over hvilke forandringer der eventuelt foregår med floraen nu, efter at heden har fået fred for husdyrenes græsning«* (Oppermann & Bornebusch, 1930). Det oprindelige formål med placeringen af de enkelte floraprøveflader i 1921 giver ikke altid mening i dag. Ny viden om områdernes kulturhistorie gør i flere tilfælde de gamle formål uanvendelige. Således er flere floraprøveflader, der oprindeligt blev udlagt som kontrol til forstyrrede prøveflader, selv forstyrret. Prøveflade 1 skulle være en ikke tørveskrællet kontrol til den tørveskrællede prøveflade 2, men er sandsynligvis selv tørveskrællet (Tab 3.2). Prøveflade 13 skulle være en udyrket kontrol til den dyrkede prøveflade 14, men er selv dyrket. Desuden har en række senere forstyrrelser grebet ind i successionsforløbene. Tabel 3.2 viser en oversigt over disse problemstillinger.



Figur 3.5: Oversigt over jordprofilerne gravet ved et udvalg af floraprøvefladerne.

Tabel 3.2. Sammenlignende oversigt over de oprindelige formål for de enkelte prøveflader sammenholdt med den nuværende viden om områdernes forhistorie.

Prøve-flade	Oprindeligt formål	Funktion i relation til oprindeligt formål	Forstyrrelser	Periode for forstyrrelse	Omrodning af jordbund
1	Effekt af	Kontrol	Måske tørveskrællet	Ca. 16-1700 ?	Ingen
2	Tørveskrælning (1, 2)	Tørveskrælning	Tørveskrællet	Ca. 1900	Ingen
3	Succession i klokkelynghede	Replikat	Sødannelse	1930 - 1942	Ingen
4	efter opgiven græsning	Replikat	Sødannelse	1930 - 1942	Ingen
5	Succession i Pors-mose efter opgiven græsning		Ingen	-	Ingen
6	Udvikling i forholdet mellem hedelyng og græsser i mosaik-vegetation efter opgiven græsning.	Mosaik fattig på hedelyng og med middel græsser	Hulvejsbælte	før 1818	Intensiv
7	Prøvefladerne 6, 7 og 11 er alle del af en gradient.	Mosaik, med meget hedelyng og få græsser	Hulvejsbælte	før 1818	Intensiv
8[1]	Udvikling i vegetationsgrænsen mellem hedelyng og græsser ved kanten af en græsplet	Lyngdomineret hede. Ligger lige op ad og danner par med (9)	Tidligere sandflugt (kvægslid) Kvæggræsset	før 1818?, 1895? 1978-	Intensiv
9[1]	(8,9,10).	Græs og dværgbusk mosaik (danner par med 8)	Tidligere sandflugt (kvægslid) Kvæggræsset	før 1818?, 1895? 1978-	Intensiv
10[1]		Repræsenterer vegetationen i græsplet langt fra randen	? kvægslid vejspor Kvæggræsset	før 1818?, 1895? før 18?? 1978-	mellem
11	Udvikling i lyng- og græsmosaik (6, 7, 11)	Mosaik, med meget græs og middel hedelyng	Hulvejsbælte	før 1818	Intensiv
12	Udvikling i lynghede		Ingen	-	Ingen
13	Udvikling på græsrig udyrket	Udyrket	Dyrket	før 1787 ? , ca. 1787	Lille intensitet
14	hede i forhold til dyrket	Dyrket	Dyrket	før 1787, 1787, 1870	Intensiv
15	Succession på tidligere dyrket hede. Går udviklingen mod hede eller græs.	Dyrket. Replikat til prf. 14, men mere urterig	Dyrket Brændt	før 1787, 1787, 1870 1923	Meget intensiv

Tabel 3.2. fortsat fra forrige side.

Prøve-flade	Oprindeligt formål	Funktion i relation til oprindeligt formål	Forstyrrelser	Periode for forstyrrelse	Omrodning af jordbund
16	Udvikling i urterig	Replikat	Måske dyrket	før 1787	Intensiv?
17	hede	Replikat	Måske dyrket	før 1787	Intensiv?
18	Udvikling i revlinghede rig på græs og urter med tilknytning til skov		Måske dyrket	1787	Lille intensitet
19	Brand i et uopdyrket område	udlagt i udyrket område som parallel til 15 i dyrket område	Dyrket (evt. tiltænkt) Brændt	Udateret kort (1780?) 1923	Mangler (evt. lille intensitet)
20	Succession efter gentagen brand på dyrket område	Tidl. dyrket areal brændt både i 1923 og 1970. Prf. 15 er kontrol i forhold til seneste brand.	Dyrket Brændt	før 1787, 1787?, 1870 1923, 1970	Meget intensiv

Jordbundsforholdene er også en væsentlig forudsætning for at forstå vegetationsudviklingen. Der er derfor gravet profiler ved en række af prøvefladerne. De viser også spor af de tidligere forstyrrelser. Således er der i profilerne fra prøveflade 14, 15 og 20 tydelige pløjelag og et ganske tyndt morlag (fig. 3.5 side 57).

Der vil under gennemgangen af de enkelte prøvefladers vegetationsudvikling nedenfor være en mere detaljeret gennemgang af formål, forstyrrelser og jordbundsforhold. En del floraprøveflader blev udlagt i grupper for f.eks. at undersøge konkurrencen mellem græsser og hedelyng i en gradient fra områder med dominans af hedelyng til områder domineret af græsser

3.2.1 Prøveflade 1 og 2, effekten af tørveskrælning

Formålet med at udlægge prøveflade 1 og 2 var at undersøge forskellen mellem vegetationsændringerne på tørveskrællet og ikke tørveskrællet hede. Prøveflade 2 blev tørveskrællet omkring århundredeskiftet. Prøveflade 1 skulle fungere som kontrol og blev udlagt tæt på prøveflade 2 i hedens nordvestlige hjørne (kvadratfelt 6) (Fig. 3.6, 3.7).

Prøveflade 1 har sandsynligvis også været tørveskrællet tidligere. Området ligger tæt på bebyggelse og det var specielt her tørveskrælning foregik (Riis-Nielsen, 1992). Desuden har prøvefladen et ret tyndt morlag, som kan være tegn på, at området har været tørveskrællet indenfor de sidste 200 til 300 år. Det tilstødende område lige nord for er blevet tørveskrællet og på 1938 luftfotoet kan ses en ny tørveskrælning tæt på prøveflade 1. Vegetationsudviklingen på prøveflade 1 og prøveflade 2 beskriver måske snarere to successionstrin efter tørveskrælning.

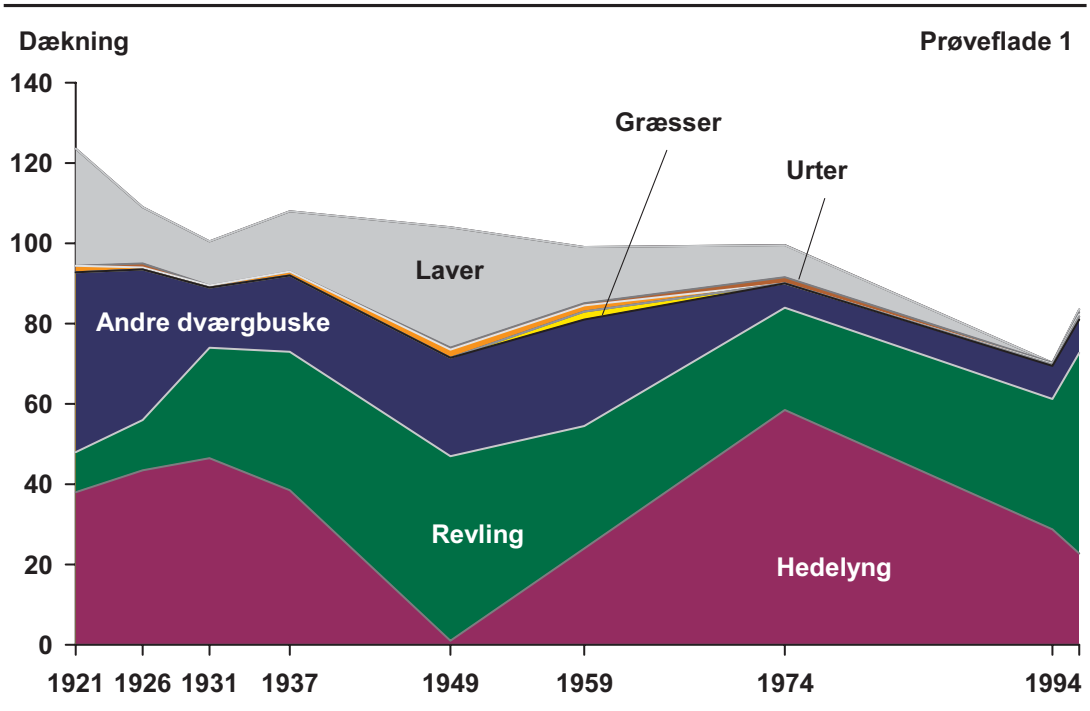
Prøveflade 1 og 2 ligger på en afblæsningsflade. De har begge podsolprofiler med et forholdsvis tyndt udvaskningslag (E) (Figur 3.5). Det tynde blegsandslag er karakteristisk for afblæsningsflader. De afviger kun fra hinanden ved det tyndere morlag på det nyligt tørveskrællede område på prøveflade 2. Hverken kort, luftfotos, jordbund eller vegetation viser tegn på tidligere dyrkning i det område, hvor prøveflade 1 og 2 ligger.

De vigtigste træk af vegetationsudviklingen er:
- På begge floraprøveflader foregik en naturlig regeneration af hedelyng efter den døde i 1949. Da der ikke blev registreret hedelyng i 1949, må den naturlige selvforyngelse være sket ved frøspiring.
- Successionen udviser et cyklisk forløb afhængigt af hedelyngens dækning. Hedelyng har været nøglearten (den »bestemmende« art) frem til efter 1974. Revling og en række andre arter udviser svingninger i modfase med hedelyng (se afsnit 4.2.1 Hedelyngs vækstfaser).
- Der er også en retningsbestemt udvikling med fremgang for revling og tilbagegang for laver. Begge prøveflader har gennemgået en udvikling fra lynghede mod revlinghede.
- På begge prøvefladerne spiller græsser, halvgræsser eller urter kun en ringe rolle.
- Prøvefladerne ligger i den del af heden, der er mest påvirket af træindvandring. I 1994 blev der på floraprøveflade 1 registreret 1 halvstor og 4 små bjergfyr, 1 lille hvidgran og 2 små skovfyr. Prøveflade 2 har også en opvækst af træer. De dominerer endnu ikke med deres skygge. I 1994 var der 1 halvstor og 2 små bjergfyr, 5 små birke og 1 lille eg på floraprøvefladen.

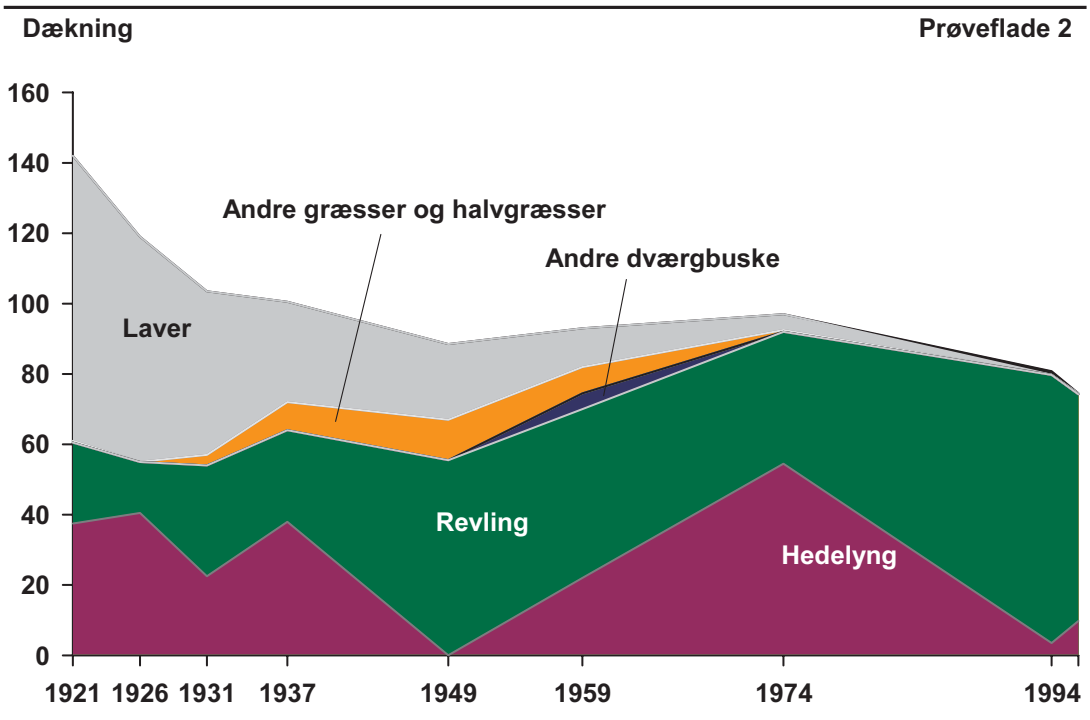
Selv om der er mange fællestræk, er der også markante forskelle mellem prøvefladerne, som kan tilskrives tørveskrælningen:
- På prøveflade 2 har der været en meget lav dækning af karplanter i de første 70 år efter tørveskrælningen. Ved starten af undersøgelserne udgjorde karplanterne tilsammen kun 60 % af vegetationen, mens de lyskrævende laver dækkede resten eller forekom som bundvegetation under karplanterne. Til sammenligning dækkede karplanterne over 90 % på prøveflade 1.
- Laverne dominerede fra starten på prøveflade 2 med en dækning på ca. 80 %. De er gået kraftigt tilbage allerede tidligt i forløbet. På prøveflade 1 har laver (rensdyrlaver og bægerlaver) udvist store svingninger i modfase med hedelyng, men det ses ikke på prøveflade 2. Forskellen kan skyldes, at de uregelmæssige undersøgelser af vegetationer ikke har fanget disse udsving på prøveflade 2.
- Gennem tiderne har hedemelbærris, tyttebær, håret visse, engelsk visse og en række urter og græsser optrådt på prøveflade 1, mens der på prøveflade 2 i og udenfor cirklerne kun er registreret enkelte halvgræsser (alm. star, andre star og tuekogleaks) samt bølget bunke i 1994. Diversiteten er betydeligt

lavere på prøveflade 2 end 1 (se tabel 3.3 og 3.4).

- Forarmning af floraen på grund af tørveskrælning er tydelig selv ca. 100 år efter indgrebet. Omvendt kan artsrigdommen på prøveflade 1 i forhold til urørt hede på prøveflade 12 måske tilskrives en tidligere tørveskrælning.



Figur 3.6. Floraprøveflade 1



Figur 3.7. Floraprøveflade 2

På den floristisk langt rigere prøveflade 1 er det værd at lægge mærke til nogle markante træk i udviklingen.

- I 1959 ses tyttebær første gang, og den breder sig langsomt op til i dag.
- Der er allerede fra starten en kraftig tilbagegang for hedemelbærris. Den er reduceret med over 80 % allerede i 1937.
- I 1921 kunne området karakteriseres som en åben tør melbærris-hede med håret visse (Böcher, 1970; Mikkelsen, 1970 samt kilder heri), mens prøvefladen i 1995 fremstår som en åben revlinghede med en del hedelyng og klokkelyng. Fra starten optrådte både klokkelyng og hedemelbærris sammen på prøvefladen, hvilket er usædvanligt. I dag har klokkelyng bredt sig. Det kunne antyde, at området er blevet fugtigere. Der er dog ikke andre tegn på, at heden skulle være blevet mere fugtig.

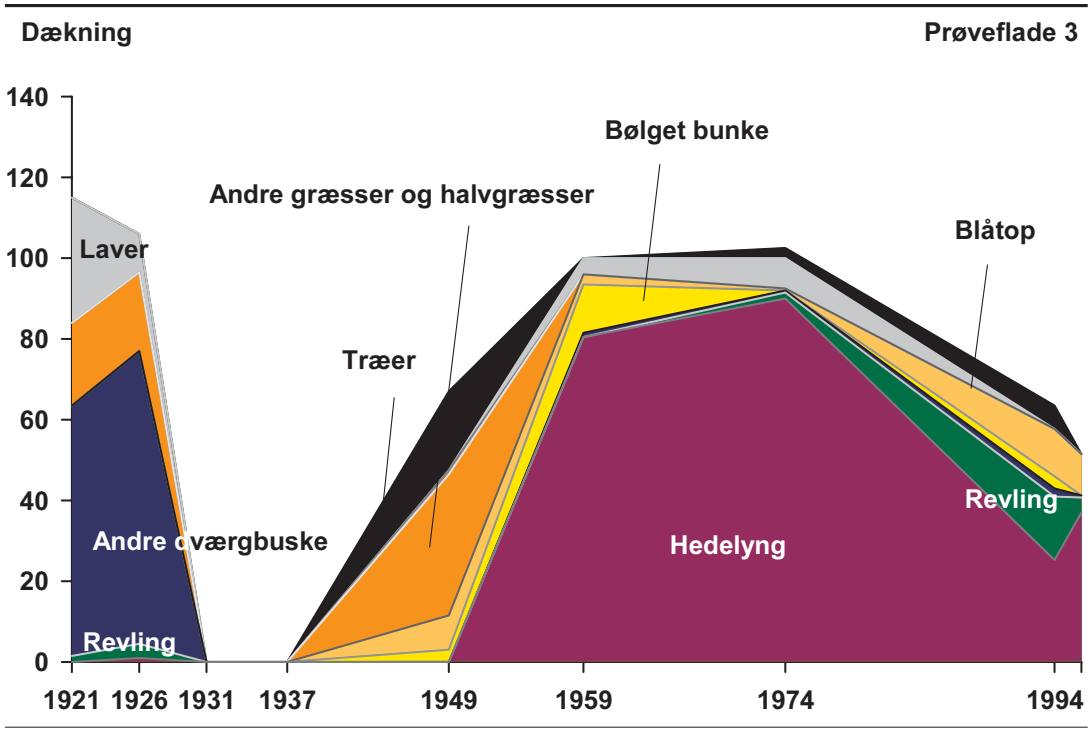
3.2.2 Prøveflade 3 og 4, klokkelynghede

Floraprøvefladerne 3 og 4 ligger i hedens østlige del i kvadratfelt 16. Det oprindelige formål var at følge udviklingen på en klokkelynghede med meget tuekogleaks. Der er ikke formuleret nogen egentlig hypotese ved undersøgelsernes start, men der var fra start fokus på tuekogleaksens forekomst (Oppermann & Bornebusch, 1930). Måske forestillede man sig, at tuekogleaksen kunne udkonkurrere klokkelyng på samme måde, som græs formodedes at kunne udkonkurrere hedelyng.

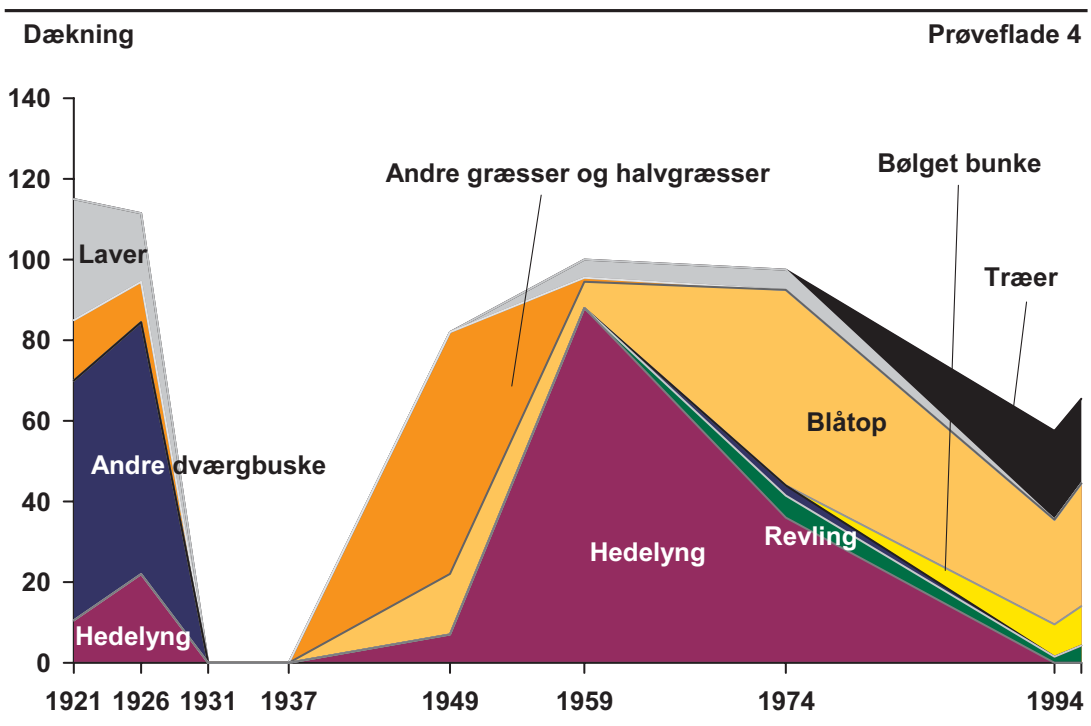
Jordbundsprofilen ved prøveflade 4 er en podsolprofil. Den viser, at der før i tiden har været hede med nedadgående vandbevægelse (Fig. 3.5). Jordprofilen er ikke dannet i et område, der er konstant vanddækket og der er ikke spor af tørvedannelse. På intet tidspunkt er der angivet mose eller græsningssignatur i området, hvor prøveflade 3 og prøveflade 4 ligger (Frandsen, 1997). Fra 1930 til 1942 var prøvefladerne 3 og 4 dækket af en temporær sø, der sidst på sommeren 1942 var registreret som et lag dynd. Rester af dette lag kunne stadig ses i 1949. Udviklingen i de fysiske kår på begge prøveflader har været så speciel, at det er umuligt, at bruge de registrerede udviklingsforløb til en generel beskrivelse af successionen på klokkelynghede.

Udviklingen på prøvefladerne 3 og 4 har været meget parallel (Fig. 3.8 og 3.9). Ved undersøgelsens start var begge prøveflader domineret af klokkelyng og alm. star. De afveg fra hinanden ved at prøveflade 4 havde en del hedelyng, mens prøveflade 3 helt manglede hedelyng, men havde lidt smalbladet kæruld og revling. De har gennemløbet en udvikling fra klokkelynghede over sø til pionérsamfund med halvgræsser, lynghede og endelig trætilgroning.
Udviklingen er forløbet i flere etaper:

- Stigende forsumpning markeret ved en øget dækning af smalbladet kæruld på prøveflade 3.
- Laver er gået tilbage allerede efter de første undersøgelser.
- Sødannelse



Figur 3.8. Floraprøveflade 3



Figur 3.9. Floraprøveflade 4

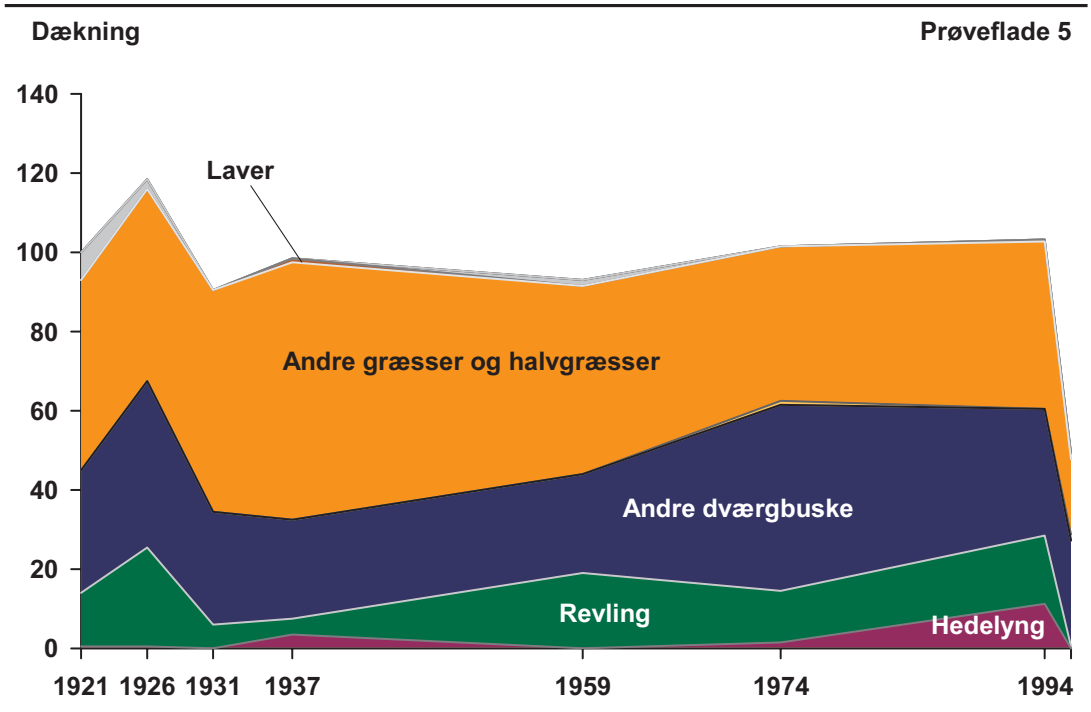
- Pionérfase. Søperioden kan i 1949 aflæses på tilstedeværelsen af rørgræs, gråpil og en del små birke, samt pionerurter som rødknæ og skovbrandbæger. Det dominerende element i vegetationen var fugtigbundsarter som lysesiv, blåtop og alm. star.
- Tilgroningen med især gråpil, birk og bjergfyr, samt indvandringen af blåtop, som ikke fandtes i vegetationen før sødannelsen, synes at bero på de åbne dynddækkede flader, som har være et godt spiringssubstrat for en række plantearter.
- Med tiden forsvinder fugtigbundsarterne og afløses af en hedevegetation domineret af hedelyng.
- Hedelyngen går tilbage fra en maksimal dækning i 1959/1974 til et langt lavere niveau i 1994 og afløses af græsser.
- Dækningen af laver følger dækningen af hedelyng ved tilgroningen af den tidligere sø.
- Prøvefladerne domineres i dag af opvækst af træer. Begge prøveflader har en kraftig opvækst af fyr i den østlige del. Prøveflade 3 har enkelte birke og gråpil. I den vestlige del af prøveflade 4 har 2 af de små birke, som var tilstede efter sødannelsen, vokset sig store. Desuden findes en del små gråpil, 4 små birke og 3 små ege. Når trævæksten ikke fremgår så tydeligt på figurerne, er det fordi, de større træer fejlagtigt ikke er medtaget, selv om de danner kronelag over Raunkjær cirklerne.
- Tilgroning med træer betyder, at dækningen af vegetationen i Raunkjær cirklerne går tilbage til 40-50 %, hvilket må tilskrives den tiltagende skygge.
- Revling kommer til i 1974. Både blåtop, bølget bunke og revling er mere skyggetolerante end hedelyng.

Forskellen på prøvefladerne er hovedsageligt:
- Hedelyng har været knapt så dominerende på prøveflade 4 og dækningsgraden gik tidligt tilbage her.
- Til gengæld har blåtop og alm. star været langt mere fremtrædende.

Specielt for begge områder er, at blåtop har kunnet sprede sig hertil. På alle de øvrige prøveflader er det karakteristisk, at blåtop ikke i et eneste tilfælde er indvandret til en prøveflade, hvor den ikke fandtes allerede i 1921. Frøspiring og etablering af blåtop synes at have været begunstiget af de nøgne dyndflader.

3.2.3 Prøveflade 5, hedemose domineret af pors

Prøveflade 5 er anlagt i en porsemose i hedens sydøstlige hjørne i kvadratfelt 16. Der ser ikke ud til at være nogen egentlig hypotese bag udlægningen af denne prøveflade ud over ønsket om at se, hvordan en sådan mose ville udvikle sig. Der var store problemer med at udmåle prøvefladens placering og prøvefladen kan godt være udlagt et par meter nord for dens rigtige placering i 1994 og 1996 (Binding, 1997).



Figur 3.10. Floraprøveflade 5.

De vigtigste træk af udviklingen (Fig. 3.10) :

- Vegetationen har gennem årene været domineret af smalbladet kæruld og mosepors, med klokkelyng og revling som underordnede elementer. Vegetationen er meget konstant og udsving synes at være reversible.
- Laver har altid været et underordnet element, men går klart tilbage med årene. Det går hurtigst i de første år.
- Birk er ved at blive etableret, og de fremtidige undersøgelser må formodes at blive præget af en stigende trætilgroning. Omkring prøveflade 5 befinder sig mange frøproducerende individer af både birk og bjergfyr. Mosen er generelt under tilgroning med birk og på de mere tørre områder med bjergfyr. Selv om prøveflade 5 kun er 5 x 5 meter, blev der i 1994 registreret 2 birke inde på prøvefladen. På sigt kan trævækst udtørre området, da skov har en betydelig større evapotranspiration end mere åbne arealer.

Der blev ikke gravet profil ved prøveflade 5, da området var vanddækket, men ud fra vegetationens stabilitet må man formode, at der i lang tid har været mose i dette område. Der ses ingen angivelse af tørvegravning i dette område på de gamle kort (Frandsen, 1997).

3.2.4 Prøveflade 6, 7 og 11, en græs-lyng gradient i gammelt vejområde

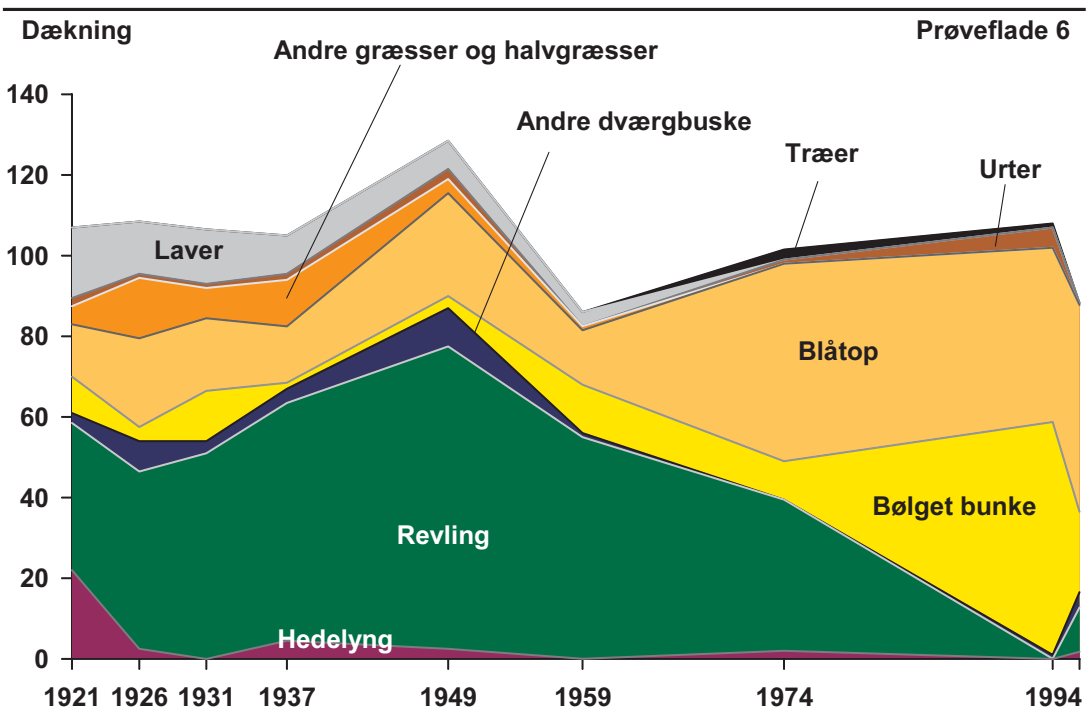
I 1921 var hele det nordøstlige hjørne af heden rig på løst afgrænsede blåtoppartier. Prøvefladerne 6, 7 og 11 repræsenterede ved starten af undersøgelserne en gradient fra en lyngdomineret dværgbuskhede med 48 % lyng og lidt revling og kun 12 % græs (prøveflade 7), over en revlingdomineret dværg-

buskhede med 22 % lyng og 26 % græs (prøveflade 6) til en mosaik af revling og hedelynghede med 40 % græs, især blåtop (prøveflade 11) (Tabel 3.2 og Figur 3.11, 3.12 og 3.13).

På alle tre prøveflader var der både blåtop, bølget bunke og katteskæg. Det indbyrdes forhold mellem græsarterne var noget vekslende. Blåtop var den dominerende græsart på alle prøvefladerne. På prøveflade 6 og 7 fulgtes den af bølget bunke, mens katteskæg var den næstvigtigste græsart på prøveflade 11. Et fællestræk for prøvefladerne var også forekomst af tormentil og en dækning af laver som varierede fra 11-17%.

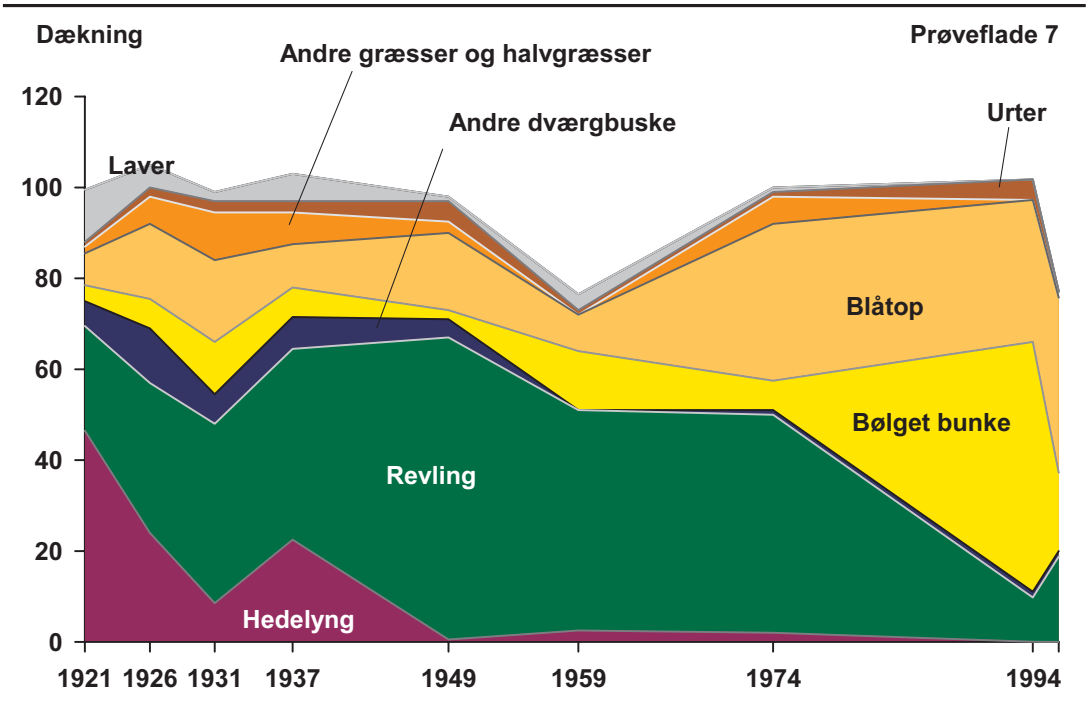
Prøveflade 6, 7 og 11 ligger midt i en gammel strækning med tætliggende hedespor, som trafikken fulgte, inden Stokkebrovej blev anlagt ca. 1818 (Figur 1.2). Floraprøvefladerne repræsenterer derfor vegetationsudviklingen på et tidligere intensivt benyttet vejområde, som siden har ligget ubenyttet i 150 - 175 år. Trafikken har betydet en omrodning af jordbunden og en tilførsel af gødning fra de heste og stude, der trak vognene samt fra husdyr, der er drevet ad vejene. Nogle af hedesporene krydser under diget fra 1770. Det tyder på, at det er en gammel hovedfærdselsåre for trafikken til og fra Godset. Udover køresporene har der desuden været adgang ned til engen igennem prøveflade 11 (Frandsen, 1997).

Anlæggelse af Stokkebrovej kan dateres med nøjagtighed, da hedevejen på et kort fra 1818 (Kort- og Matrikelstyrelsen, Ældste rulle*) er vist som et af-

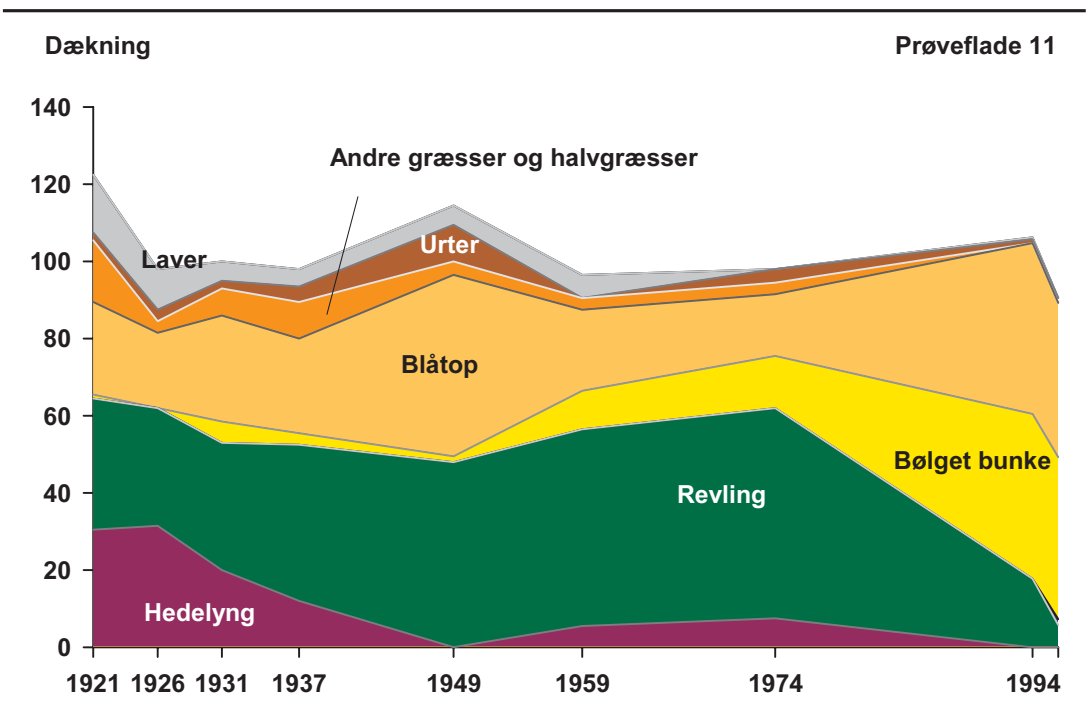


Figur 3.11. Floraprøveflade 6.

* Ældre kort og kortskitser samt kort, der ikke blev godkendt til matrikuleringen i 1844



Figur 3.12. Floraprøveflade 7



Figur 3.13. Floraprøveflade 11

grænset bredt område, som fuldstændig svarer til det sporfyldte område på nyere luftfotografier (se nærmere i Frandsen, 1997). På matrikelkortet (Kort- og Matrikelstyrelsen, original 1) hvis opmålingstidspunkt er ukendt, men som er godkendt i 1819 (Kort- og Matrikelstyrelsen) samt på alle senere kort, har vejen derimod det samme forløb som i dag, og det tidligere brede vejforløb er ikke markeret.

Udviklingen på prøvefladerne har været meget parallel (Figur 3.11, 3.12 og 3.13). De vigtigste træk af udviklingen er:

- Relativt små forandringer i den samlede dækning af dværgbuske frem til 1959/1974.
- Hedelyng aftager allerede tidligt. På prøveflade 6 og 7 sker dette endda inden bladbilleangrebet i 1928.
- Revling breder sig til dominans i en årrække og topper i 1949, men går siden ned igen.
- Blåtop breder sig på bekostning af revling, og bølget bunke følger med, så vegetationen domineres i dag af de to arter. Fremvæksten af græsser er især sket på bekostning af revling efter 1959/1974.
- Det indbyrdes forhold mellem bølget bunke og blåtop er enten uændret (prøveflade 6 og 7) eller viser en vækst af bølget bunke på bekostning af blåtop (prøveflade 11).
- Laver aftager i dækningsgrad gennem hele perioden
- Der er begyndende træopvækst i alle prøvefladerne. I prøveflade 6, ses en alm. ene, 1 lille birk og 1 tørst. I prøveflade 7 er der spredt opvækst af 7 små tørst. Prøveflade 11 er under tilgroning med 8 tørst og 3 røn i højdeklasserne mellem 0.5 og 2 meter.

Hovedindtrykket fra de tre prøveflader er, at de udviklingsmæssigt er meget ens. Prøveflade 11 afviger en smule ved at blåtop og ikke revling breder sig, da hedelyng forsvinder i 1949.

Der er gravet et profil udenfor prøveflade 11 (Fig. 3.5). Lagene er ikke horisontale, men er forskudt nedad midt i profilet. Denne forskydning ligger lige under et hjulspor, som må formodes at have forårsaget dette fænomen.

3.2.5 Prøveflade 8, 9 og 10, en græs-lyng gradient på tidligere sandflugtsareal

Prøveflade 8, 9 og 10 ligger i hedens nordøsthjørne i kvadratfelt 3 og 4 tæt på skrænten. Det er et græsområde rigt på blåtop. Prøveflade 8 og 9 er lagt i umiddelbar forlængelse af hinanden i det udflydende grænselag mellem dværgbuskhede og græshede (Tabel 3.2; Fig. 3.14 og 3.15). Prøveflade 8 repræsenterer heden med kun få % græs og prøveflade 9 en mosaik af græs og dværgbuske, således, at grænsen mellem prøvefladerne samtidig markerer overgan-

gen mellem de to vegetationstyper i 1921 (Bornebusch, 1932). Prøveflade 10 er lagt midt i et græsdækket område, hvor der kun var få % dværgbuske (figur 3.16). Gradienten gik fra lyngdomineret hede med over 100 % samlet dækningsgrad af dværgbuske og med ganske få procent anden vegetation (prøveflade 8) over revlingdomineret hede med 60 % dækning af dværgbuske og 40 % græs (prøveflade 9) til en blåtopvegetation med ganske lille dækning af revling og iblandet katteskæg og tuekogleaks (prøveflade 10). Gradienten er fra starten meget mere markant end den tilsvarende gradient i en mere mosaikagtig vegetation på prøvefladerne 6, 7 og 11.

I 1978 blev området, hvor alle tre prøveflader ligger, indhegnet og kvæggræsset for at sikre kvæget mulighed for at bevæge sig frit mellem to engområder adskilt af en stejl åskrænt. Lignende forhold kan i det forrige århundrede være årsagen til den store dækning af græsser i dette område. På kortet fra 1818 er en sandflugt markeret, som dækker omtrent det område, der i 1921 var en græsrig overdrevsvegetation, og som i 1978 blev inddraget til at skabe forbindelse mellem engene. Sandflugten kan meget vel være opstået på grund af dyrenes færdsel mellem de samme engstykker.

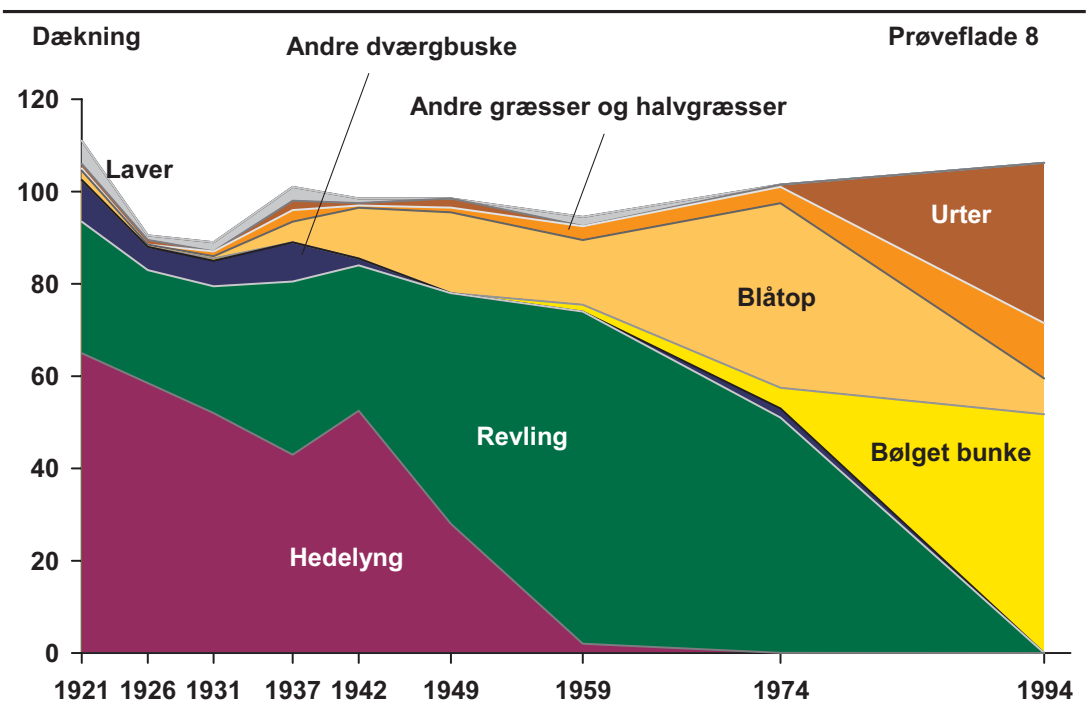
Syd for prøveflade 8 og 9 blev der gravet en profil (Fig. 3.5). Grænsen mellem lagene er meget bølget, hvilket sandsynligvis skyldes kørsel og deraf følgende påvirkning af vandgennemstrømningen.

De væsentligste træk ved vegetationsudviklingen frem til 1974 er:

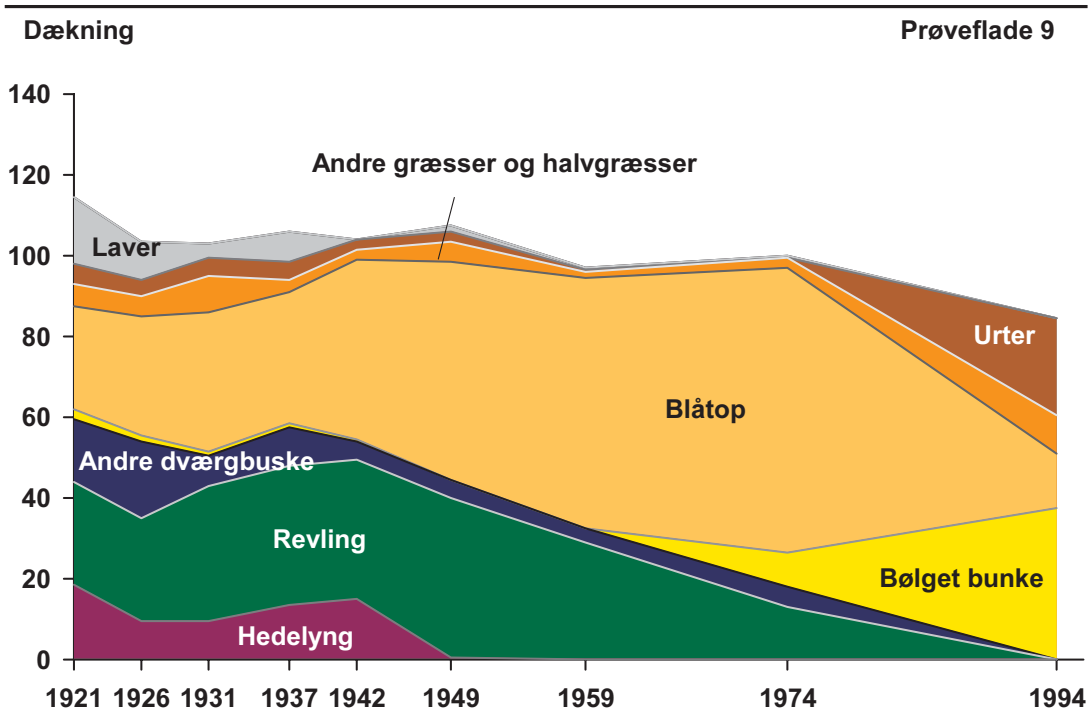
- Vegetationen er fra starten tæt og levner kun en ringe plads til laverne.
- Laverne forsvinder tidligt.
- Bølget bunke går frem på bekostning af blåtop.
- Det er bemærkelsesværdigt, at hedelyng hverken på prøveflade 8 eller 9 går tilbage ved lyngbladbilleangrebet i 1927-28, og at hedelyng på prøveflade 8 ikke er ramt så voldsomt af den katastrofeagtige uddøen af hedelyng i 1949 på stort set resten af prøvefladerne. Den forsvinder først gradvist mellem 1942 og 1959.
- Revling går frem i en årrække på alle lokaliteter og topper i 1949-1959, hvorefter den går tilbage igen.
- Tilgroningen med græsser er forløbet som forventet ved starten, så den rene dværgbuskhede på prøveflade 8 i 1974 bestod af revling og græsser hver med ca. halvdelen af vegetationen. Prøveflade 9 er i 1974 en blåtopvegetation med ganske lidt revling og klokkelyng, og prøveflade 11 er en ren græsvegetation domineret af blåtop.
- Udviklingen på prøveflade 8 og 9, hvor der var hedelyng til stede ved starten, ligner varianter af udviklingen på prøveflade 6, 7 og 11.
- Hedemelbærris, som var et betydeligt element både på prøveflade 8 og 9, forsvinder tidligt og er sidst set i hhv. 1942 og 1949.

Vegetationsudviklingen efter 1974:

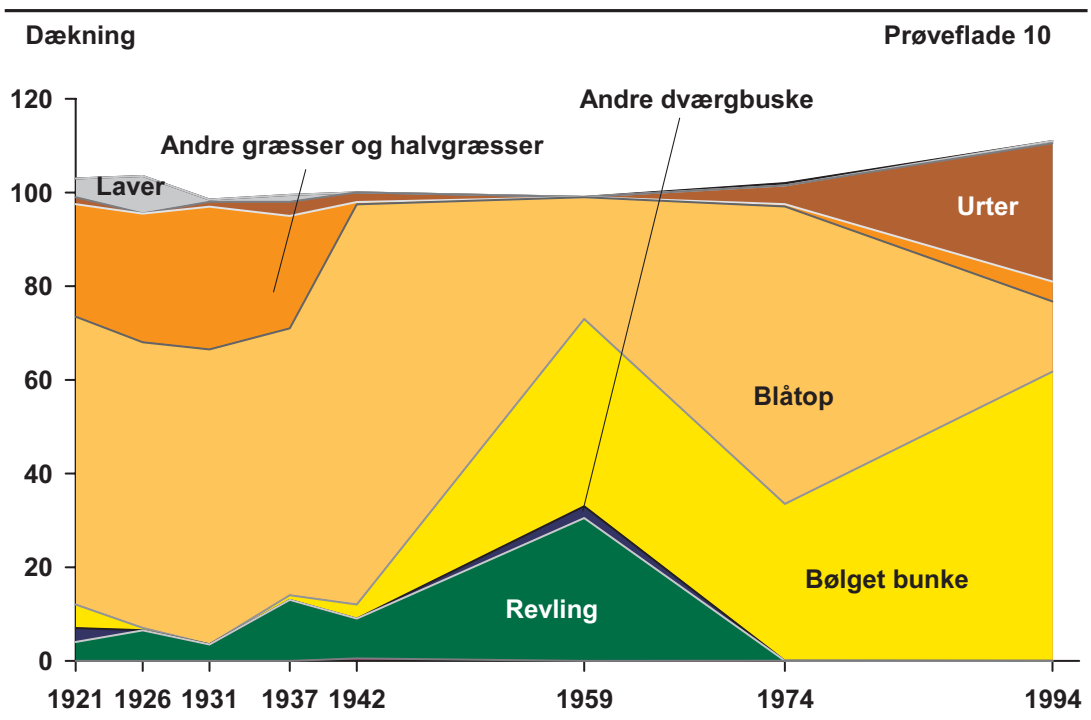
- Kvæggræsningen har ændret floraen markant. Ved undersøgelsen i 1994 var alle prøvefladerne hårdt græsset og bar en overdrevslignende vegetation med spredte kokasser. Dværgbuskene er forsvundet helt og er afløst af græsser og talrige urter.
- Urterne har haft særlig stor relativ fremgang. Lyngsnerre og rødknæ er fremtrædende.
- Der er kommet mere alm. hvene og nye græsser som krybende hestegræs og fåresvingel.
- Der er en begyndende indvandring af arter tilknyttet langt rigere jordbund. Således er der fundet mælkebøtte i prøveflade 8, alm. rajgræs i prøveflade 9 og alm. fuglegræs i prøveflade 9 og 10.
- Efter kvæggræsningen er startet, er der også en betydelig fremgang af bølget bunke på bekostning af blåtop.



Figur 3.14. Floraprøveflade 8.



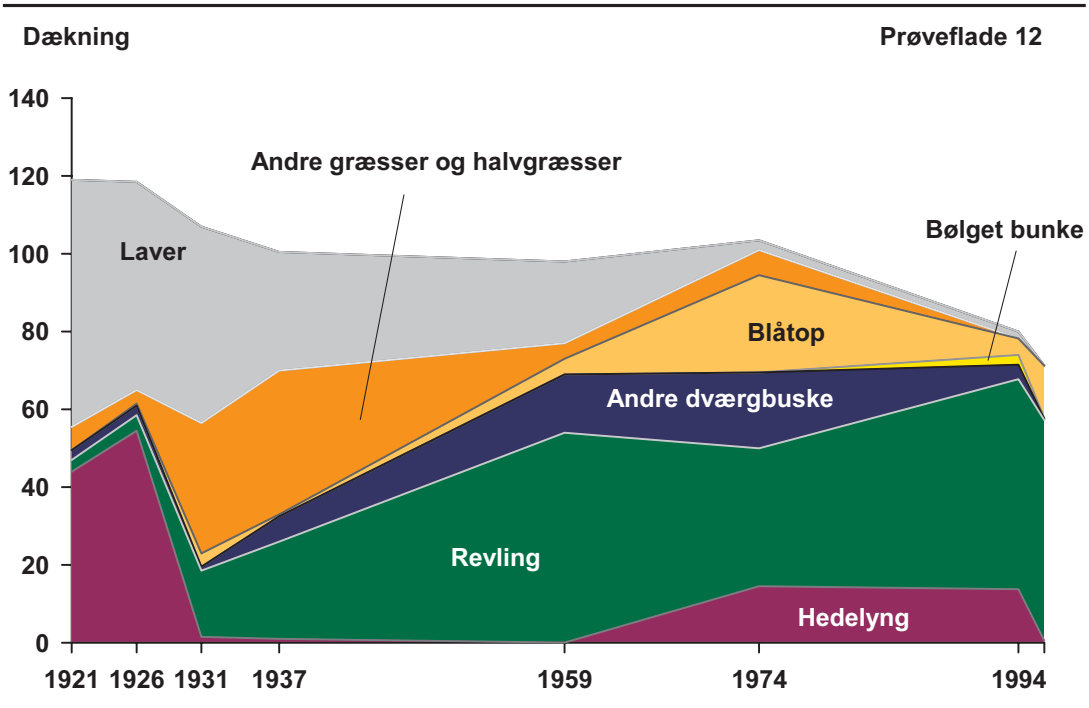
Figur 3.15. Floraprøveflade 9. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.



Figur 3.16. Floraprøveflade 10. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.

3.2.6 Prøveflade 12, uforstyrret hede

Prøveflade 12 ligger midt på heden i kvadratfelt 14. Den blev udlagt for at følge vegetationsændringerne i den midterste og tilsyneladende urørte del af heden. Prøveflade 12 blev udlagt i et relativt artsfattigt og meget åbent område. Prøvefladen var domineret af hedelyng med revling, klokkelyng, tuekogleaks og alm. star som meget underordnede arter (fig. 3.17). Laver dækkede en stor del af prøvefladen. Blåtop og lysesiv er registreret som tilstedeværende. Prøvefladen fremstår i 1994 som et revlingdomineret område med hedelyng som eneste vigtige underordnede element.



Figur 3.17. Floraprøveflade 12, som sandsynligvis er fejlplaceret i 1974 i samme vegetationstype.

De vigtigste træk ved udviklingen er:

- Lyngbladbilleangrebet i 1928 får lyngen til næsten at forsvinde. Hedelyng holder sig derefter som et underordnet element i successionen.
- Dækningen af halvgræsser og revling stiger hurtigt efter bladbilleangrebet. Revling øger sin udbredelse frem til 1959 og har siden bibeholdt sin dominans.
- Klokkelyng koloniserer området efter bladbilleangrebet og når sin maksimale udbredelse i 1974.
- Laver har kraftig tilbagegang allerede tidligt i århundredet
- Blåtop er til stede på prøvefladen i hele perioden, men har ikke formået at brede sig, som den gør det i det nordøstlige hjørne af heden.
- Hovedparten af vegetationsændringerne sker i den første halvdel af undersøgelsesperioden.

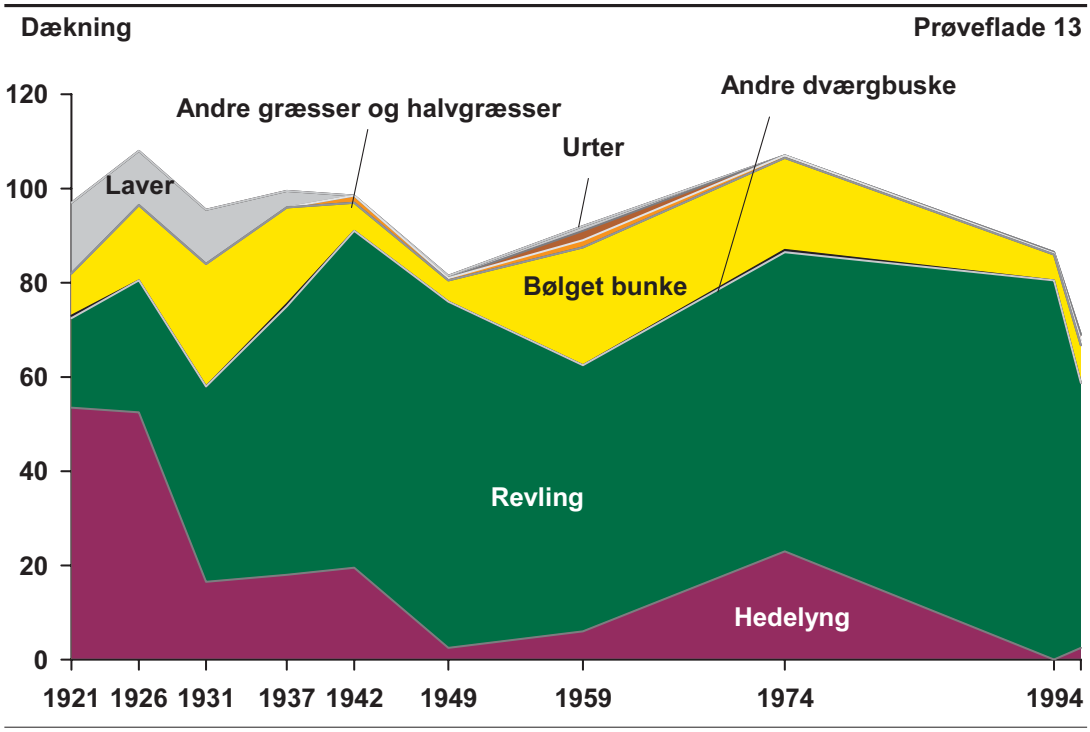
3.2.7 Prøveflade 13 og 14, effekt af dyrkning

Prøveflade 13 og 14 blev udlagt på hver side af den gamle dyrkningsgrænse i 1870. Området tilhører de meget længe dyrkede højryggede agre. (Fig. 1.2 og 2.1). Placering af prøvefladerne skete oprindeligt for at følge forskellen i vegetationsudviklingen på tidligere dyrket (prøveflade 14) og ikke dyrket jordbund (prøveflade 13). Prøveflade 13 ligger 30 m mod øst udenfor 1870-dyrkningenszonen (kvadratfelt 27) og prøveflade 14 ligger vest for grænsen inden for det centrale dyrkningsområde (kvadratfelt 31, Fig. 1.3). Studier af overfladestrukturerne i området afslører, at arealet udenfor dyrkningszonen også har været dyrket tidligere. I terrænnet kan man med jævne mellemrum se de lige agergrænser som furer. Luftfotos afslører, at dyrkningssporerne krydser hinanden. Det tyder på, at dele af det »udyrkede« areal har været under dyrkning i mindst 2 adskilte perioder. Der findes også kortmateriale fra 1787, hvor det »udyrkede« areal angives som en række aflange agre, som var det normale i fællesskabets tid. Denne opdyrkning synes at være opgivet omkring år 1800 (Frandsen, 1997). Samlet set må prøveflade 13 anses for at være et tidligere meget ekstensivt dyrket areal, hvorimod prøveflade 14 har tilhørt det centrale dyrkningsområde, som senest har været dyrket omkring 1870. Kontrasten til den udyrkede hede kan ses ved at sammenligne med prøveflade 12.

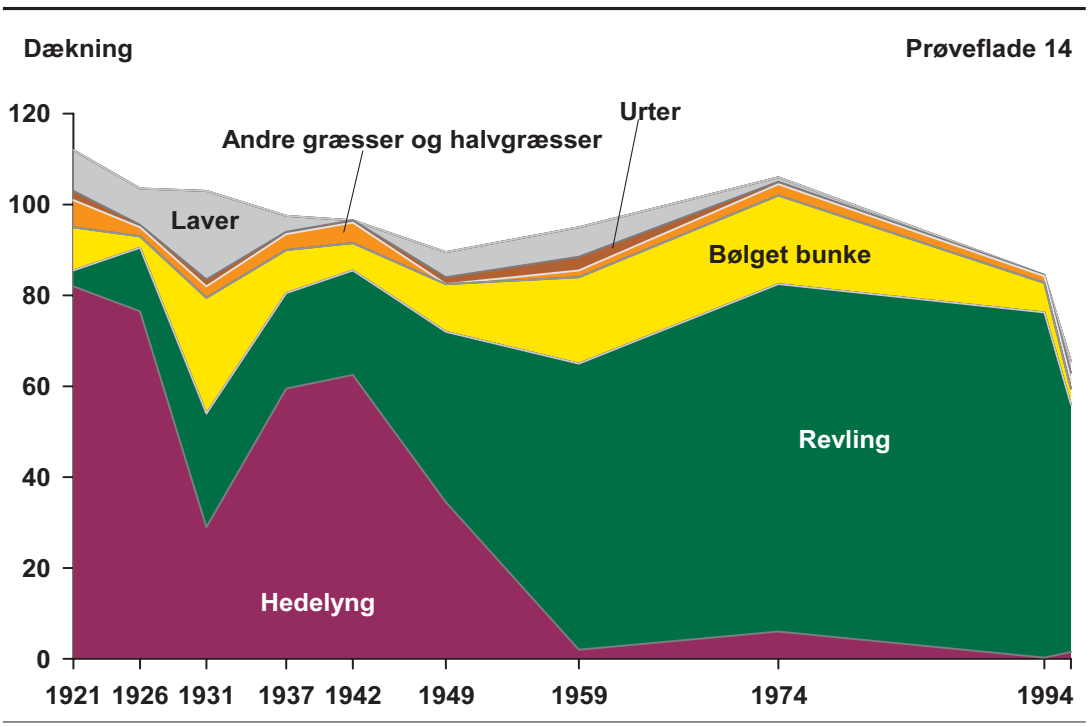
Dyrkningsgrænsen er let at se i området. Inden for 1870 opdyrkningen dominerer græsser med nogle pletter af revling. Udenfor dyrkningsgrænsen dominerer revling, som danner en tæt måtte med et tykt moslag. Floraprøvefladerne viser ikke på samme måde denne forskel. På begge flader er revling dominerende.

Jordprofilerne på prøveflade 13 og 14 er begge stærkt podsolerede på veldrænet jord (Fig. 3.5). Et egentligt pløjelag (Ap) er kun identificeret på prøveflade 14. Det er 17 cm tykt og danner en skarp grænse til den underliggende E-horisont. Prøveflade 13 har hverken en Ap-horisont eller en A-horisont, hvilket kan skyldes, at det tykke blegsandslag (E) i virkeligheden er et meget humusfattigt pløjelag (Ap). Morlaget er tykkere på prøveflade 13 end på prøveflade 14.

Fra starten var der en stor forskel i artsindholdet af karplanter på de to prøveflader. På prøveflade 13 fandtes der udover hedelyng, revling og bølget bunke kun engelsk visse. På prøveflade 14 var der lyngsnerre, alm. røllike, og græsser som alm. hvene, tandbælg og fåresvingel. Flere af disse arter indikerer noget rigere jordbund, f.eks. alm. røllike og alm. hvene, og er i hedeegne karakteristiske for tidligere dyrkning. I dag er der stadig den forskel, at fåresvingel kun findes på prøveflade 14. I 1994 og 1996 er der på begge områder sandstar, skovstjerne og lyngsnerre. Dertil kommer at prøveflade 14 har katteskæg og fåresvingel.



Figur 3.18. Floraprøveflade 13. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.



Figur 3.19. Floraprøveflade 14. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.

Fællestræk ved udviklingen (Fig. 3.18 og 3.19):
- I 1931 er lyngens dækningsgrad stærkt reduceret, formodentlig pga. lyngbladbilleangrebet i 1927-28.
- Revling breder sig kraftigt og dominerer i dag prøvefladerne.
- Laver aftager i dækning gennem hele perioden.
- Dækningen af bølget bunke har været temmelig konstant gennem alle årene.
- Med tiden indvandrer lyngsnerre, skovstjerne og sandstar.
- Sandstar, der er en indikator på tidligere forstyrret jordbund, registreres i 1942 på begge prøveflader og er siden fundet ved de fleste undersøgelser.

Forskelle i udviklingen:
- Hedelyng regenererer bedre efter lyngbladbilleangrebet i 1927-28 på prøveflade 14 end på prøveflade 13 og dominerer prøveflade 14 ved undersøgelserne i 1937 og 1942.
- Revling breder sig kraftigt efter bladbilleangrebet i 1927-1928 på prøveflade 13, men først efter 1942 på prøveflade 14.
- Der er flere arter af græsser, halvgræsser og urter på prøveflade 14.
- Laverne forsvinder hurtigst på prøveflade 13.

Vegetationsforskellene kan udspringe af en række faktorer, som hvor længe områderne har været dyrket, hvor intensivt de har været dyrket, hvor lang tid områderne har ligget siden dyrkning. Desuden kan forskellene skyldes mergling i det centrale dyrkningsområde - enten sidst i 1700-tallet eller evt. ved genopdyrkningen i 1870. Sammenlignet med prøveflade 12, der kan stå som den helt udyrkede hede, er den væsentligste forskel forekomsten af blåtop som den dominerende græs på prøveflade 12. Prøveflade 12 har desuden en markant lavere samlet dækning af karplanter og en større mængde af andre dværgbuske end revling og hedelyng.

3.2.8 Prøveflade 15 og 19, effekt af brand

Prøveflade 15 blev i lighed med prøveflade 14 udlagt i det centrale dyrkningsområde, som senest blev opdyrket i 1870, for at følge vegetationsudviklingen efter dyrkning. Området brændte i 1923 og formålet med prøvefladen blev ændret, så det nu er at følge succession efter brand på tidligere opdyrket areal. Prøveflade 19 blev udlagt for at følge vegetationsudviklingen efter den samme brand i 1923 i et område, der ikke var opdyrket. På et enkelt gammelt kort er området udlagt til en eller anden form for udnyttelse, men denne har næppe været realiseret (Frandsen, 1997). I terrænet ses hverken pløjespor eller afvigende vegetation, bortset fra en ringe forekomst af sandstar.

Prøveflade 15 adskiller sig fra de øvrige områder i det centrale opdyrkningsområde ved at være domineret af græsser. Den adskiller sig også fra naboområder, der ligeledes brændte i 1923. Det kan sandsynligvis relateres til jord-

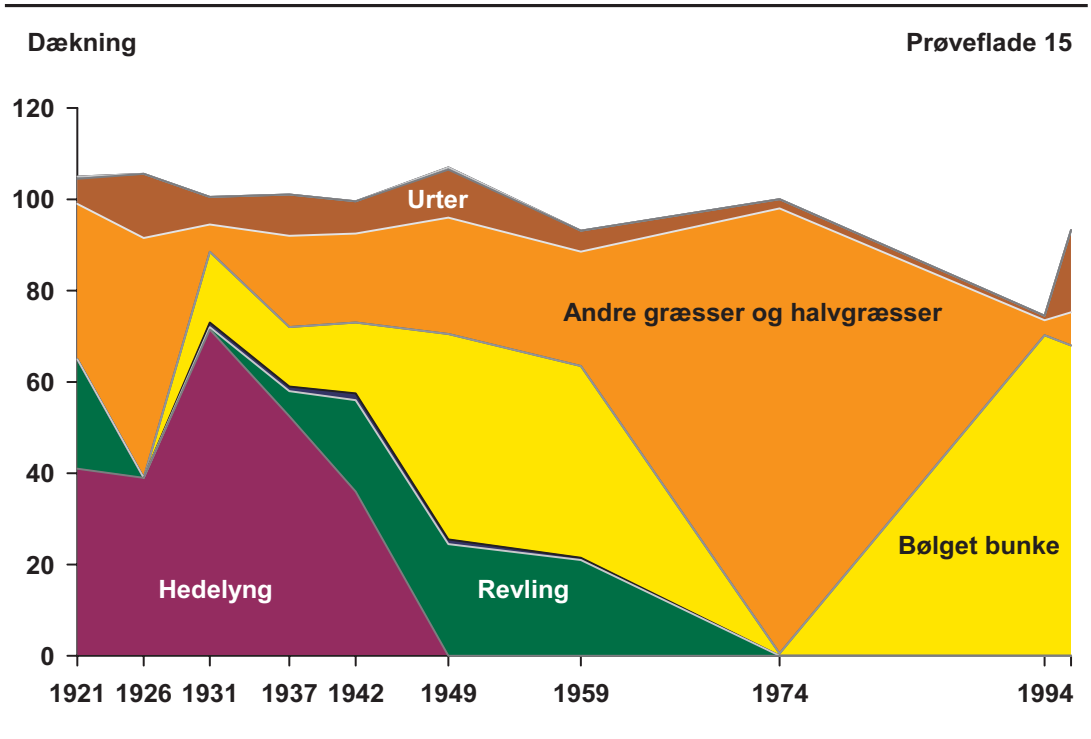
bunden, som er meget gruset. Prøvefladen ligger på en udløber af grusbanken i hedens nordvestlige del. Jordbunden under prøveflade 15 er ikke podsoleret, men har en humusopblandingszone som går over i grusblandet sand (Fig. 3.5). Planternes rodnet fordeler sig ned gennem hele profilet og ned i gruset (Bw-horisonten) modsat podsolprofilerne. Forskelle i både jordbund og dyrknings-baggrund mellem prøveflade 15 og 19 vanskeliggør en sammenligning. Profilet ved prøveflade 19 viser ingen form for forstyrrelse, men er derimod meget kraftigt podsoleret (Fig. 3.5).

Da prøveflade 15 blev udlagt i 1921, var det et særdeles artsrigt område domineret af hedelyng og revling med fåresvingel og alm. hvene som underordnede elementer. Spredt i vegetationen er registreret 15 arter af urter, hvor bl.a. alm. røllike, pimpinelle, hundeviol og gul snerre er fundet i cirklerne. Laver var stort set fraværende (Fig. 3.20).

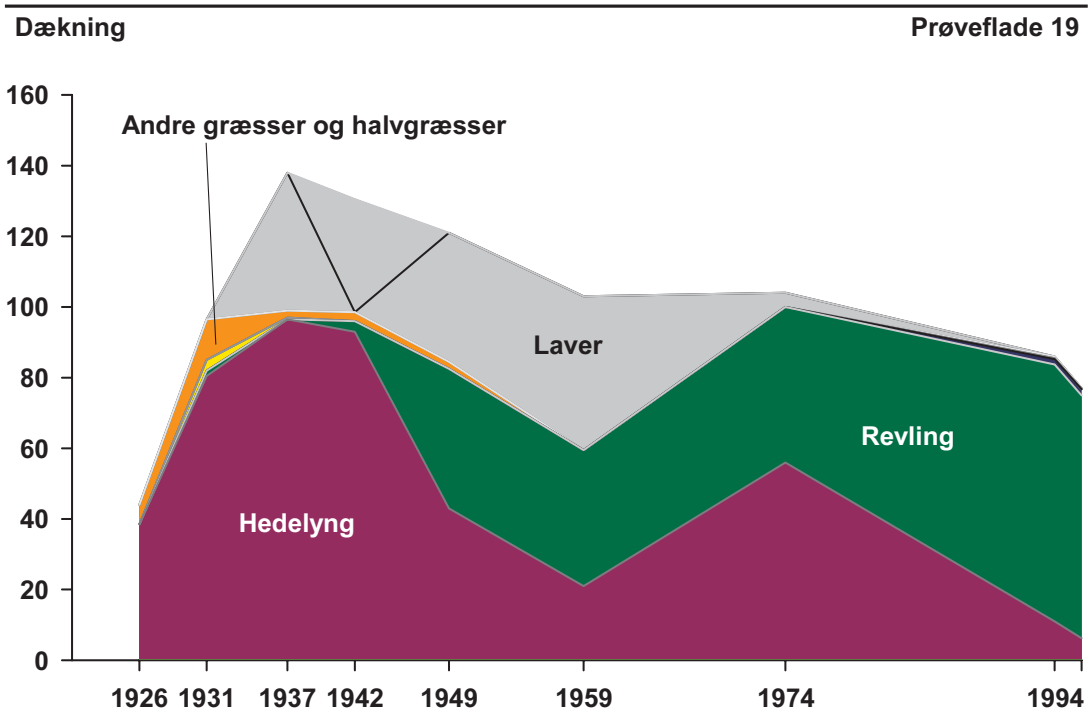
De vigtigste fælles træk ved udviklingen er (Fig. 3.20 og 3.21):
- Revling er ikke til stede eller kun ganske svagt repræsenteret i de første 8-14 år efter branden.
- Hedelyng dominerer i de første ca. 20 år efter branden.
- Der er ingen nedgang i dækning af hedelyng som følge af lyngbladbille-angrebet i 1927-28, men derimod en stor stigning. Det skyldes sandsynligvis hedelyngens unge alder.
- Hedelyng går kraftigt tilbage i 1949.

Forskelle i udviklingen:
- Hedelyng forsvinder helt på prøveflade 15 efter katastrofen i 1949. På prøve-flade 19 regenererer hedelyng.
- Revling har kun et kortvarigt stadium på prøveflade 15 før 1974. På prøve-flade 19 udvikler revling dominans.
- Græsser og halvgræsser dominerer de sene stadier på prøveflade 15. På prø-veflade 19 har de kun betydning umiddelbart efter branden i 1923.
- Laver koloniserer prøveflade 19 og er et betydeligt indslag i vegetationen i en lang årrække. På prøveflade 15 har laver ingen betydning.

På prøveflade 15 kan følgende træk ses:
- Urterne bibeholder deres andel af vegetationen efter branden. Artsantallet af urter toppede og har været højt frem til 1959. Ved de seneste 2 undersøgelser har der været registreret meget få urtearter. I 1994 var det især skovstjerne og lyngsnerre.
- Branden favoriserer alm. hvene, som med tiden afløses af bølget bunke. Fåre-svingel har en konstant, men langsom tilbagegang gennem årene.
- Sandstar har en kortvarig nærmest total dominans i 1974. Årsagen er ukendt. Området er let at identificere i terrænet og fejlplacering af prøvefladen kan



Figur 3.20. Floraprøveflade 15. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.



Figur 3.21. Floraprøveflade 19. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.

derfor udelukkes. Andre steder på de tidligere dyrkede arealer findes der områder med næsten total dominans af sandstar men ikke i nærheden af prøvefladen.

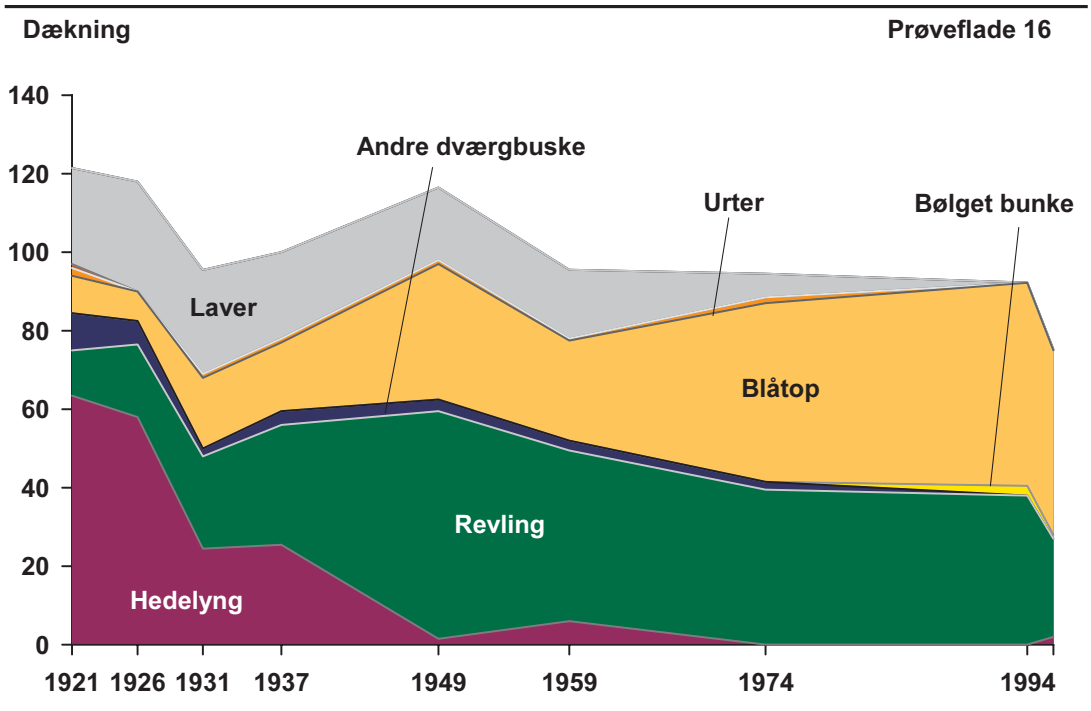
Vegetationen på prøveflader 19 er ikke registreret før branden i 1923 og det kan være svært at afgøre, hvor stor en indflydelse forskelle i det geologiske udgangsmateriale, tidligere dyrkning og branden har hver for sig og i kombination. Udviklingen efter branden ligner mere den på floraprøveflade 13 end prøveflade 15. På prøveflade 15 kan den meget rige græs- og urtevegetation både før og efter branden, fraværet af rensdyrlaver og dværgbuskenes hurtige forsvinden, sandsynligvis henføres både til den tidligere dyrkning og til den grusede jordbund.

3.2.9 Prøveflade 16 og 17. effekt af meget gammel dyrkning?

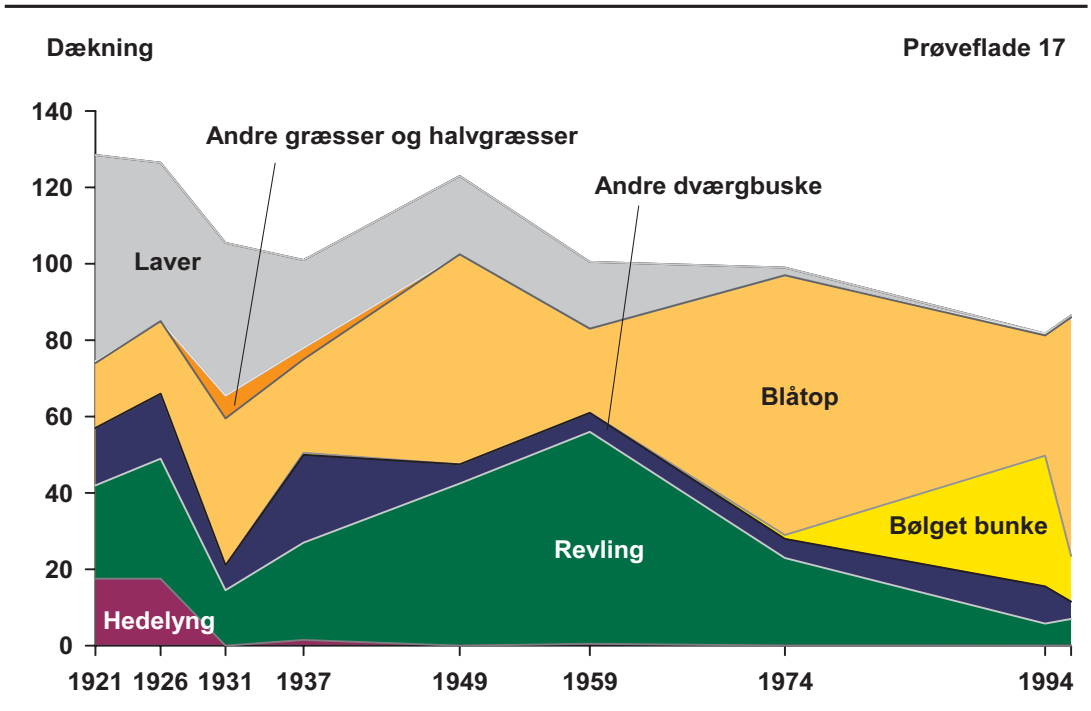
Prøveflade 16 og 17 er udlagt i et område øst for Vesterbækvej, hvor vegetationen bestod af en blanding af dværgbuske, urter, tuekogleaks og en del græs, primært blåtop. Vegetationssammensætningen benævnes hemikryptophyt-rig hede (Oppermann & Bornebusch, 1930; Hansen, 1932), dvs. en hede med mange flerårige græsser og urter, hvis foryngelsesknop sidder lige i jordhøjden. Forskellen til de andre græs- og lyngheder er primært, at græs og lyng her er blandet helt i modsætning til prøvefladerne 6, 7 og 11 samt 8, 9 og 10, der repræsenterer mere velafgrænsede græs- eller dværgbuskvegetation.

Området er et stort uregelmæssigt firkantet område med en ret skarp afgrænsning. Det er angivet hos Oppermann & Bornebusch (1930) og kan erkendes på senere luftfotos. I den nordvestlige del af området er der tydelige markeringer af højryggede agre, der gennemskæres af meget gamle kørespor (fig. 1.2; 2.1). Området har ikke været opdyrket siden omkring 1770, idet det ikke er aftegnet som dyrkningsområde på gamle kort (Frandsen, 1997). Den tidligere dyrkning kan erkendes fra høj nr. 25 i retningen mod sydvest. Nærmest højen følger vegetationsforskellene ikke fugtighedsforholdene med skarpe grænser på samme måde som på heden nordøst for højen. Ved prøveflade 16 og 17 kan højryggede agre ikke længere erkendes i terrænet, men der er indicier for tidligere dyrkning. Vegetationen har samme struktur og artssammensætning, som det nærliggende areal med de højryggede agre. Arealet repræsenterer sandsynligvis et meget gammelt dyrkningsområde, som har været dyrket gennem længere tid. Prøveflade 16 er gennemskåret af flere gamle hedespor, som fører op mod den gamle mølle ved Nørholm Gods. Disse spor kan tænkes at have påvirket jordprofilen som ved profil 11.

Der blev gravet jordbundsprofil ved floraprøveflade 17. Jorden er meget våd evt. med opadgående vandbevægelse (fig. 3.5). Det afslører ikke umiddelbart spor af tidligere opdyrkning, hvilket kan skyldes, at dyrkningen er opgivet før 1770 og udviklingen siden har udvisket tegnene. A-horisonten er meget



Figur 3.22. Floraprøveflade 16.



Figur 3.23. Floraprøveflade 17

mørk, hvilket gør fortolkningen vanskeligere. Vesterbækvej kan spærre noget for afløb af vand fra området øst for vejen. Hydrologien i området kan således tænkes at have ændret sig, så fugtigheden er steget, da hedesporene blev afløst af en bedre vej.

Floraprøveflade 16 havde fra starten mere hedelyng end prøveflade 17, der til gengæld havde en større dækning af revling og især laver (Fig. 3.22 og 3.23). Prøveflade 17 var mere fugtpræget end 16. Således fandtes der hedemelbærris på prøveflade 16, som også var mere artsrig med tormentil, skovstjerne, katteskæg og sandstar. På prøveflade 17 fandtes tuekogleaks. I 1994 og 96 var begge områder relativt artsfattige og domineret af blåtop og henholdsvis revling (prøveflade 16) eller bølget bunke og revling (prøveflade 17). Desuden var der klokkelyng og skovstjerne og på floraprøveflade 17 lidt sandstar. På prøveflade 16 er der 2 små nedbidte birke. Umiddelbart vest for prøveflade 17 står en stor birk og i prøveflade 17s nordøstlige hjørne står nu en mængde små birke nede mellem græsset.

Vegetationsudviklingen har i store træk været parallel på de to områder. Fællestrækkene er:
- Laver går gradvist tilbage over hele perioden.
- Hedelyngs dækning aftager ved lyngbladbilleangrebet i 1927-28, hvorefter revling breder sig.
- Blåtops dækning øges langsomt. I de seneste år synes bølget bunke at brede sig.
- Der er en begyndende indvandring af birk.

Forskellene i udviklingen er små:
- Hedelyng forsvinder langsommere på floraprøveflade 16, hvor der allerede fra starten var mest hedelyng.
- Revlings dækningsgrad stiger mere markant på prøveflade 17 til et maksimum i 1959, hvorefter den går støt tilbage. På prøveflade 16 er dækningsgraden mere konstant efter hedelyngs tilbagegang. Revlings dækningsgrad går tilbage sammen med hedelyng i 1931, hvilket er usædvanligt, idet revling plejer at brede sig umiddelbart efter, at hedelyng er svækket.
- Bølget bunke stiger kraftigere på floraprøveflade 17.
- Hedemelbærris findes kun på prøveflade 16 og forsvinder gradvist med årene.

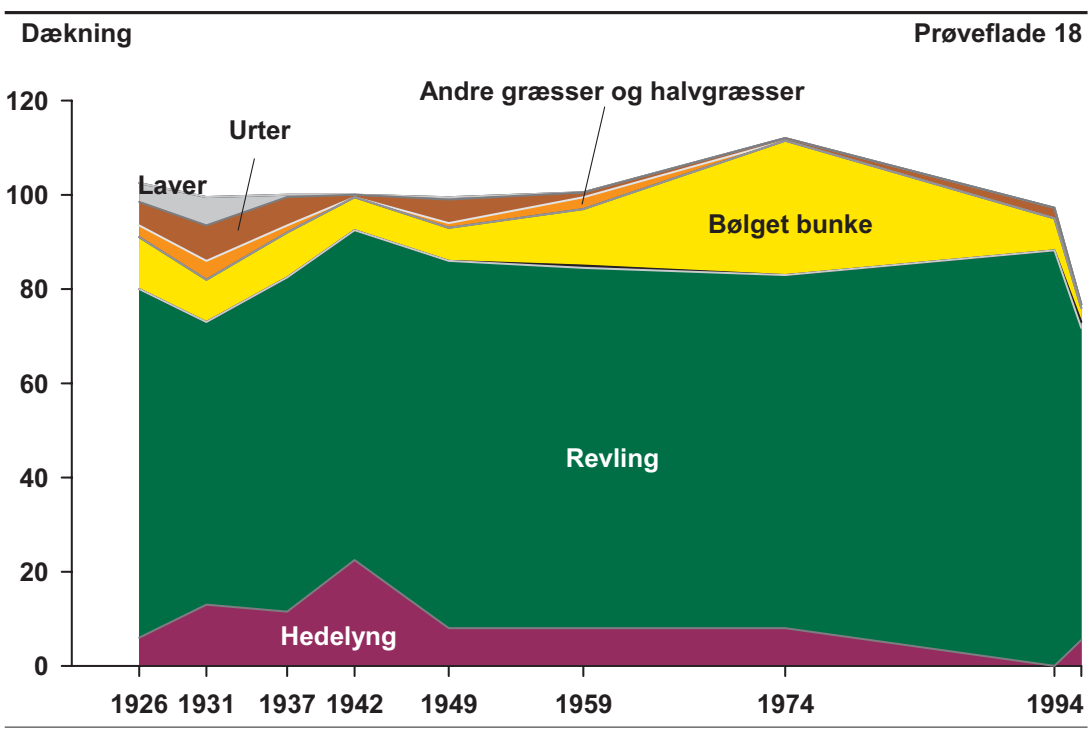
Udviklingen har mange fællestræk med udviklingen i de øvrige græsrige partier af heden, specielt som det ses i det nordøstlige hjørne af heden i hjulsporsbæltet ved prøveflade 7 og 11.

3.2.10 Prøveflade 18, Udviklingen i gammelt ekstensivt dyrkningsområde

Prøveflade 18 blev udlagt for at følge udviklingen i en revlingdomineret hede.

I 1926 ved prøvefladens oprettelse var man ikke opmærksom på, at der var pløjespor i området, som ses på luftfotos fra området (Frandsen, 1997). I lighed med områderne, hvor prøveflade 13, 16 og 17 ligger, viser kort heller ikke spor efter dyrkning i området. Dyrkningen må formodes at være af ældre dato, dvs. før 1787. Dyrkning i området kunne ikke påvises ved stik med jordbor (Nørnberg, pers. medd.). Sandstar er hyppig og kan være en indikator for tidligere forstyrrelse af jorden.

Prøvefladen blev udlagt i et område med lav artsdiversitet domineret af revling, men rig på urter, som tormentil, skovstjerne, lyngsnerre, smalbladet høgeurt, guldblomme og majblomst samt nogle få græsser og halvgræsser, som fåresvingel, tuekogleaks og alm. star. Hedelyng og bølget bunke indgik som underordnede elementer (Fig. 3.24). Laver var kun tilstede med en lav dækningsgrad i det tætte revlingtæppe. Vegetationen ligner prøveflade 13 og må antages at have en lignende forhistorie.



Figur 3.24. Floraprøveflade 18. Dækning af laver er ikke registreret i 1942.

De vigtigste træk ved udviklingen er:

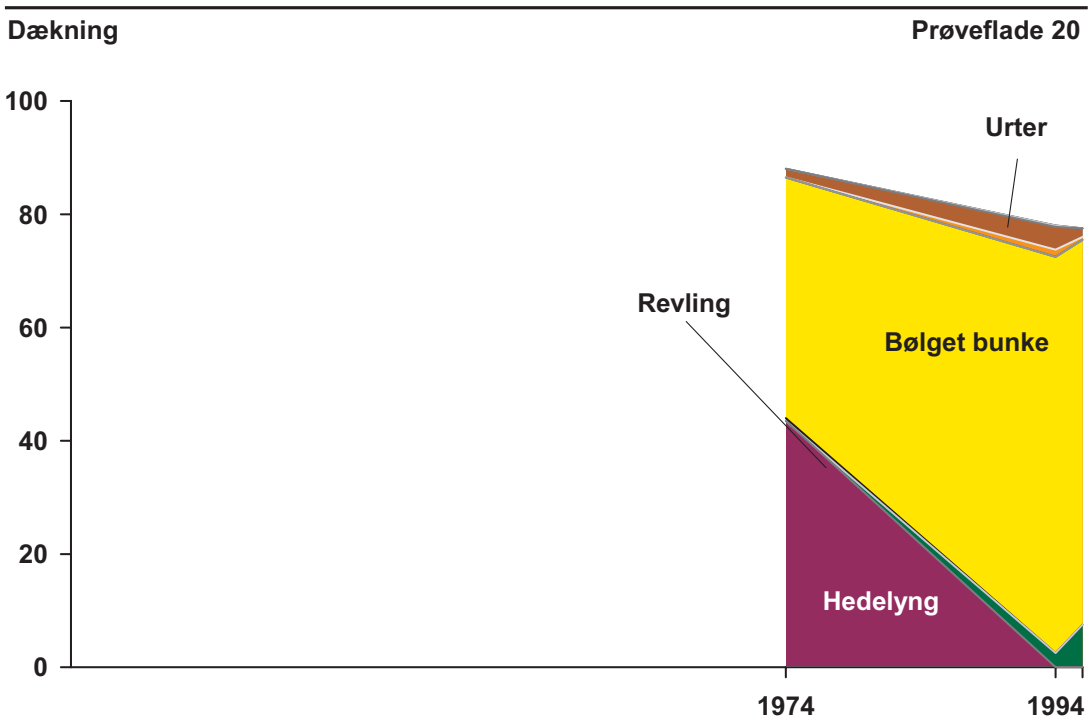
- Revling har været den total dominerende art i vegetationen i hele perioden med 75-90 % dækning.
- Hedelyng har lav dækningsgrad, som gradvist falder.
- Bølget bunke har maksimal udbredelse i 1974 med 28 %, men ligger konstant med 7-12 % ved alle andre registreringer.
- Svingningerne i hedelyngs og bølget bunkes dækningsgrader synes at være uafhængige af hinanden.

- Ved sidste undersøgelse ses stadig rester af den oprindelige urte- og græsvegetation.
- Hovedindtrykket er en vegetation, som har ændret sig meget lidt.

3.2.11 Prøveflade 20, udvikling på intensivt dyrkningsområde efter gentagen brand

Prøveflade 20 blev oprettet i 1974 for at følge udviklingen efter en brand i 1970. Prøvefladen ligger meget tæt på Nørholm Gods og i den tidligere mest intensivt dyrkede del af heden. Der er højryggede agre på området. Desuden var området omfattet af branden i 1923. Umiddelbart vest for prøveflade 20 ligger en del af de gamle grusgrave. I disse grusgrave var der i 1974 en blandingsskov af birk og skovfyr.

Da prøveflade 20 blev udlagt i 1974, var det et relativt artsrigt område med hedelyng og bølget bunke som de dominerende arter (Fig. 3.25). Udover de nævnte arter fandtes engelsk visse, lyngsnerre, krybende hestegræs, pillestar og markfrytle. Det mest karakteristiske ved prøveflade 20 i 1994 var den store opvækst af træer. Ved oprettelsen af prøveflade 20 var der opvækst af 5 birke, 1 eg og 2 skovfyr. De træer, som blev registreret i 1974, er nu blevet over 8 meter høje, og der er kommet nye til. Branden har stimuleret successionen mod skovdække, og der vil ikke gå mange år, før træerne dominerer hele prøvefladen. Der findes ikke nogen perfekt kontrolparcel med samme jordbund, som både har været intensivt dyrket og har været brændt i 1923. Prøveflade 14



Figur 3.25. Floraprøveflade 20.

afviger ved ikke at have været brændt i 1923 og prøveflade 15 afviger ved sin grusede jordbund.

Profilet bærer tydeligt præg af forstyrrelse (Fig. 3.5). Pløjelaget (Ap) er 36 cm tykt og tydeligt opblandet gennem dyrkning. Det er så tykt, at den tids plove ikke kunne nå ned til pløjesålen. Der er således tale om et akkumulationsområde, som sandsynligvis skyldes bruges af blandingsgødning (Odgaard, 1990)), selvom det ikke kan udelukkes, at vindaflejring af sand kan have betydning.

De vigtigste træk ved udviklingen er:
- Efter branden regenererede hedelyng både fra overlevende stubbe og fra frøbanken.
- Bølget bunke etablerede sig, mens området stadig var åbent.
- Umiddelbart efter branden skete der en meget kraftig nyetablering af især birk på de brændte flader.
- I 1994 var hedelyng næsten forsvundet. Forløbet mellem 1974 og 94 kendes desværre ikke.
- En del urter samt revling er indvandret, men alle har en meget lav dækningsgrad.
- Der er sket en kraftig tilgroning med træer.

3.3 Antal arter og artsdiversitet

Antallet af arter i raunkjær-cirklerne på floraprøvefladerne var lidt lavere i 1994 og 1996 end ved undersøgelsens start i 1921 (Tabel 3.3, fig. 3.26). Nedgangen er ikke signifikant mellem 1921 og 1994 eller 1996 (t-test, NS, hvor hver floraregistrering på en prøveflade er regnet som en uafhængig observation). Antallet af arter har dog ikke været konstant gennem årene. Der var et maksimum i antal arter omkring 1937 med gennemsnitligt 9 arter i cirklerne mod kun 6 i 1994.

Artsdiversiteten (Shannon-Wieners diversitetsindeks) er derimod faldet signifikant fra 1921 til 1994 og 1996 (t-test, $p<0{,}001$, hvor hver floraregistrering på en prøveflade er regnet som en uafhængig observation). Det gælder generelt og navnlig for de prøveflader, der ikke har været ramt af forstyrrelser i undersøgelsesperioden (tabel 3.4, fig. 3.27). Artsdiversiteten topper ligesom artsantallet i 30'erne. Det kan ikke afgøres, om det generelle fald i diversiteten på prøvefladerne skyldes kvælstofdeposition eller naturlig succession efter opgivet kvæggræsning ved århundredeskiftet.

Kvæggræsning, som på prøveflade 8, 9 og 10 i 1994, har foreløbigt fået artsantallet til at falde, men artsdiversiteten til at stige. Det skyldes, at kvæg-

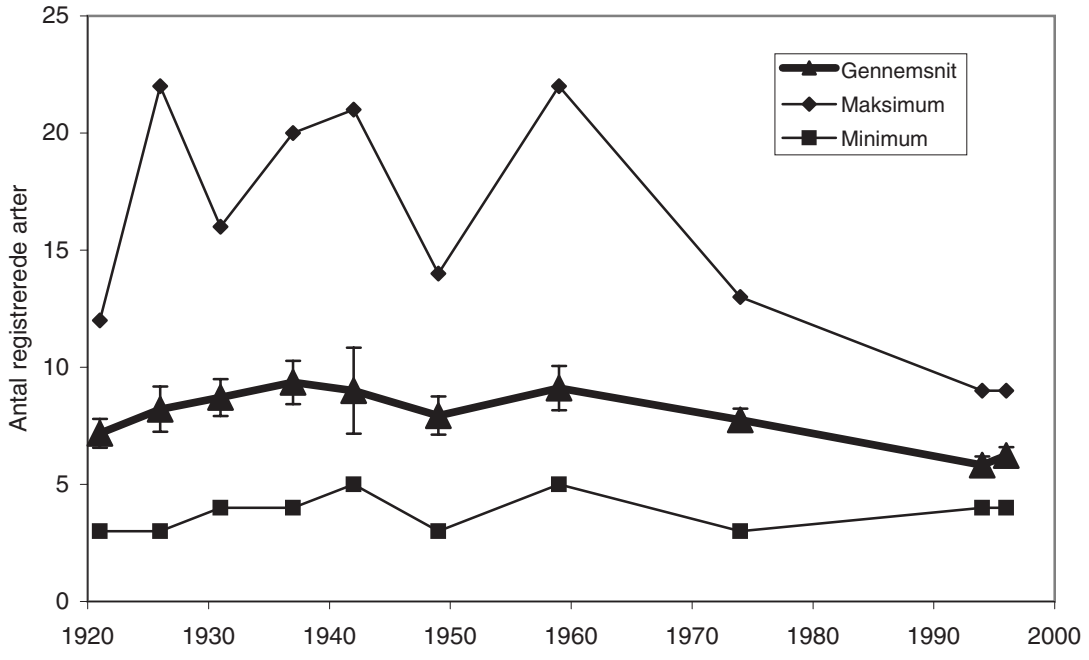
græsninger forhindrer enkeltarters dominans og diversitetsmålet netop måler det indbyrdes forhold mellem arterne.

Tabel 3.3. Antal arter fundet i Raunhjær cirkler

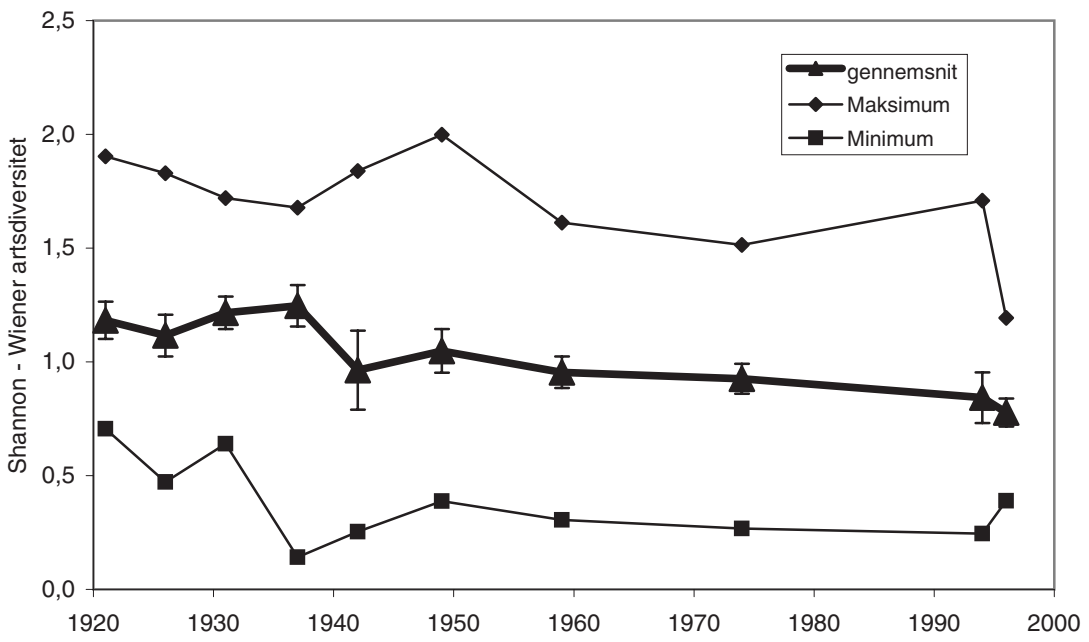
Prøveflade År	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Middel
1921	10	3	5	4	6	9	7	9	12	9	9	5	4	8	9	8	5				7.18
1926	11	4	6	4	7	8	10	9	11	10	9	6	3	9	22	8	4	10	5		8.21
1931	8	5			7	10	10	11	15	11	8	7	4	7	16	7	6	10	6		8.71
1937	8	5			7	12	9	11	14	9	9	8	5	8	20	10	8	12	4		9.35
1942								7	11	8			5	8	21			7	5		9.00
1949	11	3	13	6		9	8	8	11		8		5	7	14	8	3	9	4		7.94
1959	17	5	7	5	7	10	8	9	11	9	9	7	9	8	22	8	7	10	5		9.11
1974	13	3	8	7	8	9	8	10	9	9	10	6	7	6	8	8	5	8	5	8	7.75
1994	8	4	6	5	9	7	9	8	8	6	5	6	5	7	4	4	6	4	5	5	6.05
1996	9	4	6	4	7	8	8				7	7	6	8	5	5	5	5	6	6	6.24

Tabel 3.4. Artsdiversitet. Kun arter, som er blevet registreret indenfor cirklerne, er medregnet i artsantallet. Diversitet blev udregnet på basis af Shannon – Wieners diversitetsindeks.

Prøveflade År	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1921	1,22	0,71	0,87	0,91	1,23	1,57	1,31	1,01	1,90	1,25	1,52	0,80	0,89	0,80	1,57	1,13	1,40			
1926	1,30	0,58	0,92	0,92	1,25	1,46	1,77	0,91	1,83	1,12	1,32	0,68	0,99	0,66	1,73	1,02	1,35	0,93	0,47	
1931	1,19	0,90			0,90	1,31	1,72	0,96	1,70	1,17	1,51	1,62	1,03	1,28	1,10	1,27	1,19	1,20	0,64	
1937	1,29	1,03			0,99	1,34	1,60	1,37	1,64	1,29	1,50	1,65	0,98	1,04	1,68	1,28	1,36	1,01	0,14	
1942								1,06	1,42	0,58			0,79	0,97	1,84			0,80	0,25	
1949	1,16	0,57	2,00	0,81		1,19	1,07	1,15	1,19		1,16		0,39	1,07	1,63	0,91	0,85	0,82	0,80	
1959	1,48	1,11	0,55	0,31	1,02	0,96	1,01	0,76	0,87	1,17	1,20	0,89	0,99	0,87	1,61	1,03	0,82	0,83	0,65	
1974	0,92	0,71	0,27	0,97	1,19	1,16	1,24	1,10	1,00	0,85	1,35	1,51	1,00	0,82	0,44	0,87	0,79	0,83	0,69	0,80
1994	1,07	0,24	1,50	1,22	1,71	1,01	1,18	1,47	1,56	1,13	1,06	1,00	0,29	0,42	0,25	0,79	1,20	0,37	0,56	0,45
1996	1,02	0,39	0,79	0,90	0,96	1,15	1,19				1,02	0,57	0,68	0,59	0,82	0,83	0,87	0,55	0,41	0,45



Figur 3.26. Udvikling i artsantal fundet fra 1921 til 1996 på floraprøveflade 1-20. Kun arter fundet i Raunkjærcirkler er medtaget. Usikkerheden på gennemsnittet er vist som standardafvigelsen på middelværdien.



Figur 3.27. Udvikling i Shannon-Wiener artsdiversitet fra 1921 til 1996 på floraprøveflade 1-20. Usikkerheden på gennemsnittet er vist som standardafvigelsen på middelværdien.

3.4 Økologiske indikatorer

For at få et mål for om vegetationen på Nørholm Hede har ændret sig i forhold til en række omgivelsesfaktorer, er der lavet en korrelationsanalyse mellem tiden og de gennemsnitlige indeksværdier (lys, næring etc.) beregnet udfra artssammesætningen på de enkelte prøveflader til hvert undersøgelsestidspunkt som beskrevet i kapitel 2.2.4. Tidsforløbet viser, at hedelyng erstattes af bølget bunke, revling og blåtop (se også kapitel 4.1.1. tetraedermodellen). Den vægtede analyse af indeksværdierne viser derfor især økologiske fællestræk for de tre arter, der er karakteristiske sent i successionen i sammenligning med hedelyng. Den uvægtede analyse er mere generel. Det er vigtigt at holde sig for øje, at indikatorerne for jordbundsforandringer ikke er direkte målt, men er et indirekte mål beregnet ud fra plantesammensætningen.

Resultaterne fra den vægtede analyse viser en signifikant ændring i lys og næringsforhold (Tabel 3.5). De sene arter i successionen, revling, blåtop og bølget bunke kan klare sig ved mindre lys, men kræver normalt mere kvælstof (Tabel 3.6). De har frø, der vejer mere end hedelyngs (Tabel 3.7). Revling og bølget bunke optræder også generelt ved mere kalcium i morlaget end hedelyng (Tabel 3.8). Det bemærkes, at der er en negativ sammenhæng mellem kvælstofindeks og lysindeks for de vigtigste arter (Tabel 3.6). Det gør det svært at afgøre, hvilken af de to parametre, der er den vigtigste.

Hedelyngs og bølget bunkes krav til vandkapaciteten og magnesium i morlaget er meget ens, dog har hedelyng lidt større krav end bølget bunke. Revling og blåtop er derimod tilknyttet lokaliteter med betydeligt større vandkapacitet og mere magnesium (Tabel 3.8). Samlet set er der en så stor stigning i revling og blåtops dækning, at det slår igennem som en signifikant ændring af indikatorer for vandkapacitet og magnesium i morlaget (Tabel 3.5). Det indikerer, at jordens vandkapacitet og tilgængeligheden af magnesium ændrer sig, efterhånden som heden gror til.

Analysen viser fremgang for arter med frøbanktype I og II ved den vægtede analyse, men ikke ved den uvægtede. Fremgangen skyldes bølget bunke (type I) og blåtop (type II). Det er dog ikke noget generelt træk. Bølget bunke er en art, der afviger meget fra andre planter med frøbanktype I. Den kan overleve i mange år i skygge i en vegetativ og undertrykt tilstand. Selvom den ikke har en persisterende frøbank overlever den alligevel ugunstige forhold. Frøbanktyperne kan på den måde godt give et for endimensionalt billede af tilpasningerne.

Indikationer for ændringer i jordens surhedsgrad (pH) over tid er særlig interessant, da surhedsgraden er medtaget i indekset hos både Ellenberg m.fl. (1992), Grime m.fl. (1996) og Hansen (1976). I den vægtede analyse viser Ellenbergs indikatorværdier, at pH skulle være steget signifikant. Grimes værdier viser, at pH skulle være faldet og Hansens værdier viser, at der ikke er en signifikant udvikling ved den vægtede analyse, mens et fald i blegsandets pH

indikeres ved den uvægtede analyse.

De vigtigste tidsmæssige sammenhænge er dem, der både ses ved den vægtede og den uvægtede analyse og hvor sammenhængen har samme retning. Der er en klar negativ sammenhæng mellem tid og planter tilpasset meget lys, en positiv sammenhæng mellem tid og planter tilpasset større kvælstofrigelighed og en klar positiv sammenhæng mellem tid og planter med større vegetativ spredningsevne. Lysindeks udviser en meget stærkere sammenhæng med tiden end kvælstofindeks i den uvægtede analyse. Det indikerer, at udviklingen i plantearter med lavere dækningsgrad ikke i samme omfang som udviklingen i de dominerende arter har tilknytning til større kvælstoftilgængelighed. Det er snarere planter tilknyttet mere tæt og skyggende vegetation. Det indikerer, at lysforholdene er mere betydende for vegetationen end kvælstofrigeligheden.

Det samlede billede viser således, at der med tiden sker en udvikling mod planter, der er tilpasset mindre lys og højere kvælstoftilgængelighed (Tabel 3.5). Den tidsmæssige udvikling er normal for naturlige successionsforløb (Bossuyt m.fl., 2003, Begon m.fl., 1996).

Foto 3.1: Tilgroningen med træer sætter sit præg på Nørholm Hede.

Tabel 3.5. Korrelation mellem tid og udvalgte økologiske indikatorer. Spearman korrelationsanalyse for sammenhængen mellem tiden og kårfaktorer er beregnet udfra indikatorer for de enkelte plantearter. Der er foretaget en analyse på et reduceret og rimeligt balanceret sæt, hvor floraprøveflade 3, 4, 5 og 20 helt er udeladt og hvor registreringerne fra 1994 for prøveflade 8, 9, og 10, hvor fladerne blev græsset, også er udeladt. Det er sket for at få et så homogent datagrundlag som muligt. År 1942 er medtaget, selvom der her er analyseret væsentligt færre prøveflader. Udregning af kårfaktorer er for hver prøveflade hvert år foretaget både vægtet med plantens log-transformerede dækningsgrad og uvægtet, hvor alle plantearter vægtes lige højt uanset dækning.

	Vægtet indeks		Uvægtet indeks	
Ellenberg m.fl. (1992)				
Lys	-0,52	***	-0,38	***
Temperatur	0,18	NS	0,12	NS
Fugtighed	0,18	NS	-0,09	NS
Surhedsgrad (pH)	0,27	**	-0,08	NS
Nitrogen, kvælstof	0,55	***	0,22	*
Grime m.fl. (1996)				
C, Konkurrence	-0,12	NS	-0,02	NS
S, Stresstolerance	0,20	*	0,11	NS
R, Ruderal (spredning)	-0,14	NS	-0,12	NS
Surhedsgrad (pH)	-0,23	*	-0,13	NS
Frøbank type 1	0,23	*	0,16	NS
Frøbank type 2	0,44	***	-0,11	NS
Frøbank type 3	0,01	NS	0,06	NS
Frøbank type 4	-0,13	NS	0,12	NS
Spredning vegetativ vækst	0,36	***	0,31	***
Vægt af frø frøspredningsenhed (frø eller lign.)	0,54	***	0,01	NS
Hansen 1976				
Mortykkelse	0,08	NS	-0,09	NS
Vandkapacitet	0,41	***	-0,06	NS
Surhedsgrad i morlaget (pH_{H2O})	-0,18	NS	0,05	NS
Surhedsgrad i blegsandet (pH_{H2O})	0,02	NS	-0,39	***
Calcium i morlaget	0,33	***	0,05	NS
Magnesium i morlag	0,32	***	-0,12	NS
Kalium i morlaget	0,24	*	-0,20	*
Mangan i morlaget	0,06	NS	0,15	NS
Fosfor i morlaget	0,01	NS	0,11	NS
Fosfor i blegsandet	-0,06	NS	0,18	*

Tabel 3.6. Ellenbergs indeksværdier for de vigtigste hedeplanter i successionen for faktorerne lys (L), temperatur (T), konkurrence (K), fugtighed (F), surhedsgrad (R) og kvælstof (N)-indeks, hvor planternes fordeling mht. disse faktorer angives på en skala fra 1 til 9, hvor 1 er lavt og 9 er højt (lys, næring etc.).

	L	T	K	F	R	N
Blåtop	7		3	7		2
Bølget bunke	6		2		2	3
Hedelyng	8		3		1	1
Revling	7		3	6		2

Tabel 3.7. Grimes værdier for livsstrategier og autøkologiske træk: C (competitive), S (stress-tolerant), R (ruderal). Type I-IV er frøbanktyper, hvor I er uden frøbank, II har frø, der overvinter en vinter, III har en lille blivende frøbank og IV har en stor blivende frøbank. De er værdisat som 0=fravær og 1=tilstede. For pH og vegetativ spredningsevne er de numeriske værdier anvendt. (Grime m.fl., 1996)

art	C	S	R	Type I	Type II	Type III	Type IV	Vegetativ-spredning	pH
Blåtop	0,5	0,5	0	0	1	0	1	4	3
Bølget bunke	0,33	0,67	0	1	0	0	0	4	3
Hedelyng	0,5	0,5	0	0	0	0	1	4	3
Revling	0,5	0,5	0	0	1	0	1	5	3

Tabel 3.8. Gennemsnitsværdier for en række jordparametre fundet i plots med tilstedeværelse af en bestemt planteart ved en undersøgelse af danske heder (Hansen, 1976). For kationerne calcium, magnesium og kalium i morlaget er værdierne for ombyttelig mængde valgt i meq./100 g jord.

	mortyk kelse (cm)	grov-sand %	fin-sand %	vand-kapaci-tet	pH, morlag	pH, bleg-sand
Hedelyng	4,9	15,9	26,4	146	3,94	4,27
Revling	4,8	15,7	27,0	163	3,93	4,28
Bølget Bunke	4,5	15,7	25,8	144	3,95	4,26
Blåtop	7,5	16,2	24,8	171	3,85	4,25

	Calcium, morlag	Magne-sium, morlag	Kalium, morlag	Fosfor, morlag	Fosfor, bleg-sand
Hedelyng	1,69	1,01	0,39	36	5,3
Revling	1,80	1,08	0,40	36	5,2
Bølget Bunke	1,86	0,96	0,38	38	6,3
Blåtop	1,67	1,20	0,45	32	3,8

3.5 Skader på revling og hedelyng i 1995-96

I 1995-1996 blev Nørholm Hede ramt af masseangreb af lyngbladbiller (*Lochmaea suturalis*). Vinteren var desuden kold og blev efterfulgt af en meget tør sommer med skader på både hedelyng og revling. Skaderne blev opgjort i september 1996 (Tabel 3.9). Skaderne på hedelyng stammede primært fra angreb af lyngbladbiller, men tørke kan også være en faktor. På grund af tilgroningen var det ikke i felten muligt at identificere og afgrænse bladbilleangrebet geografisk. For revling formodes det, at skaderne skyldes tørke. En korrelationsanalyse mellem de floraprøveflader, hvor der både er hedelyng og revling viste, at der ikke kunne påvises en sammenhæng mellem skaderne på de to arter ($r=0,09$, $P>0,05$), hvilket indikerer forskellige årsager til skaderne på de to arter.

Da usikkerheden på placeringen af prøveflader langt fra de permanente afmærkninger ved skadeundersøgelsen i 1996 var forholdsvis stor, kan resultaterne for disse tages som et udtryk for skadeniveauet i området, mens de absolutte værdier for dækning og frekvens ikke er fuldt sammenlignelige med værdierne fra de øvrige år.

Tabel 3.9. Skader på hedelyng og revling september 1996. Dækningsgraden for henholdsvis skadede og ikke skadede skud for de to arter er registreret. Skaderne på hedelyng skyldes overvejende lyngbladbilleangreb, og på revling antages det, at tørken er ansvarlig.

	Hedelyng			**Revling**		
Floraprøveflade	Ikke skadet % dækning	Skadet % dækning	skade i %	Ikke skadet % dækning	Skadet % dækning	skade i %
1	22,8	3,5	13,3	50,0	0,0	0,0
2	9,8	6,5	40,0	64,5	4,3	1,5
3	37,0	28,0	43,1	3,8	0,0	0,0
4	0,0	0,0		4,3	0,0	0,0
5	0,0	0,0		0,5	0,0	0,0
6	1,8	0,0	0,0	11,0	2,5	18,5
7	0,0	0,0		18,8	9,0	32,4
11	0,0	0,0		5,8	0,8	12,1
12	0,5	6,8	93,1	56,8	10,8	16,0
13	2,5	0,0	0,0	56,3	23,5	29,4
14	1,5	2,5	62,5	54,5	30,3	35,7
15	0,0	0,0		0,0	0,0	
16	2,0	0,0	0,0	25,0	8,0	24,2
17	0,0	0,0		7,0	1,0	14,3
18	5,5	0,0	0,0	66,3	17,3	20.7
19	6,3	0,3	3,8	68,8	16,8	19,6
20	0,0	0,0		7,5	0,0	0,0

Lyngbladbilleangrebet har ramt prøveflader over det meste af heden med undtagelse af prøvefladerne nord for Stokkebrovej (Fig. 2.1). Prøveflade 12 og 14 er hårdest medtaget med henholdsvis 93.1 % og 62.5 % skadede skud, hvilket kan betyde, at hedelyng bliver udkonkurreret af revling, som i forvejen dominerer disse prøveflader. Prøveflade 2 og 3 har ca. 40 % skadede skud, men hedelyng har en høj dækning af ikke skadede skud på prøveflade 3. På prøveflade 2 er der en del vegetationsløse områder, hvor der er spiringsmuligheder.

Revling har på mange prøveflader skader på 20 – 30 % af skuddene, men planterne er ikke skadet i så høj grad, at de dør. Revlingbuskene er stadig tætte og kan forhindre etablering af andre arter.

Foto 3.2: Et begrænset angreb af lyngbladbiller. Nørholm Hede 2005.

4 SUCCESSIONSFORLØB PÅ FLORAPRØVEFLADERNE – INDRE FAKTORER

4.1 Successionsforløb

For at uddrage de generelle tendenser af successionsforløbet på de tørre hedeområder er der anvendt ordination (principal components analysis, PCA). Til analyse af vegetationsudviklingen i de enkelte prøveflader er anvendt dækningsgrader for alle plantearter fra alle undersøgelsesår på de langtidsundersøgte prøveflader på tør hede. Prøvefladerne 3-5 er udeladt i analysen, fordi de er fugtigbundsområder, da fokus har været på vegetationsudviklingen på den tørre hede. Prøveflade 20, som først er oprettet i 1974, er udeladt for ikke at lave en for ubalanceret undersøgelse.

4.1.1 Tetraedermodellen

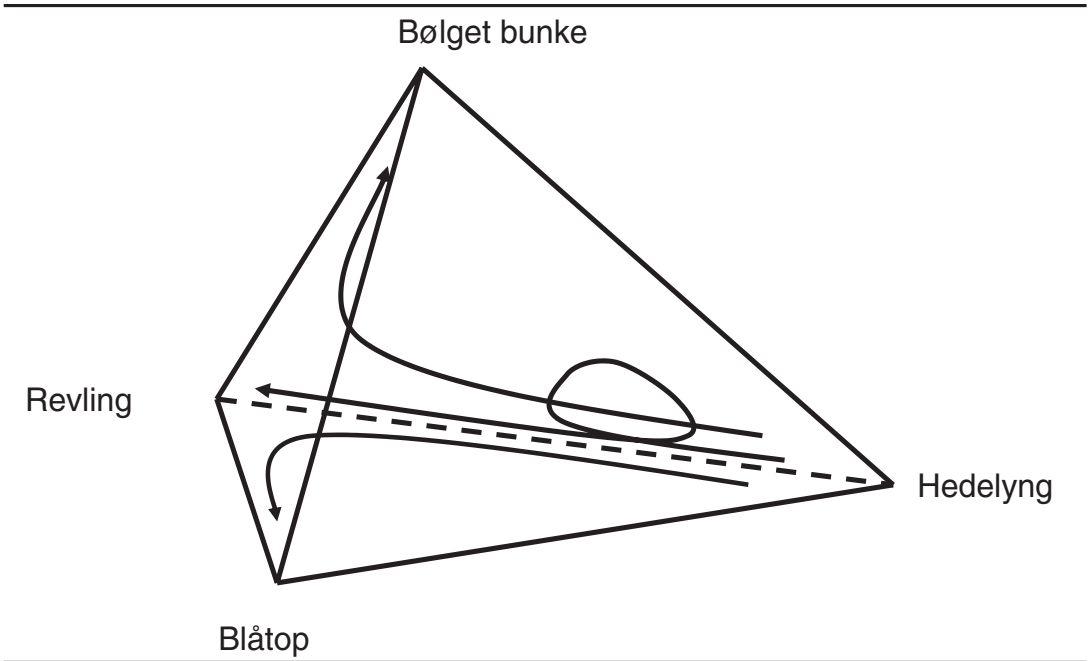
PCA-analysen viser, at de tre vigtigste akser, der blev uddraget tilsammen kan forklare 80,6 % af variationen på den tørre hede. De tre akser kan afbildes i en tetraederfigur (Fig. 4.1). Figuren kombinerer de tre akser, der er vist i 2-dimensionale afbildningerne af henholdsvis akse 1 og 2 (figur 4.2) og akse 1 og 3 (Fig. 4.4).

Fordelingen af floraprøveflader efter de to vigtigste ordinationsakser fra PCA-analysen kan ses på figur 4.2. Hvert punkt repræsenterer en prøveflade et bestemt år. På figur 4.3 er arternes fordeling angivet efter de samme akser. Punkterne fordeler sig i en trekant og tetraederet er aftegnet og vendt, så det passer med resultaterne. Det fremgår her, at trekantens hjørner repræsenteres af blåtop (øverst til venstre), revling (nederst til venstre) og hedelyng (til højre).

Figur 4.4 viser en afbildning af prøvefladernes fordeling i forhold til ordinationsakse 1 mod 3. Også her fordeler punkterne sig i en trekant, som i dette tilfælde er repræsenteret af arterne bølget bunke (øverst), hedelyng (til højre) og blåtop (nederst til venstre) (Fig. 4.5). Revling placeres i dette diagram tæt på blåtop. Det tredimensionale billede af punkterne er således en tetraederstruktur, hvor arterne hedelyng, revling, blåtop og bølget bunke udgør hvert sit hjørne jfr. figur 4.1.

På figur 4.2 er indtegnet enkelte prøveflader, så man kan følge dem i tid. De starter ofte successionen i hjørnet med meget hedelyng og bevæger sig med tiden mod de andre hjørner. Nogle eksempler kan vise dette:

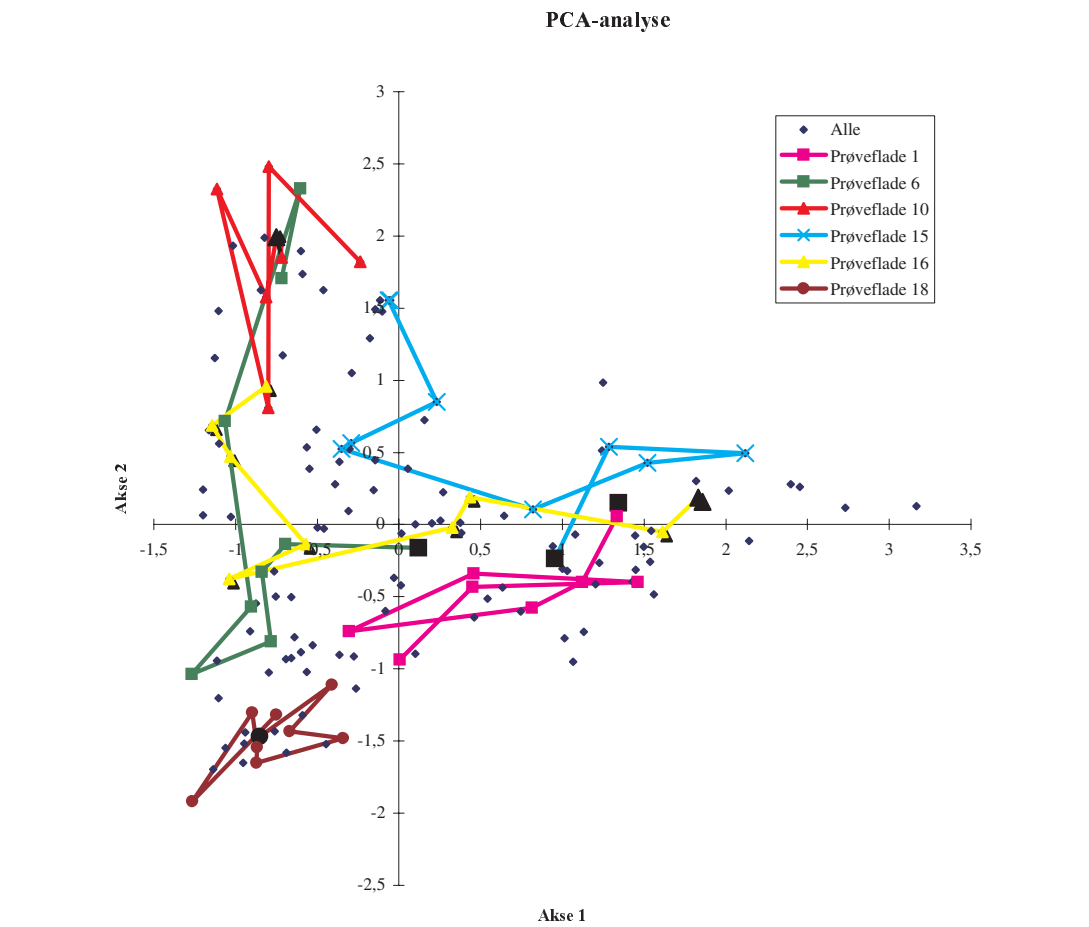
- Prøveflade 1 har udviklet sig fra en egentlig hede. Den bevæger sig kun langs randen af tetraederet fra hedelyng mod revling. Forløbet er ikke fortløbende, men skifter lidt frem og tilbage mellem revling og hedelyng, hvilket kan beskrives som delvist cyklisk, delvist retningsbestemt.



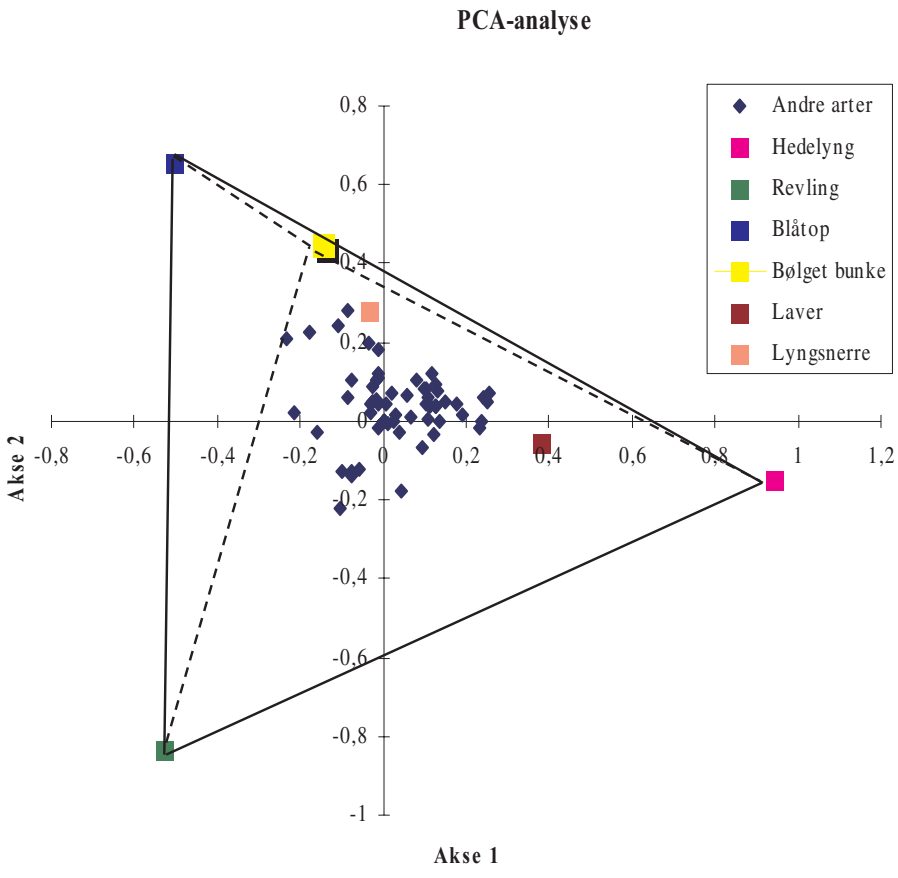
Figur 4.1. Tetraedermodellen. Successionsforløb for lynghede domineret af hedelyng. Figuren viser, hvorledes successionen kan forløbe i 3 retninger: mod revling (med 2 hedelyng-cykler), mod bølget bunke (over revling) eller mod blåtop (over revling).

- Prøveflade 15 ligger på det centrale dyrkningsområde med højryggede agre og udvikler sig mod en meget græsrig hede. Prøvefladen brændte i 1923. Effekten af branden kan ses ved at forløbet først går i retning af hjørnet med hedelyng. Derefter sker en udvikling mod bølget bunke. Forløbet er retningsbestemt, men er forstyrret af brand.
- Prøveflade 16 er fra et område med lidt usikker dyrkningshistorie med spor af dyrkning før 1770 (se 3.2.9). I 1921 havde den en relativ urterig vegetation (Hansen, 1932). Vegetationsudviklingen går fra en vegetation med hedelyng mod en blandet vegetation med revling og noget blåtop. Herefter knækker forløbet og bevæger sig mod blåtopdominans. Forløbet er retningsbestemt.
- Prøveflade 6 er fra NØ-hjørnet af heden og er placeret i et bredt hulvejsbælte. Vegetationsudviklingen går fra en blandet vegetation mod dominans af revling, for siden at bevæge sig mod blåtop-hjørnet. Forløbet er retningsbestemt.

Følges de enkelte prøveflader igennem årene viser resultaterne af PCA-analysen nogle karakteristiske retningsbestemte successionsforløb. De eksempler, der er angivet med fed skrift nedenfor er indtegnet på figur 4.2 og 4.4.



Figur 4.2. Plot af PCA-analysens ordinationsakse 1 mod 2. Akse 1 beskriver den største variation i materialet og akse 2 den næststørste. Hvert punkt repræsenterer en prøveflade et bestemt år. Nogle specifikke successionsforløb er indtegnet på figuren ved at forbinde punkterne for enkelte prøveflader fra 1921- 1995. Første datamærke i hver serie er angivet med sort og repræsenterer registreringen i 1921 (1926 for prøveflade 18). Prøveflade 1 repræsenterer den uforstyrrede hede og cyklisk regeneration af hedelyng. Prøveflade 6 viser udviklingen på de gamle kørespor. Prøveflade 10 viser, hvorledes tidligere græsdominerede områder fortsætter med at være græsdominerede. Intensiv græsning, som det er praktiseret på prøveflade 8, 9, 10 favoriserer bølget bunke på bekostning af blåtop. Prøveflade 15 og 16 viser successionen på henholdsvis intensivt og ekstensivt dyrkede områder. Prøveflade 18 er eksempel på område, hvor revling har opretholdt sin dominans i meget lang tid.

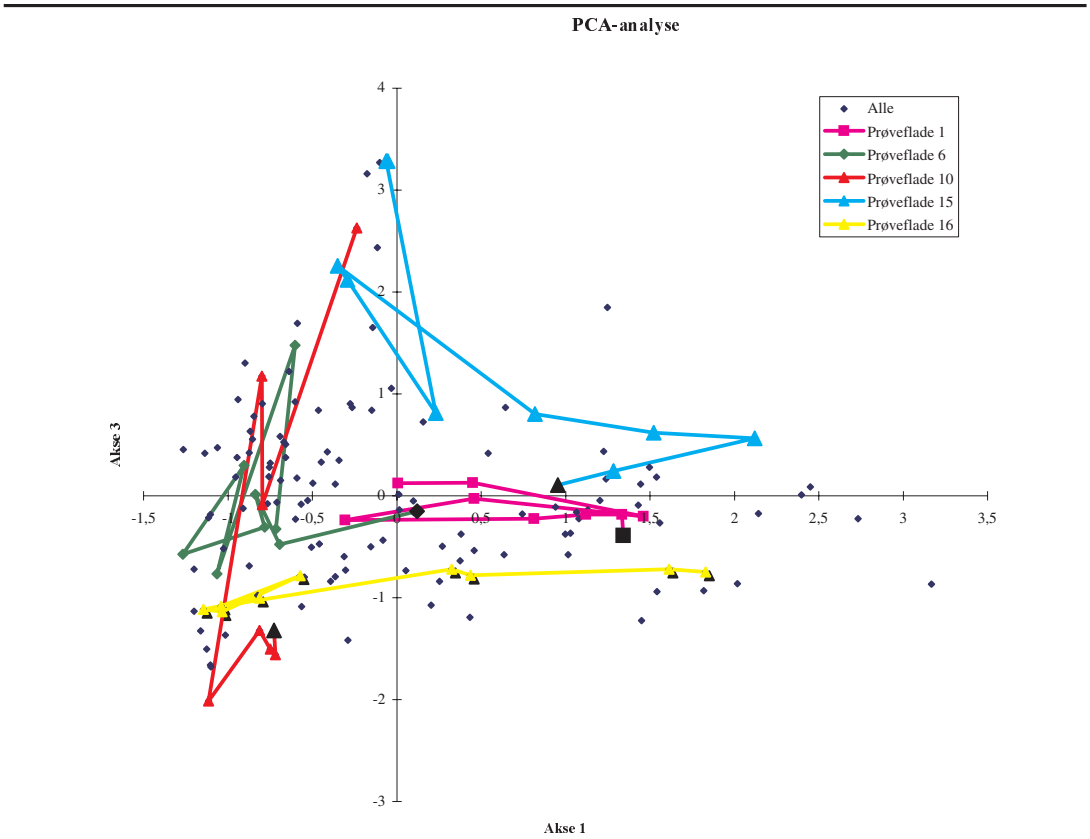


Figur 4.3. Plot af PCA analysens ordinationsakse 1 mod 2 med angivelse af arternes korrelationer med akserne. De mest betydende arter er angivet med navn. Tetraedermodellen er indtegnet.

De generelle mønstre er:

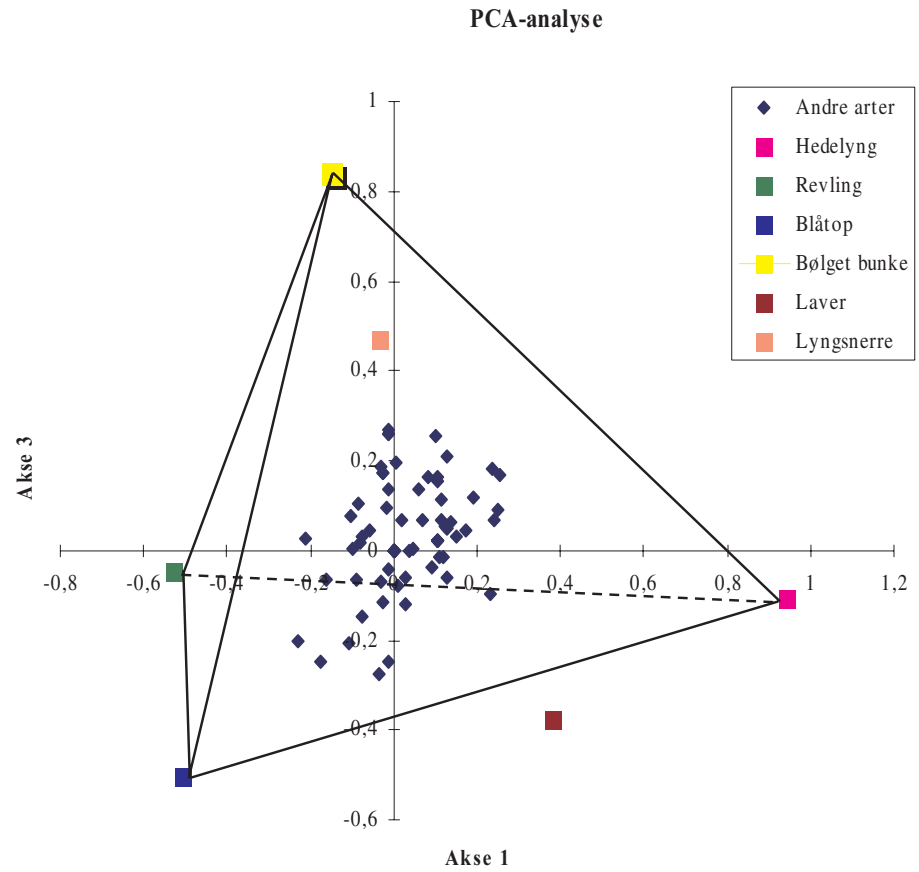
1. »Ægte« uforstyrret hede går fra hedelyng mod revling. Der kan evt. på meget åben hede være et cyklisk successionsforløb (prøveflade **1**, 2), hvor hedelyng regenererer, eller et ikke cyklisk successionsforløb (12, 19).
2. Tidligere intensivt dyrkede arealer går fra hedelyng til bølget bunke (prøveflade **15**)
3. Tidligere hedespor og meget gamle dyrkningsområder går fra hedelyng over revling til blåtop eller blåtop/bølget bunke (prøveflade **6**, 7, 8, 9, 11, **16**, 17). Stigende fugtighed fremmer denne proces.
4. Græsdominerede pletter vedbliver at være græsdækkede (prøveflade **10**)
5. Revlingdominans kan opretholdes i meget lang tid (prøveflade **18**).
6. Hård kvæggræsning fremmer bølget bunke på bekostning af blåtop (Figur 4.4, prøveflade 8, 9, **10**).

Ved at sammenholde floraprøvefladernes placering (fig. 2.1) med vegetationskarteringen (figur 3.2 og 3.3) får man et klart indblik i, at floraprøvefladerne



Figur 4.4. Plot af PCA-analysens ordinationsakse 1 mod 3. Hvert punkt repræsenterer en prøveflade et bestemt år. Nogle typiske successionsforløb er indtegnet på figuren ved at forbinde punkterne for enkelte prøveflader fra 1921 – 1995. Første datamærke i hver serie er angivet med sort og repræsenterer registreringen i 1921 (1926 for prøveflade 18). Prøveflade 1 repræsenterer den uforstyrrede hede og cyklisk regeneration af hedelyng. Prøveflade 6 viser udviklingen på de gamle kørespor. Prøveflade 10 viser, hvorledes tidligere græsdominerede områder fortsætter med at være græsdominerede. Intensiv græsning, som det er praktiseret på prøveflade 8, 9, 10 favoriserer bølget bunke på bekostning af blåtop. Prøveflade 15 og 16 viser successionen på henholdsvis intensivt og ekstensivt dyrkede områder.

ikke er placeret tilfældigt på heden. De fleste er lagt i særligt græsrige områder og der er en klar overrepræsentation af forstyrrede områder. Et gennemsnit af prøvefladerne giver derfor et skævt billede af den faktisk udvikling, hvis man ikke tager højde for, hvor stort areal af heden floraprøvefladen repræsenterer. Selvom floraprøvefladerne giver det indtryk, at store dele af heden er ændret fra hedelyng og over revling til græs, er det i praksis kun et meget ringe areal, der har gennemgået denne udvikling. Arealopgørelsen i tabel 3.1 viser, at godt 39 % af heden i 1995 stadig var åben hedelyng eller revling hede, hvorimod der kun var 14 % med bølget bunke eller blåtop (se også figur 3.4). Floraprøvefladerne er velegnede til at give et overblik over typiske forløb – og det



Figur 4.5. Plot af PCA analysens ordinationsakse 1 mod 3 med angivelse af arternes korrelation med akserne. De mest betydende arter er angivet med navn. Tetraedermodellen er indtegnet.

mest repræsentative successionsforløb for størstedelen af det fredede areal er det forløb, der er nævnt under punkt 1 ovenfor, hvor hedelyng på den uforstyrrede hede afløses mere eller mindre hurtigt af revling uden græsserne får nogen større betydning. Hedelyngen kan på disse arealer ofte forynge sig selv i tidlige successionstrin.

De to mest betydningsfulde variable i PCA-analysen er Ellenbergs lysindeks og Ellenbergs kvælstofindeks, som begge har en signifikant korrelation med ordinationsakse 1. Analysen gav dog ikke ny information i forhold til gennemgangen i afsnit 3.4.

4.1.2 TETRAEDERMODEL – SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE MODELLER

Tetraedermodellen (Figur 4.1) er en videreudvikling og udvidelse af Holmsgaards model over successionsforløbet på Nørholm Hede (Holmsgaard, 1984). Holmsgaards model kan ses som successionsforløbet på en ”gennemsnitlig” prøveflade og svarer nærmest til udviklingen på et magert tidligere

agerareal. Holmsgaards model tager ikke højde for den subjektive placering af prøvefladerne og den variationen i successionen, der skyldes forhold i jordbund og tidligere historie.

Böcher (1941, 1970) har beskrevet den generelle udvikling på såvel egentlig hede som på tidligere dyrkede områder; samt i indsande, hvor udviklingen på mange måder er parallel med udviklingen på meget sandede marker. Mindre modifikationer i Böchers hedemodel er indført af Riis-Nielsen m.fl. (1991). For tidligere dyrkede områder har Holst (1987) præsenteret resultater, der supplerer Böchers beskrivelse og viser variationsbredden – navnlig i de tidlige stadier af successionen.

Tetraedermodellen kan på mange måder opfattes som en integration af Böchers og Holmsgaards modeller. Böchers to »type«- successionsforløb for hhv. hede og tidligere dyrkede arealer dækkes ganske glimrende af tetraedermodellen. Begrænsningen i tetraedermodellen er, at den ikke dækker hele tidsforløbet i successionen. Den repræsenterer forløbet ved overgang fra moden hedelyngvegetation til andre vegetationstyper, men mangler de første stadier i udviklingen fra pionérvegetation over håret høgeurt stadiet eller lignende mellemstadium og indvandring af hedelyng. Styrken ved tetraedermodellen er, at den bedre end typeforløbene viser variationsbredden.

4.1.3 Blåtop og bølget bunke – et uafklaret problem

Successionsforløbene går fra hedelyng mod blåtop, revling eller bølget bunke, som illustreret ved de tre hjørner i tetraederet. Udviklingen går typisk mod revling først, for derefter at bevæge sig mod græsdomineret vegetation. Der er endvidere en tendens til, at udviklingen kan bevæge sig fra blåtop mod bølget bunke. Derimod er der ingen eksempler på prøveflader, der er gået i retningen fra bølget bunke til blåtop. Hvor både bølget bunke og blåtop er til stede på forstyrrede områder, er der således en tendens til stigning i bølget bunkes andel af den samlede andel af græsserne blåtop og bølget bunke med tiden ($r_{df=7}$=0,661). Stigningen er dog lige netop ikke signifikant.

På den egentlige hede er der meget lidt græs (prøveflade 1, 2, 12, 19). Vegetationskarteringerne i 1995 (Fig. 3.2, 3.3) viser, at blåtop er den hyppigste græsart alene eller sammen med bølget bunke på den egentlige hede incl. hedesporene mod nordøst, hvor andre forstyrrelser som kvægtramp og vejspor har dannet forudsætningerne for en senere græsvegetation (Floraprøveflade 6, 7, 8, 9, 10, 11) og på prøveflade 16 og 17. Bølget bunke dominerer på tidligere dyrkede områder og navnlig indenfor 1870 dyrkningsgrænsen (prøvefladerne 13, 14 , 15 og 18). Kun på de allerfugtigste områder indenfor dyrkningsgrænsen er det blåtop, der dominerer (Fig 3.2 og 3.3).

Udviklingen af blåtop på Nørholm Hede har et iøjnefaldende træk. Kun på tre prøveflader er blåtop kommet til som ny art. Det er prøveflade 3, 4 og 5. Det er alle fugtigbundsarealer og for prøveflade 3 og 4 hænger fremkomsten af

blåtop direkte sammen med, at de har været dækket af en sø på et tidspunkt. For alle øvrige prøveflader med blåtop gælder det, at hvis de har blåtop i dag, havde de det også i 1921. Blåtop har således ikke invaderet nogle af de tidligere dyrkede områder (Floraprøveflade 13, 14, 15 og 18).

Overgang til græsvegetation ved hedelyngs død er som generelt fænomen veldokumenteret (f.eks. Aerts & Heil, 1993; Degn, 2001). Forholdet mellem blåtop og bølget bunke er variabelt. Det skyldes sandsynligvis jordens vandkapacitet (Hansen, 1976). Vandkapaciteten må forventes at øges med alderen af lyngheden. Overgang fra bølget bunke til blåtop er beskrevet af Böcher (1941, 1970). I Böchers model for tidligere dyrkede områder erstatter blåtop med tiden bølget bunke på tidligere dyrkede arealer, således at meget gamle dyrkningsområder domineres af blåtop (Böcher, 1941, 1970). Det kan derfor undre, at ingen direkte observationer fra Nørholm tyder på, at områder med dominans af bølget bunke med tiden vil blive invaderet af og overtaget af blåtop. Hvis man laver en ”space for time” betragtning på udbredelsen af blåtop på de tidligere forstyrrede områder, finder man også på Nørholm Hede, at blåtop findes på de arealer, der har ligget udyrket længst. Resultaterne fra floraprøveflade 16 og 17, som måske repræsenterer den ældste opgivne dyrkning, peger på, at blåtop udskifter bølget bunke med tiden. Det gælder uanset om plot 16 og 17 virkelig har været dyrket eller ej. De tilstødende arealer nær gravhøj nr. 25 (Fig. 1.2), hvor dyrkningen beviseligt har fundet sted, har samme vegetationstype med dominans af blåtop – og har en skarp grænse til de senere dyrkninger, hvor bølget bunke er den dominerende græs (Fig. 3.2, 3.3)

Grundlaget for Böchers model er en tilsvarende »space for time« betragtning på Randbøl Hede. Böcher beskriver, hvordan man stadig kan se spor af den tidligere lyngvegetation på arealerne. Man må derfor regne med, at arealerne har båret lyng i århundreder, mens heden stadig blev drevet på den traditionelle måde. På tilsvarende måde har de tidligere dyrkningsarealers vegetation på Nørholm Hede været domineret af hedelyng frem til ca. 30 år efter den traditionelle anvendelse af heden ophørte – og for de ældste arealers vedkommende helt fra før 1770. Dette eksempel viser, hvor forsigtig man skal være med at forudsige et udviklingsforløb på baggrund af ”space for time” betragtninger.

Blåtop er tilknyttet heder med tykt morlag og stor vandkapacitet, mens dette ikke er tilfældet for bølget bunke (Hansen, 1976). Man kan derfor opstille den hypotese, at overgangen til blåtop kræver en øget opbygning af et morlag. Det kan ske efter langvarig hedevegetation på stedet, som det har været tilfældet både på de marker, der har givet anledning til Böchers model og på Nørholm Hede på tidligere forstyrret bund (floraprøveflade 6, 7, 11, 16, 17). På den måde vil marker, hvor græsning (og andre kulturindgreb) har opretholdt lyngvegetation i århundreder gå mod tykt morlag, stor vandkapacitet og blåtop.

På marker, hvor hedelyng hurtigt afløses af bølget bunke, vil der måske aldrig opbygges en tyk organisk horisont. Områderne vil beholde en lav vandkapacitet og forblive domineret af bølget bunke. Gødskningen og den mergling, der antageligt er sket på de i 1870 opgivne arealer, kan også have øget mineraliseringen, så en opbygning af en større organisk pulje er forhindret. Det kan også være, at der blot skal gå meget længere tid, før blåtop breder sig.

4.1.4. Begrænsninger i modellen

Materialet fra Nørholm Hede beskriver ikke alle de mulige successionsforløb, der er registreret fra heder. For de tidligere forstyrrede arealer begrænser datamaterialet sig til at dække successionstrinnene fra en tæt hedelyngvegetation og repræsenterer derfor kun en del af udviklingen over tid. Her mangler yderstadierne fra før hedevegetationen er udviklet og de meget sene successionstrin. Disse er derfor ikke beskrevet i tetraedermodellen. De tidlige successionstrin efter dyrkning er derimod beskrevet i andre studier. Böcher (1970) og Holst (1987) beskriver pionérvegetationen på tidligere dyrkede arealer. Den er variabel, men ofte med rødknæ, spergel, sandskæg. Derefter følger et håret høgeurt stadium, som det mest almindelige. På mere næringsrig bund kan der udvikles en græsvegetation, der forhindrer etableringen af hedelyng. Håret høgeurt stadiet er beskrevet hos Böcher (1970), Holst (1987) og Degn (1987, 2001). Derefter følger lynghede med større eller mindre islæt af revling. Mængden af revling er ofte større ved forlænget indvandringstid og ved lavere næringsindhold i jorden. Revling kræver endvidere oceanisk klima (Begtrup, 1808-12; Blicher, 1839; Dalgas, 1830; Ferdinansen, 1918; Böcher, 1941, 1970; Degn, 1987, 2001).

For den tørre hede uden jordbundsforstyrrelser er materialet fra Nørholm Hede mere dækkende. En del af de tidlige successionstrin efter driftsindgreb er endda med (f.eks. udvikling efter brand), ligesom udvikling efter tørveskrælning er med, når der ses bort fra de tidligste udviklingstrin. Modellens begrænsninger er derfor ikke så store på denne arealtype som for de tidligere dyrkede arealer.

4.2 Successionens kritiske fase

Når man ser på successionsforløbene fra prøvefladerne, er det tydeligt, at heden er i en meget kritisk fase, når hedelyngen svækkes eller dør bort. Det har givet forskellige succcessionsforløb:

1. Naturlig regeneration af hedelyng og foryngelse af vegetationen.
2. Overgang til græshede ved fremvækst af blåtop eller bølget bunke.
3. Overgang til revlinghede efter vegetativ spredning af revling.
4. Fremspiring af pionértræarter som birk eller bjergfyr.

Der kan i litteraturen findes tilsvarende eksempler og også eksempler på andre forløb. Der kan være tale om spredning af laver, hede-melbærris, tyttebær m.fl. (Böcher, 1970; Gimingham, 1964, 1972). Undersøgelserne på Nørholm Hede og andre hedearealer (Degn, 1996, 2001) viser dog, at det er revling, bølget bunke og blåtop, som med tiden vil dominere.

4.2.1 Hedelyngs vækstfaser

Hedelyngs livscyklus er af afgørende betydning for forståelsen af successionsforløbene. Mens hedelyng er til stede, er successionen primært bestemt af hedelyngens vækstfaser (boks 4.1) og af de betingelser, der er forudsætningen for en genspiring af hedelyng. Midt i dette århundrede beskrev Watt (1947) hedelyngens fire vækststadier: pionér, opbygning, moden og senil (se også Riis-Nielsen, 1991). Disse 4 faser har siden udgjort en referenceramme for at forstå hedens succession. Varigheden af hedelyngs vækstfaser afhænger af jordbundens beskaffenhed og tager måske kun 15 år på de bedre jorde, hvorimod livsforløb på op til 40 år er almindelige på de meget næringsfattige jorde (Gimingham, 1972). I Danmark synes maksimumsalderen kun at være 25-30 år (Riis-Nielsen m.fl., 1991). De tidlige faser er desuden bestemt af andre dominerende arters autøkologi og indbyrdes konkurrenceforhold i forhold til lyng. Ser man på udviklingen i dækningsgrad af lyngen på Nørholm Hede, kan man på flere floraprøveflader (1, 2, 7, 12, 13, 14 og 19) se, at hedelyngens dækningsgrad har været svingende og at nedgang i dækningsgraden ofte sker simultant på flere prøveflader. Et af disse minimumspunkter er 1931, hvor prøvefladerne 2, 7, 12, 13 og 14 alle har markant lavere dækning af hedelyng. Endnu tydeligere er nedgangen i 1949 på prøveflade 1, 2, 7, 12, 13, 14 og 19. Lyngen dør ofte ud på større arealer samtidig, selv når årsagen er svækkelse og død på grund af alder. Heden har nemlig ofte en meget ensaldrende struktur. Svækkelserne kan også ske af klimatiske årsager (f.eks. frost og tørke). En af de hyppigste årsager er i dag den lille lyngbladbille, som med års mellemrum kan forårsage hedelyngens død over store arealer. Angreb af lyngbladbiller eller andre katastrofeagtige hændelser udløser synkrone svingninger i udbredelsen af hedelyng.

4.2.2 Naturlig regeneration af hedelyng

Et af de vigtigste resultater af undersøgelserne på Nørholm Hede er påvisningen af en naturlig regeneration af hedelyng på prøveflade 1 og 2, som giver en cyklisk succession. Samme mønster ses på 19 og i mindre grad på prøveflade 11, 12 og 13. Den fuldstændige regeneration af hedelyng på prøveflade 1, 2 og 19 hænger sandsynligvis sammen med forekomsten af en åben vegetation med laver. Bemærk i øvrigt, at den største dækning af hedelyng på prøveflade 1 og 2 er registreret så sent som i 1974. Til sammenligning forsvinder hedelyng

Boks 4.1

Hedelyngs livscyklus
Lyngen gennemgår fire faser: Pionérfasen (0-10 år), opbygningsfasen (7-13 år), modenhedsfasen (12-28 år) og senilitetsfasen (15-30 år). Pionérstadiet er de første år med etablering og den tidlige vækstfase. Planterne er i denne regenerative fase sårbare (Foto 4.1). Vegetationen er åben og der er mulighed for en rig bundvegetation. I opbygningsfasen når lyngplanterne en maksimal tæthed, og bundvegetationen er i denne fase reduceret til få og undertrykte individer af andre arter. Lyngplanterne begynder efterhånden at åbne sig lidt i toppen, ved at centrale skud bøjer til siden. Den er nu nået modenhedsfasen. Skuddene lægger sig mere ud til siden og de centrale skud dør. Planterne er nu nået senilitetsfasen. I centrum af buskene vil der etableres en bundvegetation af mosser, laver, græsser og urter.

hurtigere fra prøveflade 12, selvom det også fra starten har været en rimelig åben vegetation med lavflader. Prøveflade 11 og 13 har hele tiden været mere græsrige. Hedelyng regenererer også her efter nedgangen i 1949, men med meget lavere dækning. Alle de øvrige og mere græsrige prøveflader udviser ingen tegn på større naturlig regeneration af hedelyng.

Resultaterne stemmer overens med andre forsøg, der har vist, at områder med god naturlig regeneration er karakteriseret af et relativt tyndt morlag, meget få græsser og urter fra starten og meget åben jord med lavdækkede flader (Riis-Nielsen, 1997).

Foto 4.1. Hedelyng i regenerationsfasen. Nørholm Hede, juni 2003.

4.2.3 OVERGANG TIL GRÆSHEDE

Overgang til græsvegetation ved hedelyngs død er som generelt fænomen veldokumenteret (f.eks. Aerts & Heil, 1993; Degn, 1996). Böcher (1941) og Degn (2001) beskriver denne proces for lyngheder på opgivne marker.

Vegetationskarteringen på Nørholm Hede sammenholdt med udviklingen på floraprøvefladerne viser klart, at overgang fra lyng- til græshede hovedsageligt sker på tidligere forstyrrede eller dyrkede arealer. Her er der ingen eller kun ganske ringe naturlig regeneration af hedelyng i de tidligere dyrkede områder mod vest (Floraprøveflade 13, 14, 15, 16 og 17) og ved hedesporene i nordøst (Floraprøveflade 6, 7, 8, 9, 11). Man kan tænke sig, at det skyldes en ophobning af næringsstoffer efter gødskning af markerne. For vejenes vedkommende kan det skyldes gødning tabt fra dyrene under drivning eller fra trækdyr. Det er sandsynligt, at den mest næringsrige jordbund findes, hvor heden tidligere har været dyrket mest intensivt. Det understøttes af boniteringen til 1844 matriklen, som kan ses som et godt bud på næringstilgængeligheden på markerne ifølge Westermann (1902). Matriklen viser en højere bonitering på de i 1870 dyrkede arealer.

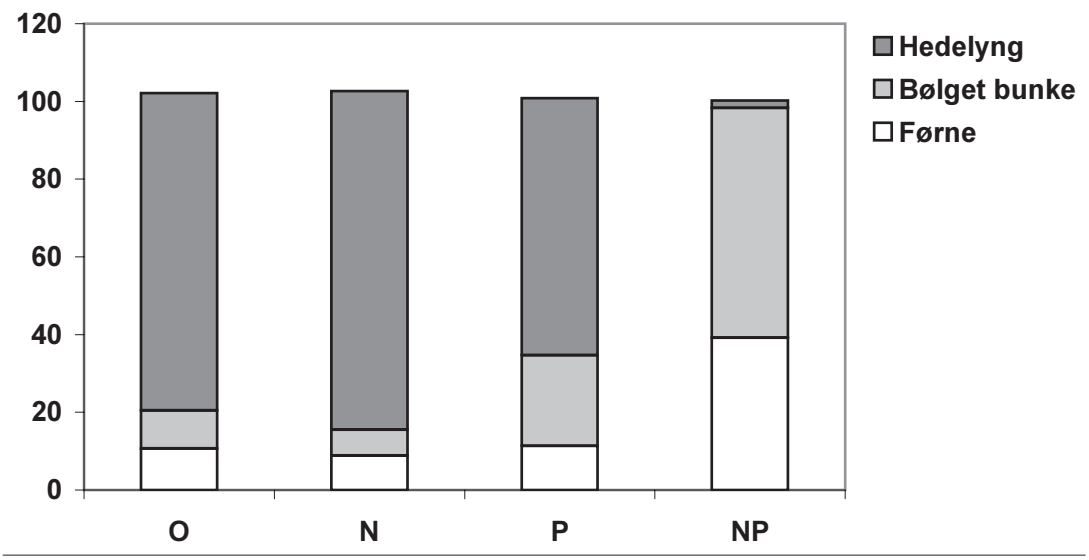
Ved lav næringsstoftilgængelighed har hedelyng en meget stor konkurrenceevne overfor græsserne, som ofte udkonkurreres, selv om de har adgang til fuldt lys. Mikroorganismerne i hedemor har en stor kapacitet til at immobilisere uorganisk kvælstof i sværtnedbrydelige organiske forbindelser (Kristensen, 1998a, 2001) og omsætningen af disse forbindelser er langsom. Det betyder, at uorganisk kvælstof kun findes i meget små koncentrationer i morlaget. En del af hedelyngs store konkurenceevne antages at bero på, at arter af lyngfamilien kan udnytte disse organisk bundne N-forbindelser (Read, 1993; Michelsen m.fl., 1996), og at græsserne ikke lige så effektivt udnytter denne kvælstofpulje.

Næringsberigning med kvælstof, fosfor og kalium får græssernes vækst til at øges markant mere end hedelyngs vækst. Alligevel kan der ikke umiddelbart ske en overgang til græsdominans. Hedelyngen er højere og har fordel af at sætte sine blade højt allerede tidligt på sæsonen. Det giver den en fordel i konkurrencen om lyset selv ved meget høje gødskningstilførsler (Aerts & Heil, 1993). Dør hedelyng af alder eller katastrofer, vil græsserne hurtigere etablere sig og danne en tættere vegetation, hvis der er rigeligt med næring. Det er i denne kritiske fase, at overgangen til græsvegetation kan ske.

På Hjelm Hede, der ligesom Nørholm Hede ligger på en mager smeltevandsslette, er det vist, at konkurrencen mellem hedelyng og bølget bunke er styret af tilgængelighed af næringsstoffer og at det begrænsende stof for vækst af græsser er fosfor (Riis-Nielsen, 1997). I 1994 blev der etableret et gødningsforsøg med tilsætning af kvælstof, fosfor eller en kombination af kvælstof og fosfor. Heden var umiddelbart før blevet angrebet af lyngbladbiller, så al hedelyng døde bort. Det gav mulighed for at følge hedelyng i den kritiske fase ved

forskellige næringsstofforhold. I ugødede kontrolfelter, hvor tilgængeligheden af fosfor er lav, tog det adskillige år, før græsserne dækkede bunden (Riis-Nielsen, 1997) og hedelyng kunne derfor regenerere, før græsdækket blev for tæt. Tilsætning af kvælstof alene ændrede ikke på etableringen af græsser og hedelyng. Tilsætning af fosfor øgede væksten af græsserne og hæmmede regenerationen af hedelyng. Fosfor inducerede dog en kvælstofbegrænsning, så kvælstof sammen med fosfor kunne give en yderligere vækst af græsser. Det betød, at jorden blev næsten helt dækket af græsser på kun 1 år og at hedelyng ikke kunne regenerere. Visuelle iagttagelser fra gødskningsforsøget viste, at det ikke blot var bølget bunkes vækst, men også dens frøregenerering, som blev fremmet af mere næring. Undersøgelser af næringsstofferne i jorden viste ligeledes, at fosfor var begrænsende (Thomasson, 1997; Kristensen, 2001). Forsøget blev genundersøgt i 2002 (Riis-Nielsen og Schmidt, upublicerede resultater). Hedelyng var regenereret i kontrolfelter samt felter, der fik enten fosfor eller kvælstof, men på de fosforgødskede felter var regenerationen af hedelyng forsinket og felterne var efter 8 år stadig mere græsrige end de kvælstofgødskede felter og kontrolfelterne. Hedelyng regenererede ikke på felter, der både var kvælstof- og fosforgødskede (Fig. 4.6).

Når bølget bunkes vækst hæmmes af fosformangel, giver det tid til, at hedelyng kan spire og etablere sig. Det skyldes bl.a. at litterlaget gradvist nedbrydes, så bunden bliver mere velegnet som spiringssubstrat for hedelyng (Riis-



Figur 4.6. Dækningsgrad af hedelyng, bølget bunke og førne på Hjelm Hede 2002. Hjelm Hede blev i 1994 angrebet af lyngbladbiller, og hedelyng døde bort. I forsøgsfelter gødet med henholdsvis kvælstof (N), fosfor (P) eller en kombination af kvælstof og fosfor (NP) blev genvæksten undersøgt i 2002 ved visuel bedømmelse af planterne dækningsgrad.

Nielsen, 1997). Mangel på fosfor styrker derfor den naturlige regeneration af hedelyng.

Hvis der bliver etableret et tæt græstæppe i løbet af de første år, har det flere konsekvenser. Hedelyngspirer er små og kræver lys for at spire og vokse. Skygning er derfor en vigtig faktor. Græs producerer meget litter og i løbet af få år er bunden dækket af et tykt filt af græslitter, som yderligere vanskeliggør spiring.

Jordene under de vestdanske heder er næringsfattige med meget lave koncentrationer af fosfor og uorganisk kvælstof (Hansen 1976, Weis 1929, 1932). Mønsteret på Hjelm Hede med en primær fosforbegrænsning af væksten hos græsser kan skyldes, at hederne de seneste 50 år er blevet beriget med kvælstof fra atmosfæren (se afsnit 5.1). Depositionen på Hjelm Hede er 18 kg N $ha^{-1}år^{-1}$ (Hansen, 1997). Randbøl hede afviger derimod stærkt ved at have ringe stabilitet, selv om den ligger på smeltevandsslette. Heden er under stærk tilgroning med blåtop og regenerationen af hedelyng er lav (Degn, 1996). Forklaringen kan måske være, at der lidt under overfladen ligger rigere jordlag, da heden ligger tæt ved isens hovedtilstandslinie (Böcher, 1941). Måske er fosfortilgængeligheden på denne hede større. I Holland synes heder med større fosforindhold også at være særligt ustabile (Diemont, 1996).

Gødskningsforsøg i andre egne af landet har vist, at klithederne og østdanske heder (Mols) snarere er kvælstofbegrænsede end fosforbegrænsede (Riis-Nielsen, 1997; Christensen m.fl., upubl.; Schmidt m. fl., 2004, 2005). Det kan være årsagen til, at de er under kraftig tilgroning med græsser de seneste årtier, hvor kvælstofdepositionen har været og er høj. På Mols, hvor heden vokser på sandet moræne med stor indblanding af bølget bunke, har hedelyng meget svært ved at genvinde sit tidligere terræn efter et lyngbladbilleangreb i 1999 (Beier m.fl., 2004). På Hjelm Hede var genspiringen derimod det normale billede efter angreb af bladbiller i 1994, selv om vegetationen ikke blev slået (Figur 4.6). Spredte iagttagelser fra Kongenshus Hede og Borris Hede, der ligeledes ligger på en smeltevandsslette viser samme billede (Riis-Nielsen, pers. obs.).

Resultaterne fra Nørholm Hede passer således fint sammen med resultater fra de fleste andre hedeundersøgelser. Hedelyngheden er mere stabil ved lav fosfortilgængelighed. Er der en større fosfortilgængelighed er de mere ustabile. Heder med større fosfortilgængelighed er særligt følsomme overfor kvælstofberigning, fordi væksten af græsserne er kvælstofbegrænset. Det er antageligt samme forskel i næringstilgængelighed og dermed græssernes mulighed for at brede sig, der er hovedansvarlig for at østdanske heder i modsætning til de vestjyske har været særligt ustabile.

Lyng kan spire selv ved et lavt vandindhold i jorden, som på tørveskrællet bund, men hedelyngspirerne er meget følsomme overfor udtørring. På næringsrig jord vil græsserne brede sig hurtigt, når hedelyngen dør. Dermed

opbruger de hurtigtvoksende græsser vandet i jorden. Da lyngspirer vokser langsomt og er meget følsomme overfor vandmangel, bliver lyngregenerationen på næringsrig bund derfor mere usikker. Lyngspirernes følsomheden overfor konkurrerende planter er vist på Hjelm Hede (Riis-Nielsen, 1997). Den store betydning, som konkurrencen om vand har for lyngfremspiring på østdanske heder, er bemærket i den praktiske hedepleje (Riis-Nielsen m.fl., 1991).

4.2.4 Revlinghede

Ved undersøgelsens start i 1921 var revling tilstede med større eller mindre dækningsgrad på de fleste floraprøveflader. Gennemsnitlig havde revling en dækningsgrad på 17 %, hvilket er steget støt frem til 1949, hvor den dækkede 49 %. Ved de sidste undersøgelser har den ligget stabilt med ca. 35 %. Revling har ofte bredt sig efter en kraftig tilbagegang af hedelyng. Floraprøveflade 14 er et godt eksempel på, hvordan revling kan overtage dominansen efter hedelyng.

Revling er er art, der både kan have høj dækning på tidligere dyrkede eller forstyrrede områder og på den egentlige hede. Dækningsgrader over 60% er således fundet både på "intensivt" dyrket jord (prøveflade 14), ekstensivt dyrket jord (prøvefalde 13 og 18), forstyrret bund (prøveflade 6, 7 og 8) og på egentlig hede (prøveflade 2 og 19). Revling kan dominere gennem længere tid (f.eks. prøveflade 18) eller som et stadium mellem lyng og græsvegetation (f.eks. prøveflade 7).

Når hedelyngen svækkes eller dør bort, øger revling gradvist sin dækning. Revling kan tåle mere skygge end hedelyng og kan derfor leve som en underskov af lange skud i bunden af hedelyngvegetationen. Mens hedelyng er i regenerationsfasen, kan revling nå at brede sig noget, men da den gror forholdsvis langsomt, kan den ikke i løbet af få år dominere hele vegetationen, med mindre den i forvejen dækker en stor del af området. Hedelyng har svært ved at spire i tæt revlingdække, så langsomt vil den blive udkonkurreret af revling. En undtagelse er prøveflade 1 og 2, hvor revling og hedelyngs dominans skifter frem og tilbage.

På en del prøveflader har revling tidligere haft en høj dækning, men efterhånden har græsserne taget over (prøveflade 6, 7, 8, 9, 10). Det drejer sig primært om forstyrrede jorde, idet prøveflade 6 og 7 ligger i hulvejsbæltet og 8, 9 og 10 i et tidligere sandflugtsområde (tabel 3.2). Der er ingen iagttagelser, der kan vise hvilke mekanismer, der forårsager, at revling overtages af græsvegetationen. Det kan være konkurrence om lys og næring, eller det kan måske udløses af svækkelse eller bortdøen af revling på grund af frost, tørke eller en helt tredje ubeskrevet faktor.

Revling kan som hedelyng rammes af katastrofeagtige hændelser. Den kolde vinter 1996/97, som blev efterfulgt af en meget tør sommer, gik hårdt ud over revling, som havde en skadeprocent på op til 30 % på nogle floraprøveflader

(7, 13 og 14). Disse skader vil dog næppe få betydning for den videre succession, da revling trods skaderne stadig var tæt pudeformet og derfor kunne forhindre andre arter i at spire. Desuden var den på alle floraprøveflader kommet sig og havde sat nye grønne skud. Den skiftende dominans mellem hedelyng og revling på prøveflade 1 og 2 kan skyldes skiftevis katastrofeagtige hændelser, der svækker henholdsvis hedelyng og revling.

Udviklingen mod græsdække eller græs- revlingdække på forstyrrede jorde og dominans af revling med indblanding af hedelyng på jorde, der ikke tidligere har været opdyrkede, som det ses på Nørholm Hede, synes at være et generelt billede på de vestdanske heder (Riis-Nielsen m.fl., 1991, Böcher 1970). Udefra kommende faktorer kan forstyrre dette billede, da revling er følsom overfor både brand og dyrenes tramp ved græsning, men det behandles senere.

4.2.5 Cyklisk succession og to-arts cyklus

Hvis hedelyng afløses af en anden art, men senere igen overtager dominansen i området, taler man om to-arts cyklus. I Watt's klassiske studier (Watt, 1947, 1955) blev to-arts cyklus mellem hedelyng og ørnebregne beskrevet. Selvom Watt (1947) har æren for at introducere den cykliske hedesuccession i den botaniske litteratur, er det dog ikke en helt ny opdagelse. Allerede Begtrup (1908-12) beskrev en sådan udvikling »*Lyngen har sin visse tid, da den når sin fuldkommenhed, og går da ud af sig selv, og giver plads for græs i 3 - 4 år, hvorpå lyngen atter indfinder sig og kvæler græsset*«.

I materialet fra Nørholm Hede er prøveflade 1, 2 (og 19) gode eksempler på 2-arts cyklisk succession mellem hedelyng og revling. Hedelyng gennemløber sin livscyklus 2 gange, mens revling udvikler sig i modfase med hedelyng. Selv efter 100 års succession er der stadig områder på heden med cyklisk succession, selvom det generelle billede af heden i dag er revlinghede med spredte hedelyngbuske. Den cykliske succession mellem revling og hedelyng synes kun at fortsætte maksimalt to gange på Nørholm Hede. Man må regne med, at den principielt kan fortsætte, så længe der er åbne flader med lav eller blottet jord, hvor hedelyng kan spire frem. Selvom successionen er cyklisk, er vegetationen dog ofte fornyet med andre arter, eller der er sket en forskydninger i artssammensætningen. Typisk har revling bredt sig. På længere sigt har det givet permanente vegetationsforandringer.

Mekanismen synes at være den samme som beskrevet for Hjelm Hede (Riis-Nielsen, 1997). Hedelyng spirer først året efter, at de gamle hedelyngplanter er døde. Spiring og etablering er afhængig af, hvor åben hedevegetationen var før, da de spæde spirer er meget afhængig af lys, og ikke har kraft nok til bryde igennem til lyset. I en åben vegetation med mange lavdækkede flader vil foryngelsen ske hurtigt og være fuldstændig. Er vegetationen tæt og morlaget tykkere, vil jorden være dækket af et tykt litterlag, som er et meget dårligt spiringssubstrat for hedelyng.

Hedelyng påvirker jorden og forårsager med tiden jordbundsændringer. For det første sker der en ophobning af uomsat lynglitter og dermed dannes et morlag på jordoverfladen. Morlaget akkumulerer næringsstoffer og forbedrer vandforholdene (Rode, 1999a,b). Der bliver færre gode spiringssteder for hedelyng og dermed dårligere betingelser for foryngelse. Det kan være den mekanisme, som betinger, at den cykliske udvikling stopper ret hurtigt. Regenerationen af hedelyng må derfor formodes at stoppe og successionen vil med tiden blive retningsbestemt.

Teorien om cyklisk succession har inspireret en række forskere til at foreslå en række cykliske varianter, hvor hedelyng afløses af andre arter og senere naturligt genvinder sin tidligere dominans (Ritchie, 1951 cit. i Böcher, 1970; Gimingham 1964, 1972; Barclay-Estrup & Gimingham, 1969; Böcher, 1970; Webb, 1986; Riis-Nielsen m.fl., 1991; Riis-Nielsen, 1997; Kaagman & Fanta, 1993). En hedelyng-bølget bunke-cyklus har således været foreslået af Kaagman og Fanta (1993). Selv om teorierne har været accepterede, har de dog samtidig udgjort et yderst omstridt emne. Miles (1981) regnede cyklisk succession for en undtagelse og der har været en stigende tendens til at støtte den anskuelse (Hullu & Gimingham, 1984; Webb, 1986; Gimingham, 1987; Diemont, 1984, 1996).

Fraværet af genetablering af hedelyng i græsområderne på Nørholm Hede tyder ikke på, at der er en to-art cyklus mellem hedelyng og bølget bunke eller blåtop. En direkte sammenligning med Kaagman og Fanta (1993) vanskeliggøres af, at deres resultater ikke er entydige – der kan være tale om regeneration på åbne flader mellem hedelyng samtidig med en temporær græsdominans på lignende måde som efter bladbilleangreb på Hjelm Hede eller efter plejeindgreb som slåning og brand (Riis-Nielsen, 1991; Hansen, 1964). Der er meget stor forskel på, om hedelyng hele tiden er nøgleart, der bestemmer bølget bunkes plads, som det er tilfældet i disse eksempler – eller om der er tale om et reelt vegetationsskift til en græsvegetation uden spiringsmuligheder for hedelyng. Det skal dog nævnes, at Degn (manuskript) har beskrevet en egentlig to-artscyklus mellem hedelyng og bølget bunke fra Randbøl hede. Hedelyng afløses i en periode af bølget bunke. Efter at denne svækkes af ukendte årsager, spirer hedelyng frem og genetablerer sin dominans. Man kan derfor ikke afvise en to-artscyklus mellem hedelyng og bølget bunke, men forsøget på Nørholm Hede viser, at det helt givet er undtagelser.

4.2.6 Successionen på fugtig bund

Klokkelynghede blev ikke karteret i 1995, da observationerne var for spredte. Det indikerer, at klokkelyngheden er gået kraftigt tilbage og for en stor del er overtaget af blåtop eller revling. Prøveflade 3 og 4 blev udlagt i klokkelynghede, men da begge prøveflader i en periode var udsat for voldsom forstyrrelse med en 10 år lang periode med sødækning, kan de prøveflader ikke bruges til

at vise det generelle billede for succession i klokkelyngheden. Derfor er der ikke gode direkte observationer af ændringen i klokkelyngarealerne.

Klokkelyngheden synes nu at være indskrænket til smalle bånd mellem hedelyng-revling vegetationen på den tørre del af heden og blåtopvegetationen på den fugtige del. Der er dog stor usikkerhed omkring udbredelsen af klokkelynghede på Nørholm Hede i dag, da arealerne ikke har været systematisk undersøgt siden 1921-22 (Hansen, 1932). Er iagttagelserne rigtige, anfægter det Böchers (1970) beskrivelse af klokkelyngheden som et meget stabilt plantesamfund. Derimod passer det godt med resultater fra Holland, hvor store arealer med klokkelyng er blevet overtaget af blåtopvegetation. Blåtops fremvækst på tidligere klokkelynghede har i Holland været tilskrevet øget atmosfærisk nedfald af kvælstof (Aerts & Heil, 1993). I områder med fosforbegrænsning, viser korttidsforsøg at effekten af kvælstoftilførsel er begrænset (Aerts & Berendse, 1988). Det svarer til resultaterne på Hjelm Hede med begrænset vækst af bølget bunke i hedelynghede tilsat kvælstof, når systemet er fosforbegrænset.

Klokkelynghede er knyttet til fugtig bund. Der er ikke dokumenteret ændringer i vandforholdene på Nørholm Hede, men den generelle tilgroning af heden med deraf større evapotransporation eller dræning af omgivende arealer, kan have betydningen for udbredelsen af klokkelyngheden.

De vådeste områder på Nørholm Hede er hedemoserne. Successionen på moserne har været meget stabil gennem alle årene, hvilket underbygges af prøveflade 5, hvor vegetationssammensætningen har været stabil med ca. 25 % mose pors, 15 % revling og 40-50 % halvgræsser, især kæruld (Fig. 3.10). Dog er der nogle ændringer, som formodentlig kan få større betydning i fremtiden. Klokkelyng synes at være gået tilbage og blåtop er gået frem. Blåtop indfandt sig i 1937 og breder sig landsomt, men havde endnu i 1996 kun en dækning på 1,5%. Der synes også at være en fremgang af hedelyng. Det er de samme ændringer, der er beskrevet for højmoser i samme tidsrum (Risager, 1997).

4.3 Betydningen af lyngbladbillen

Lyngbladbillen er nævnt flere steder som afgørende faktor for successionen på en del prøveflader. På Nørholm Hede har der været masseangreb af lyngbladbillen (*Lochmaea suturalis* Thoms.) i 1927-28 (Nielsen, 1986), i 1995-96 og i 2000 (Riis-Nielsen pers. obs.). Angrebet i 1995-96 ramte floraprøveflade 1, 2, 3, 12, 14 og i ringe grad 19.

Det fald i lyngens dækningsgrad, der ses mellem 1926 og 1931 skyldes givetvis det angreb af lyngbladbiller, der blev registreret på Nørholm Hede i 1927-28 (Henriksen, 1928, citeret i Nielsen, 1986). Efter angrebet sker der en meget hurtig regeneration af hedelyngen, som kunne tyde på, at lyngen har overlevet og igen er skudt fra grene eller basis de følgende år.

Ved undersøgelsen i 1949 var hedelyng gået tilbage på hovedparten af floraprøvefladerne og blev ikke registreret eller registreret med en dækningsgrad på 0.01 % på flere prøveflader (Bornebusch, 1952). Bornebusch (1952) diskuterede årsagen: *"Som en årsag har været nævnt angreb af bladbillen Lochmaea suturalis, som jeg da også har fundet i stort antal, men den er dog vist næppe nogensinde så talrig, at den kan få lyngen til at forsvinde"*. Det har han næppe ret i. Bladbilleangreb har ofte fået store flader med lyng til at dø, men det er rigtigt, at selv om billerne er årsag til lyngens død, så er de meget anonyme. Hvis det er tørt vejr, gemmer larverne sig i litterlaget, og man bemærker dem knap. I 1949 fandt undersøgelserne desuden sted 26/8 - 6/9 (Bornebusch, 1952). Sandsynligvis har undersøgelserne foregået, mens de fleste individer har ligget som pupper i jorden (Elmegaard m.fl., 1997; Riis-Nielsen, 1997). Desværre kommenterer Bornebusch (1952) ikke lyngens tilstand i 1949 og der er ikke specifikke kommentarer i de originale målebøger på *Skov & Landskab* om de døde grenes udseende. Frisk angrebne grene er karakterisktiske røde, hvorimod de er grå året efter. Eftersom der i 1945-47 var lyngbladbilleangreb i Vestjylland (Nielsen, 1986), kan angrebet meget vel have fortsat på Nørholm Hede i 1948 eller 1949.

Det er tidligere foreslået, at lyngen skulle være død som følge af den tørre sommer i 1949 (Bornebusch, 1952). Det er dog højst tvivlsomt, da den sommer ikke adskilte sig væsentligt fra andre tørre somre. Vinteren 1946/47 var meget kold og med en lang barfrostperiode, hvilket kan slå buskene ihjel. Desuden var sommeren 1947 usædvanlig tør. At en barfrostperiode kunne være ansvarlig for massedød hos hedelyng støttes af Svenning Olsen, Thorstrup Sognearkiv (pers. medd.), som fra den tid husker, at lyngen på Nørholm Hede især døde i de lave områder, mens lyngen på bakketoppe overlevede. I det tørre år 1947 faldt der kun 125 mm regn i vækstsæsonen mod normalt 255 mm (Frandsen 1997). Der er endelig den mulighed, at kombinationen af lyngbladbiller og en mere moderat sommertørke i 1949 er ansvarlig. I en tørkeperiode vil hedelyngen kun gro ganske lidt, og vil derfor have svært ved at vokse sig fra billeangrebets skader.

Frekvensen af lyngbladbilleangreb er steget. Fra Holland rapporteres, at angreb nu sker ca. hvert 7. år mod tidligere med 25 års mellemrum (Berdowski, 1993). Der er klare tegn på samme udvikling i Danmark (Nielsen, 1986). Degn (1997) rapporterer, at der nu næsten hvert år ses større eller mindre angreb på Randbøl hede, Det samme billede genfindes på Nørholm Hede. Desuden rapporteres om angreb på ung lyng – et billede, man ikke tidligere så (Elmegaard m.fl., 1997).

Det er ikke ligetil at udrede alle årsagskomponenter for lyngbladbilleangreb, fordi mange faktorer har indflydelse på bladbillen. Udover kvælstofindholdet i hedelyng har klimatiske faktorer, vegetation, jordbund og litterlag betydning (Blankwaardt, 1977; Melber & Heimbach, 1984; Nielsen, 1986; Berdowski,

1993; Elmegaard m.fl., 1997; Schmidt m.fl. 2005). Der er efterhånden mange beviser for, at kvælstofnedfald har en afgørende betydning for de hyppige angreb. Øget deposition giver større indhold af kvælstof i lyngplanterne (Pitcairn m.fl., 1995). Bladbiller vokser hurtigere med øget kvælstofindhold i føden og opnår en større slutvægt (Brunsting & Heil, 1985; Eerden, 1990; Eerden m.fl., 1991). Den øgede vægt formodes at betyde mindre dødelighed og øget reproduktion (Berdowski, 1993). Forsøg har vist, at produktionen af bladbiller pr. arealenhed stiger ved øget kvælstoftilførsel. Samtidig falder lyngens modstandsdygtighed og evne til at overleve et angreb (Riis-Nielsen, 1997; Johansson m.fl., 2000). Tilstedeværelsen af et tykt litterlag er en faktor, der må forventes at forbedre forholdene for lyngbladbillerne, men tykt litterlag hænger samtidig sammen med den naturlige succession på heden. Den naturlige udvikling med opbygning af litterlag kan derfor også være medvirkende til den øgede hyppighed af lyngbladbillen i de senere år.

De vegetationsændringer, man ser på heder i dag, må derfor i høj grad være udløst af lyngbladbilleangreb, og den underlæggende årsag må for en stor del skyldes øget kvælstofdeposition.

5 SUCCESSION PÅ FLORAPRØVEFLADERNE – YDRE FAKTORER

5.1 Atmosfærisk deposition med kvælstof

De seneste 50 år er mængden af luftbåren kvælstof i atmosfæren steget frem til et maksimum i slutningen af 1980'erne til et landsgennemsnit på omkring 21 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ (Bak m.fl., 1999). Der er stor lokal variation i kvælstofbelastningen og tilførslen varierer således fra 15-40 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ (Bak m.fl., 1999). Belastningen er høj i områder med mange og store husdyrbrug på grund af ammoniakfordampning. Den er lavere på åbne heder end i skov, da en del kvælstof afsættes på vegetationen. Man regner med, at baggrundsdepositionen før industrialiseringen har været på ca. 5 kgN ha^{-1} $år^{-1}$ (Asman, 1990).

Nørholm Hovedgård og senere Nørholm Gods har altid haft et stort dyrehold (Nørholm Gods arkiv). I perioden fra slutningen af 1970'erne til sidst i 1980'erne, havde Nørholm Gods Danmarks største malkekvægbesætning på 850 kreaturer. Et stort dyrehold har en betydelig lokal indflydelse på depositionen af ammoniak. Staldbygningerne ligger ca. 500 meter nordvest for Nørholm Hede. Modelberegningerne af depositionen foretaget af W. Asman, Danmarks Miljøundersøgelser, baseret på staldbygningernes koordinater og besætningsstørrelsen viser, at kvælstofbelastningen på Nørholm Hede i denne periode var ca. 25 kgN ha^{-1} $år^{-1}$. Det er højere end på de fleste andre danske heder (Hansen 1995, 1997; Schmidt m. fl. 2004), men stadig betydeligt lavere end depositionen på heder i Holland, hvor der er målt 50-75 kg N ha^{-1} $år^{-1}$ (Bobbink og Heil, 1993).

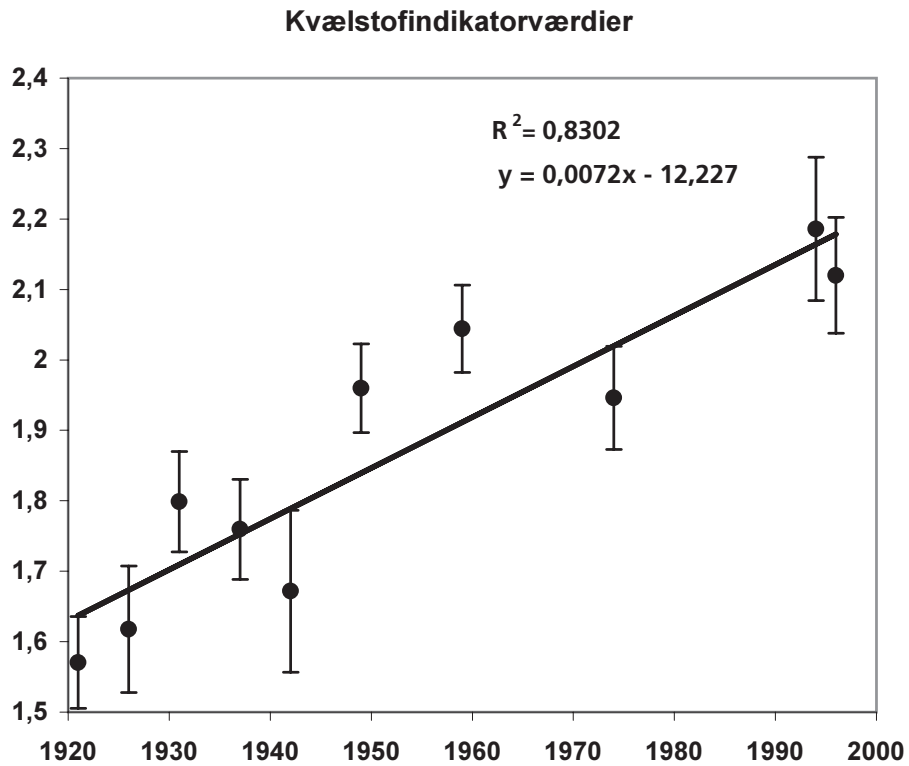
5.1.1 Kvælstofindeks og deposition

Det er et omdiskuteret emne, hvilken effekt depositionen af atmosfærisk kvælstof har på plantesamfundene. Konkurrencen mellem arter ændrer sig ofte, når der sker ændringer i næringstilgængeligheden. Højere kvælstofkoncentrationer i jorden fører til kemiske ændringer i planterne, som kan gøre dem mere modtagelige for plantesygdomme eller insektangreb.

Tålegrænsen, dvs den mængde kvælstof plantesamfundet kan tåle, uden at der sker nævneværdige ændringer, er vurderet til 10-15 kgN ha^{-1} $år^{-1}$ for tørre, næringsfattige heder (på hedesletterne og bakkeøerne) (Bak, 2001), og angives tilsvarende at være mellem 10 og 15 kg for klitheder med revling (Pihl m.fl., 2000). De fleste danske hedearealer modtager altså mere kvælstof end tålegrænsen.

På Nørholm Hede er successionen fulgt så længe, at udviklingen i plantesamfund kan vurderes i en periode med relativ lav kvælstofdeposition frem til og med registreringen i 1949 og en periode med relativ høj deposition fra 1959 og frem. Den tidsmæssige udvikling i vegetationens tilpasning til større kvælstoftilgængelighed kan ses på figur 5.1 med Ellenbergs kvælstof-indikator-

værdierne, der er et mål for planternes tilpasning til kvælstoftilgængeligheden, jfr afsnit 2.2.4. Kvælstofindekset går fra 1-9, hvor høje værdier indikerer høj kvælstoftilgængelighed. Figur 5.1 viser en jævnt fremadskridende ændring af vegetationen til højere kvælstoftilgængelig. Der er nogle "buler" undervejs i forløbet, som ofte er bestemt af katastrofeagtige begivenheder som bladbille-angrebene i 1928 og 1995, samt den omfattende lyngdød før 1949. Der synes derimod ikke at være en voldsom acceleration i denne udvikling i takt med udviklingen i kvælstofnedfaldet, som tog til efter 1950. Kvælstofindekset når kun lige op over 2. Der er således stadig tale om, at planterne generelt er tilpasset en relativ lav kvælstoftilgængelighed.



Figur 5.1. Udviklingen i vegetationens kvælstof-indikatorværdier (Ellenberg m.fl., 1992). Indikatorværdierne er vægtet med arternes logaritmetransformerede dækning og afspejler derfor primært ændringer i den dominerende vegetation. Floraprøveflade 3, 4, 5 og 20 er helt udeladt og for prøveflade 8, 9, 10 er registreringerne fra 1994 udeladt, da fladerne blev græsset. Det er sket for at få et så homogent datagrundlag som muligt. År 1942 er medtaget, selv om der er analyseret væsentligt færre prøveflader det år. Udelukkelserne påvirker i øvrigt ikke det generelle forløb væsentligt jf. Tabel 3.5.

Der er flere faktorer i studierne på Nørholm hede, som stiller spørgsmålstegn ved kvælstofnedfaldet som den helt afgørende faktor for de ændringer, der er observeret på heden.

- Ellenbergindekset for kvælstof er steget, men stigningen er lige så stor før 1949 som i perioden efter 1959, hvor nedfaldet af kvælstof for alvor steg.
- Der er stor sammenhæng mellem Ellenbergs kvælstofindeks og lysindeks i undersøgelsen. Det kan derfor lige så godt være lys og dermed tætheden af vegetationen, der er den afgørende faktor for ændringerne i vegetationssammensætningen efter ophørt græsning.
- Laver har særlig stor nedgang ved de første undersøgelser, hvor kvælstofnedfaldet er ringe. Det sidste fald efter 1959 kan skyldes kvælstofnedfald. Desuden øges nedfaldet af svovl i samme periode (Hovmand, 1999), hvilket også kan være årsag til lavernes tilbagegang efter 1959 (Søchting & Johnsen, 1990; Johnsen & Søchting, 1994).
- De generelle successionsmønstre synes snarest at være bestemt af jordbund, dyrkningshistorie og af brand.

Undersøgelserne på Nørholm Hede kan derfor ikke støtte antagelsen om, at kvælstof skulle være direkte hovedansvarlig for vegetationsskiftet til græs og revling. Undersøgelserne på heden viser, at der er flere andre faktorer, der har afgørende betydning. Det gælder således græsningens indflydelse. Endvidere antyder undersøgelserne, at autøkologiske forhold knyttet til f.eks. frøspiring og etablering samt vegetativ spredning også har en stor betydning.

Man kan dog ikke komme udenom lyngbladbillernes store betydning for vegetationsudviklingen. Lyngbladbillerne er blandt andet styret af kvælstof, idet lyngbladbillernes angreb er hyppigere og mere intense ved høj kvælstoftilgængelighed (se kapitel 4.4). Deres masseangreb forkorter hedelyngstadier, stimulerer vegetationsskifter og accelererer dermed successionen.

5.2 Brand som en vigtig økologisk faktor

Brand har altid været en økologisk nøglefaktor for lyngens regeneration og heders succession (Odgaard, 1994; Hansen, 1964; Böcher, 1970; Riis-Nielsen m.fl., 1991). Det gælder ikke blot i Danmark, men også for de andre nordvesteuropæiske lyngheder og heder andre steder i verden (Gimingham, 1972, 1981b; Nilsson, 1970; Gill & Groves, 1981).

Brandene på Nørholm Hede har ramt floraprøveflade 15 (i 1923), 19 (i 1923) og 20 (i både 1923 og 1970). Fælles for de tre prøveflader er hedelyngs kraftige fremgang de følgende år. Et andet fællestræk er en meget ringe andel af revling ved første registrering efter branden (0,01 % på prøveflade 15, 0 % på både prøveflade 19 og 20). Kun prøveflade 15 er undersøgt før branden.

Her kan man direkte se, at revling forsvinder som følge af brand. Dækningen falder fra 25 % til kun 0,01 %. Efter brand er der på de tre brændte prøveflader en meget langsom fremvækst af revling, som først rigtig kommer i gang, når hedelyngens første fase er slut. På prøveflade 15 tog det 19 år for revling at opnå en dækning på 20 %. På prøveflade 19 var der stadig kun 3 % revling efter 15 år, mens der i 1949, efter 26 år, var sket en stor stigning til 39,5 %. På prøveflade 20 er der 26 år efter branden stadig kun 7,5 % dækning af revling. Revlings frøspiring er under normale forhold ringe, så spredningen foregår primært vegetativt. Arten er langsom om at etablere sig, men til gengæld kan den hurtigt kolonisere et område, hvis den er tilstede, og hvis hedelyngen svækkes.

Den hurtige fremvækst af hedelyng efter brand, og revlings følsomhed overfor brand og dens langsomme genetablering er et typisk træk efter brand (Hansen, 1964; Böcher & Jørgensen, 1972). Revlings følsomhed overfor brand skyldes, at den har rødderne liggende højt og har lav frøspiring.

På de tidligere dyrkede prøveflader (15 og 20) erstattes hedelyng ca. 20 år efter en brand af græs, ligesom det er sket på de ikke brændte dyrkede områder. På prøveflade 15 skete det i løbet af 26 år, på prøveflade 20 på mindre end 20 år. Tilsvarende beskriver Degn (1997), at afbrænding på Randbøl Hede har opretholdt hedelyngs dominans fra 17 til mere end 23 år, hvorefter græsser tager over. På prøveflade 19, der ikke tidligere er dyrket, udvikles derimod en hedelyng–revlinghede, hvor hedelyng 51 år efter branden havde en dækning på over 50% og først derefter ser ud til at have en permanent nedgang. Man må konkludere, at brandene på Nørholm Hede kun synes at have haft en midlertidig foryngende effekt på hedelyngen, mens det endelige billede ligner det, der er typisk for områder med samme driftshistorie.

Floraprøveflade 20 brændte både i 1923 og 1970. De gentagne afbrændinger kan have været medvirkende til at give det hedeagtige præg på prøvefladen. Der er ikke en kontrolprøveflade til at sammenligne med. Gentagne afbrænding er rapporteret at have en forarmende effekt på vegetationen i specielt urterige heder (Böcher & Jørgensen, 1972; Christensen, 1981). Det er muligt, at gentagne afbrændinger ikke blot kan forynge lyngen, men også gradvist kan skubbe successionsforløbet over i mere hedeagtig retning. Det virker også sandsynligt, da hedelyngen ved sin tilstedeværelse er med til at skabe en kraftig forsuring af jorden og podsoldannelse (Grubb m.fl., 1969).

Brand giver en gradueret respons alt efter brandens intensitet. Normalt brænder en hede kun overfladisk, idet morlaget ofte er for fugtigt. Ved en sådan brand, sker der ikke de store vegetationsændringer på længere sigt (Gimingham, 1972; Hobbs & Gimingham, 1984). Hedebrande i tørre somre kan derimod udvikle sig, så morlaget også brænder. Store vegetationsforandringer kan forventes, hvis morlaget også brænder, da næringsforhold og vandkapaciteten er ændret drastigt. Denne type er ikke beskrevet for brandene på Nørholm Hede.

Efterhånden som træerne er begyndt at kolonisere heden, har effekten af

brand ændret sig. På prøveflade 20 fremspirede en mængde birk og skovfyr efter branden i 1970. Det bevirker, at successionen fra hede mod skov accellereres. Hobbs & Gimingham (1984) og Clément og Touffet (1981, 1990) nævner ligeledes, at birk kan spire frem i stort tal efter brand. Efterhånden som birken har koloniseret sig over det meste af heden, er den blevet et væsentligt element på de brændte flader. Tilsvarende iagttagelse blev gjort i 2003 ved besøg på heden, hvor området 0-30 m nord for Stokkebrovej og 0-50 m øst for elmasten brændte i 2002 eller tidligt i 2003. Foruden hurtig fremspiring af birk, kunne de brændte birketræer sende mængder af stubskud op. Resultaterne antyder, at afbrænding til foryngelse af hedelyng kan blive alvorligt truet af hurtig etablering af birk på brandtomterne.

5.3 Græsning

Græsning påvirker vegetationens struktur ved at holde den lav. Gennem færdsel skabes vegetationsløse pletter og gennem selektivt fødevalg ændres konkurrencen mellem arterne. Græsningen er med til at forynge lyngen og skabe en lav, lysåben vegetation. Der er næppe tvivl om, at kvæg- og fåregræsningen på Nørholm Hede før 1895 har påvirket heden. I det øjeblik græsningen ophørte, begyndte heden langsomt at gro til. Allerede i 1904 blev der observeret en fremvækst af græsser på Nørholm Hede (Oppermann & Bornebusch, 1930). Der skete en nedgang i dækningen af laver allerede ved de første egentlige undersøgelser i 1920'erne og 30'erne, hvilket er en sandsynlig følge af den ophørte kvæggræsning. Sammenhængen mellem kvæggræsning og rensdyrlaver har man kunnet iagttage flere steder. På Buelund, Mols steg mængden af sporeplanter fra ca 10 til 30 efter 25 års ekstensiv græsning (Buttenschøn & Buttenschøn, 2001). På Kongenshus hede er der tilsvarende genskabt lavflader med ekstensiv græsning.

På floraprøveflade 8, 9 og 10 har man kunnet iagttage effekten af et højt græsningstryk. Her forsvandt den sidste rest af laverne med introduktionen af kvæggræsning i 1978. Heller ikke dværgbuskene kunne tåle det høje græsningstryk. Revling var dominerende på prøveflade 8 og 9 forud for græsningen og er helt forsvundet ved undersøgelsen i 1994. Den intensive græsning har her ændret heden til et overdrev med en blandet vegetation af græs og urter. Den intensive græsning favoriser også bølget bunke i forhold til blåtop. Blåtop blev i 1974 registreret med en dækning på henholdsvis 40, 70 og 64 % på prøveflade 8, 9 og 10. Efter intensiv græsning fra 1978 faldt dækningen af blåtop til 8, 14 og 15 % i 1994, mens bølget bunke steg fra ca. 5, 9 og 34 % til 52, 38 og 62 %.

Græsningen har således mange effekter, og det er vigtigt at holde sig for øje, at græsning kan bevirke både en restaurering, vedligeholdelse eller ødelæggelse af hedens vegetation (Gimingham, 1972; Riis-Nielsen m.fl., 1991). Det afgørende er græsningsintensiteten.

5.4 Tørveskrælning

Effekten af tørveskrælning kan stadig ses på Nørholm Hede selv 100 år efter den sidste tørveskrælning. Prøveflade 2 blev tørveskrællet omkring år 1900. Ved undersøgelsens start i 1921 blev der registreret 3 arter og ved undersøgelsen i 1994 var der 4 arter på prøvefladen, hvilket tydeligt viser indgrebets forarmning af floraen. Samme konklusion kommer Böcher og Jørgensen (1972) til i deres forsøg, som involverede tørveskrælning i 3 forskellige hedetyper, og forarmning af floraen efter tørveskrælning synes at være et generelt træk.

Tørveskrælning fjerner frøpuljen af de fleste arter på nær hedelyng, der har meget langlivede frø (Gimingham, 1972). Indgrebet fjerner også store mængder næringsstoffer og nedsætter vandkapaciteten. Græsserne kan ikke konkurrere under de forhold. Indgrebet er dermed medvirkende til at skabe en åben lyngdomineret hede (Riis-Nielsen, 1997). Tørveskrællede parceller på Randbøl hede har vist sig at kunne opretholde en hedelyngvegetation betydeligt længere end ved plejeindgreb som slåning og brand (Degn, 1996, 1997).

Kontrasten mellem prøveflade 1 og 2 tyder på, at tørveskrælning giver en forarmning af vegetationen, som holder i mindst 100 år. Antager man, at prøveflade 1 ligeledes er tørveskrællet tilbage omkring 1600-1700, tyder det på, at tørveskrælning på endnu længere sigt (århundreder), eventuelt kombineret med græsning, giver forudsætninger for en rig vegetation med laver, visse, melbærris m. fl., som det ses på prøveflade 1. Disse arter er afhængige af åbne flader og laverne er desuden afhængige af lavt næringsindhold.

Foto 5.1: Hedelyng spirer villigt efter brand. Regeneration efter branden i 2003. Nørholm Hede 2005

6 TRÆTILGRONING

Hedens succession mod skov har optaget forskere i mange år. Dalgas (1867, 1868) viste allerede i forrige århundrede, at hederne tidligere havde båret skov. Det blev betvivlet i mange år, jfr. Müller (1924), der mente, at ådalene ganske vist kunne have båret skov, men at de magre hedeflader altid havde været træløse og var en direkte efterkommer af den senglaciale tundravegetation. Først med pollenundersøgelser fra hedeegne vest og sydvest for Viborg i området vest for Hald Sø, ved Flyndersø og mellem Karup Å og Storå, blev det slået fast, at hederne tidligere havde båret skov og igen kunne udvikle sig til skov (Jonasson, 1950). Tilgroningen af de fredede danske heder har siden demonstreret, at hederne vil udvikle sig til skov uden indgreb.

Det er ikke mange arter af vedplanter, som er knyttet til heden, når man ser bort fra dværgbuskene.

Der kom derfor først rigtig fart på tilgroningen af de vestjyske heder, da man plantede skov og læhegn og indførte fremmede træarter, som bjergfyr og glansbladet hæg.

Da Nørholm Hede blev indhegnet i 1895 og stort set efterladt ubenyttet, begynder tilgroningen med buske og træer. Frøkilderne i området var på det tidspunkt:

1) Den parkagtige skov i det nordvestlige hjørne omkring godset (gran, fyr, eg, bøg og birk)
2) Indvandring fra skrænterne i det nordøstlige hjørne (røn, ene og tørst)
3) Indvandring fra det bjergfyr tilplantede dige i syd og øst
4) Indvandring fra skoven i vest (ege-blandskov)

6.1. Antal af træer og buske.

Udviklingen i antallet af de hyppigste træarter på Nørholm Hede er vist i tabel 6.1. I 1995 er der ca. 340.000 individer af egentlige skovtræer, medregnet nyspirede træer. Af de egentlige træer er 38 % nåletræer, mens de resterende er løvtræer. Desuden er der ca. 60.000 småtræer og buske. Hertil kommer en række buskarter, som har været registreret meget ujævnt.

6.2 Tæthederne af træer og buske

Tæthederne af træer og buske i kvadratfelterne er op til ca. 11.000 pr. ha. De tættest tilgroede felter er kvadratfelt 5, 10 og 17. En stor del af træerne og buskene er ganske små. Således er kun ca. 3300 af de 10.700 træer og buske pr. ha i kvadratfelt 17 større end 2 m. Tilsvarende gælder det, at kun 2000 af de 6200 træer og buske i kvadratfelt 10 og 1500 af træer og buske i kvadratfelt 5 er større end 2 m.

Tabel 6.1. Antal af de hyppigste træarter. Den stikprøvebaserede opgørelsesmetode i 1995 er sandsynligvis årsag til at nogle af de mindre hyppige træarter tilsyneladende er forsvundet i 1995.

Art	***Species***	**1921**	**1926**	**1931**	**1937**	**1942**	**1949**	**1959**	**1974**	**1995**
Birk	*Betula sp.*	350	1282	1672	1818	2219	4141	5209	15247	114113
Eg	*Quercus sp.*	3	117	98	670	411	412	867	4564	31470
Røn	*Sorbus aucuparia*	77	235	296	386	214	319	1136	2471	25050
Bævreasp	*Populus tremula*	*	*	1218	1474	1949	3729	3603	17967	20926
Ask	*Fraxinus excelsior*		4	3		38	18	45	49	11241
Tjørn	*Crataegus sp.*	2	49	100	263	145	324	397	785	2722
Bøg	*Fagus sylvatica*		4	35	8	7	1	82	54	2221
Kirsebær	*Prunus sp.*								1	1261
Ahorn	*Acer pseudoplatanus*			11	3	3	13	51	38	735
Elm	*Ulmus sp.*			2	3			8	325	
Rødel	*Alnus glutinosa*		10	7	1		5	48	2	
Løvtræer	**Total**	432	1701	3442	4626	4986	8962	11446	41503	209739
Bjergfyr	*Pinus mugo*	97	327	942	1946	2891	4714	10595	19888	99573
Skovfyr	*Pinus sylvestris*	108	59	151	215	286	370	620	657	21693
Gran	*Picea sp.*	208	462	691	859	791	675	1032	1562	8001
Ædelgran	*Abies sp.*							12	210	
Nåletræer	**Total**	413	848	1784	3020	3968	5759	12247	22119	129477
Andre træer			2	5	6	9	9	20	91	294
Træer	**Total**	845	2551	5231	7652	8963	14730	23713	63713	339510
Tørst	*Frangula alnus*	2	10	25	40	55	117	805	3400	50867
Gråpil	*Salix cinerea + aurita*	1	13	98	915	1546	3357	3175	861	2792
Hassel	*Corylus avenella*				3				15	1744
Gyvel	*Sarothamnus scoparius*	1	32	47	99			167	73	690
Rose	*Rosa sp.*		7	13	24	8	34	33	42	526
Bærmispel	*Amelancier sp.*			1		7	9	39	65	
Hyld	*Sambucus sp.*		2	3	3	7	10	46	13	
Hæg	*Prunus padus*					1		18	3	
Ribs	*Ribes sp.*		2	1	21			253	18	
Ene	*Juniperus communis*	39	78	102	90	100	111	125	110	459
Småtræer og buske	Total	43	144	290	1195	1724	3638	4661	4600	57078
Træer og buske	**Total**	**888**	**2695**	**5521**	**8847**	**10687**	**18368**	**28374**	**68313**	**396587**

* ikke talt

Tabel 6.2. Tætheden af træer og buske i de enkelte kvadratfelter opgjort i antal pr. ha. Der er en betydelig usikkerhed på tallene.

Kvadratfelt	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1995
1	0	36	52	55	45	62	192	170	1044
2	1	4	11	21	6	35	50	53	450
3	1	15	56	62	23	58	202	212	258
4	8	14	12	31	25	55	370	245	1920
5	2	54	76	163	116	102	259	562	4071
6	18	14	48	52	26	85	115	664	1046
7	10	2	18	18	35	91	68	162	686
8	1	2	3	4	44	53	87	109	510
9	1	1	4	7	15	23	29	61	547
10	3	4	33	59	54	285	385	1976	6248
11	10	54	53	60	72	33	38	653	1616
12	1	7	20	32	16	30	47	218	1534
13	2	4	12	15	22	24	21	243	668
14	1	4	5	5	6	13	30	51	728
15	1	1	2	17	25	40	92	77	994
16	0	1	2	31	44	233	192	209	1761
17	3	5	64	189	208	314	407	897	10717
18	8	3	7	12	7	6	12	82	206
19	1	2	10	11	14	17	49	61	478
20	0	1	4	6	4	6	26	20	467
21	1	2	9	6	11	7	19	47	1141
22	0	1	2	3	5	27	25	77	1192
23	3	1	2	10	12	37	89	131	1045
24	4	3	7	20	2	47	65	177	1009
26	5	3	15	13	15	22	38	69	288
27	1	1	16	9	76	65	56	109	443
28	0	5	9	11	16	33	34	77	989
29	1	2	7	16	27	69	54	186	1636
30	2	2	8	52	93	123	175	571	2976
31	0	3	6	16	23	39	70	146	834
32	0	2	6	35	24	66	87	199	2446
33	0	1	15	24	218	76	112	347	2574

6.3 Fordoblingstider

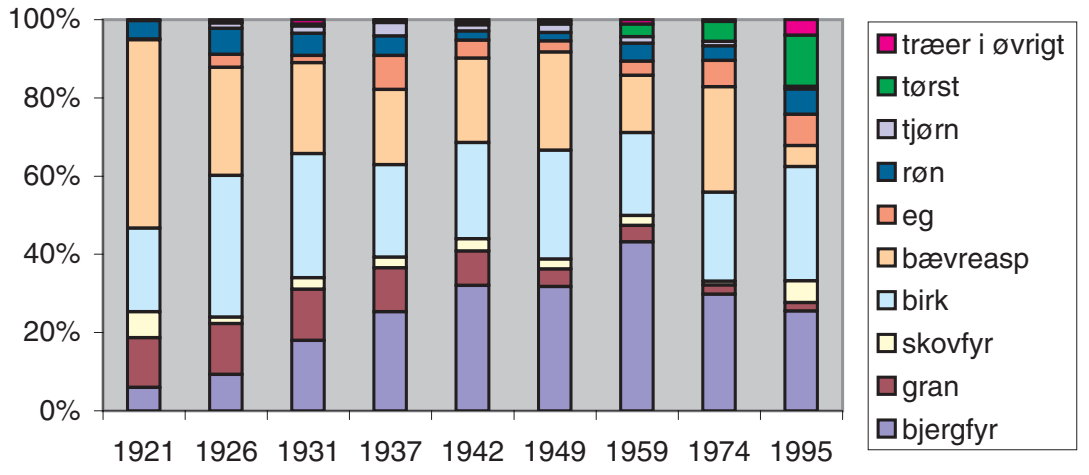
Set for arealet som helhed udvikler langt de fleste arter sig omtrent eksponentielt (Tabel 6.3; se også figur 6.4, 6.8, 6.14, 6.15 og 6.16). Fordoblingstiden for de hyppigste arter ligger på omkring 10 år. Af de betydende arter udvikler antallet af eg sig hurtigst med en fordoblingstid på 7 år. Birk og Røn (10 år) har en lidt langsommere fordoblingstid, mens skovfyr (11 år), bjergfyr (11 år siden 1949) og bævreasp (14 år) har signifikant længere fordoblingstid end egen. Træer af piceaslægten koloniserer langsommere med en fordoblingstid på 18 år. Tørst danner ikke selv bevoksninger, men er hyppig i underskoven. Den har en kort fordoblingstid på kun 6 år.

Tabel 6.3: Fordoblingstider for de hyppigste arter på Nørholm Hede. De fleste arter udviser eksponentiel vækst, men to arter (bjergfyr og gråpil) har en signifikant afvigelse fra et eksponentielt forløb. De syv hyppigste arter er angivet med fed skrift.

Art	*Species*	Fordoblingstid År	95% konfidens grænser	
Ahorn	*Acer pseudoplatanus*	10	6,8	15,7
Ask	*Fraxinus exelcior*	7	5,0	11,9
Birk	***Betula sp.***	**10**	**9,0**	**12,1**
Bjergfyr	***Pinus mugo***	**8**	**6,9**	**10,2**
Bævreasp	***Populus tremula***	**14**	**11,4**	**18,8**
Bøg	*Fagus sylvatica*	9	5,9	21,9
Eg	***Quercus sp.***	**7**	**5,6**	**10,4**
Ene	*Juniperus communis*	30	21,6	49,7
Gran	***Picea sp.***	**18**	**14,2**	**25,1**
Gråpil	*Salix cinerea + aurita*	9	5,2	32,1
Gyvel	*Sarothamnus scoparius*	14	8,1	43,1
Rose	*Rosa sp.*	14	10,0	20,8
Røn	***Sorbus aucuparia***	**10**	**8,4**	**12,9**
Skovfyr	***Pinus sylvestris***	**11**	**8,3**	**14,3**
Tjørn	*Crataegus sp.*	10	7,2	17,0
Tørst	*Frangula alnus*	6	5,2	5,9
Fordoblingstider i tidsintervaller for arter, der har vist signifikante ændringer gennem tiden				
Bjergfyr (1921-42)	*Pinus mugo*	4	3,5	5,7
Bjergfyr (1949-95)		11	9,3	12,8
Gråpil (1921-42)	*Salix cinerea + aurita*	2	1,8	2,6
Gråpil (1949-95)		-78	16,2	-11,5

6.4 Forskydninger mellem træarterne

Arternes forskellige fordoblingstider giver sig også udslag i en ændret artssammensætning. På figur 6.1 ses træarternes relative fordeling gennem årene. Buske er ikke medtaget i opgørelsen. Man kan se, at det relative antal af nåletræer er steget indtil 1959 og derefter er faldet igen. Hvor nåletræer i 1959 udgjorde 50 % af alle træerne, er det nu faldet til lidt over 30 %. Birken har holdt sin position, mens eg, tørst og gruppen træer i øvrigt udgør en stærkt voksende andel. Bævreasp udgør en vigende andel af træerne. Der er i øvrigt ikke sket nogen særlige forskydninger mellem træerne og gruppen småtræer og buske (Tabel 6.1).

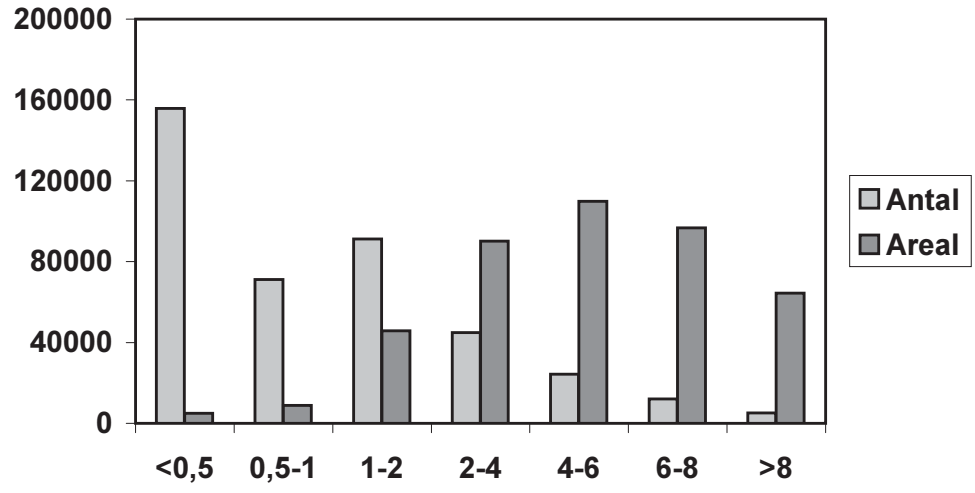


Figur 6.1. Træarternes relative fordeling gennem årene. Buske er ikke medtaget i opgørelsen. For bævreasp er antallet i 1926 og 1931 estimeret udfra bævreaspens vækstkurve, da bævreasp ikke er optalt ved de to første undersøgelser.

6.5 Tilgroningen udtrykt ved arealdækningen.

Antallet af træer kan give et skævt indtryk af tilgroningen, fordi et nyspiret træ tæller lige så meget som et stort træ på 10 meter. Der er derfor foretaget en skønsmæssig beregning af dækningen. Den kan give et bedre indtryk af, hvor stor betydning træerne i de forskellige højder har (figur 6.2). Antalsmæssigt dominerer de helt små træer, men arealmæssigt dominerer træer i højdeklasserne 4 - 6 m. Det grove skøn svarer ganske godt til det visuelle indtryk, man får af hedeområdet. Træernes dækning i 1995 er beregnet til ca. 12% af det samlede areal af heden.

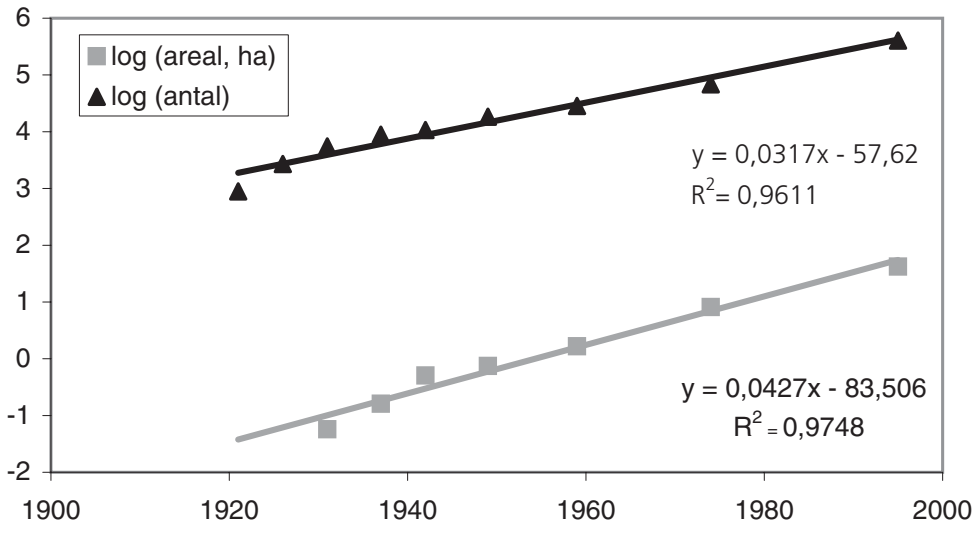
Der er en forskel i tilgroningshastigheden alt efter om man blot ser på antallet eller ser på den samlede dækning (Fig. 6.3). Fordoblingstiden er 9,5 år for antallet af træer, men kun 7 år for det areal, der dækkes af træer.



Figur 6.2. Højdefordelingen i 1995 for alle træer og buske tilsammen. Et groft skøn over dækningsgraden er anført for at vise den relative betydning af de enkelte højdeklasser. Der er her fast regnet med, at kronediameteren på et træ svarer til 40% af højden ved overgrænsen af højdeklassen (for træer >8 m regnes med 10 m).

Usikkerheden på tallet for dækningen er stor. Beregningsmetoden forudsætter, at en fast kronediameteren på et træ svarer til 40% af højden ved overgrænsen af højdeklassen. Poposcu m. fl. (2003) fandt det gennemsnitlige forhold mellem kronediameteren og højden hos dominerende træer til at være 38 % for nåletræ og 46 % for løvbevoksninger i det østlige USA. Bjergfyr er dog ofte lige så bred som den er høj. Fritstående birke og andre træer er ofte meget brede (Peper m. fl., 2001). Til gengæld er der også mange træer, der vokser i grupper og derfor er meget smalle eller vokser som underetage under andre træer og dermed ikke tæller i en samlet skovdækning. Da højden er valgt som overgrænsen af højdeklassen tenderer beregningerne på den anden side til at overestimere arealdækningen. Der er mange usikkerhedsfaktorer og derfor skal disse tal kun bruges som et groft skøn.

Kvadratfelterne med høje dækningsgrader er små felter placeret ved randen af heden. I de fem mest tilgroede kvadratfelter svarer den beregnede dækning til henholdsvis 53 % i kvadratfelt 5, 33 % i kvadratfelt 10, 55 % i kvadratfelt 17, 34 % i kvadratfelt 30 og 39 % i kvadratfelt 33 (Tabel 6.4). Sammenligner man med vegetationskarteringen (Figur 3.3), kan man se, at dækningen er underestimeret i kvadratfelt 10 og 17, der domineres af bjergfyr, mens dækningen i kvadratfelt 30, der også dækkes af bjergfyr samt blandingen af løv og bjergfyrpartier i kvadratfelt 33 og den løvblandede skov i kvadratfelt 5 nogenlunde svarer til den skovdækning, der ses ved vegetationskarteringen.



Figur 6.3. Udviklingen i antal træer og skønnet arealdækning. Dækningen af træer er beregnet ved at fastsætte kronediameteren på et træ til 40 % af højden ved overgrænsen af højdeklassen, for træer >8 m regnes med 10 m.

Tabel 6.4. Den gennemsnitlige dækning af træer i 1995. Dækningen af træer på heden udgør i gennemsnit 12,0 % for hele heden. Data er baseret på et groft skøn over dækningen.

felt	dækning i %	felt	dækning i %	felt	dækning i %	felt	dækning i %
1	19	11	24	21	7	32	26
2	9	12	13	22	14	33	39
3	2	13	6	23	12		
4	11	14	6	24	6		
5	52	15	7	25	2		
6	16	16	13	26	6		
7	8	17	55	27	14		
8	4	18	5	28	21		
9	5	19	12	29	34		
10	33	20	3	30	9		

6.6 Træ- og buskarter på heden

Bjergfyr (*Pinus mugo*). Bjergfyr har været det hyppigste træ på heden fra 1937 til 1974, men er nu den næsthyppigste træart (Fig. 6.4). Der skal dog igen tages forbehold for den mere usikre opgørelsesmetode i 1995. Bjergfyr spredes fortrinsvis med vinden, men over relativt korte afstande, da den har tem-

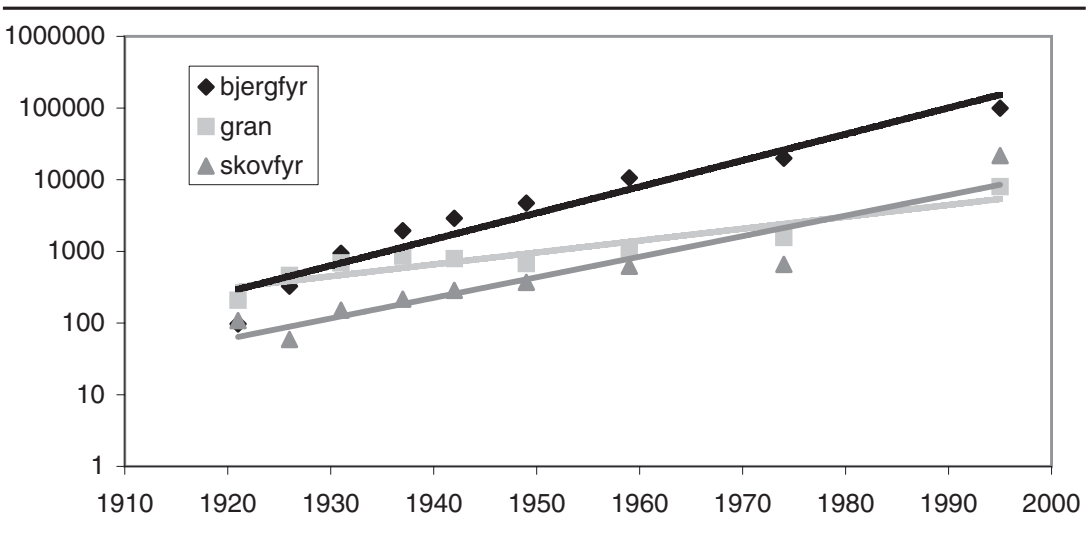
melig store frø sammenlignet med birk og pilearter. Den er spredt ind over området fra et bjergfyrhegn, der blev plantet på diget langs hedens sydlige og østlige rand, sandsynligvis i 1895. Stigningstakten var i starten meget stor med en fordoblingstid på kun 4 år, men siden 30'erne har udviklingen været mere afdæmpet. Fordoblingstiden i perioden 1949 – 1995 er således 11 år. Frøene føres ikke så langt væk, men har på grund af størrelsen på frøene stor spirings- og etableringsevne. Derfor breder bjergfyr sig nærmest som en bred front ind over heden (Holmsgaard 1986). Endnu er stigningstakten for bjergfyr eksponentiel, når man ser på hele heden. Den eksponentielle stigning gælder dog ikke for de enkelte kvadratfelter. I enkelte kvadratfelter har bjergfyrren udvist tilbagegang. Det gælder i kvadratfelt 10, 17 og 30, der alle er felter helt ude i randen af heden ved bjergfyrhegnet. Bjergfyr synes at klinge af ved en tæthed på ca. 800 pr. ha.

Foto 6.1. Bjergfyr, birk og skovfyr bevæger sig som en front fra diget ud på heden. Nørholm Hede, juni 2003.

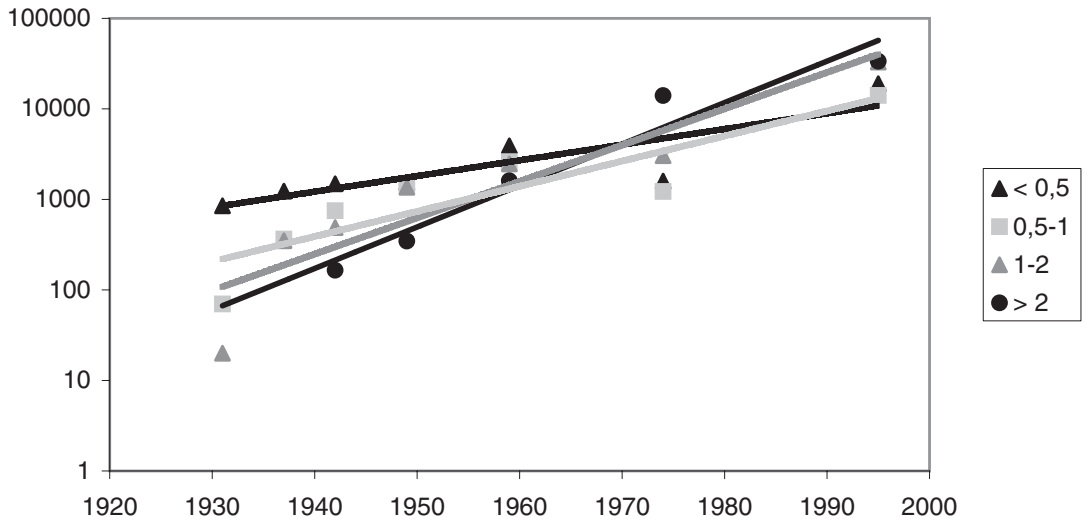
Størrelsesfordelingen ved de seneste to undersøgelser domineres af de større træer. Det kan være et tegn på, at stigningstakten har toppet. Bjergfyr bliver ikke så gammel, og på selve diget er bjergfyrrene nu ved at gå i opløsning. Det kan være en af forklaringerne på, at stigningstaksten for den største højdegruppe er ved at klinge af (Figur 6.5). Vi har ikke observeret, at bjergfyr forynger

sig under andre træarter, men udelukkende at den forynger sig på hede og græsmark. Derfor er det sandsynligt, at stigningen i bjergfyr om få årtier er stoppet, og at først den relative andel og dernæst antallet vil falde kraftigt, efterhånden som træerne når maksimal alder og dør.

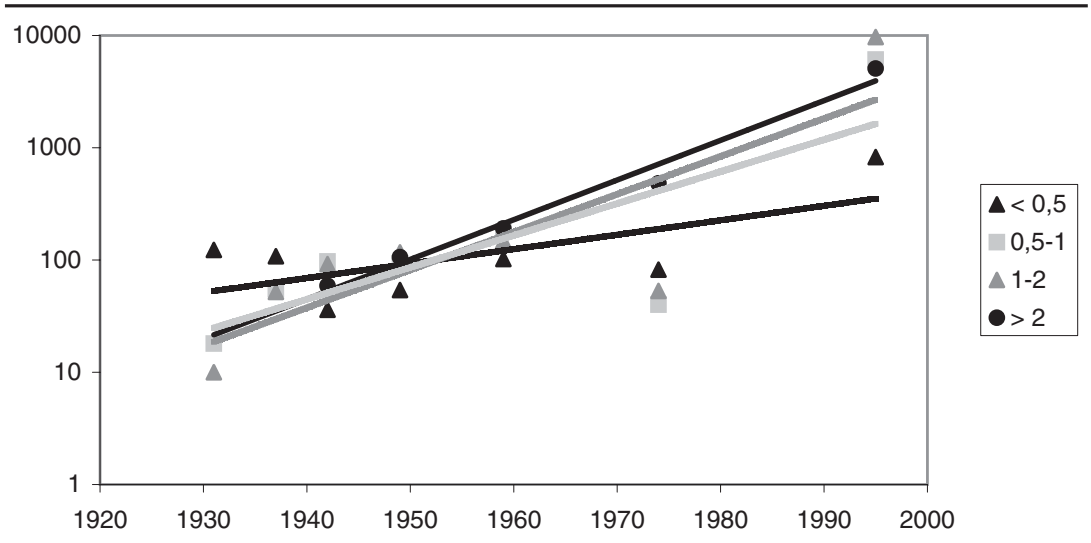
Skovfyr (*Pinus sylvestris*). Skovfyr spredes fortrinsvis med vinden, men over relativt korte afstande. Skovfyr udgør kun en mindre del af træerne på heden, men ligesom gran er der mange store individer. Skovfyrren startede med at gå ned i antal mellem 1921 og 1926 på grund af branden i 1923 (Oppermann & Bornebusch, 1930). Nogle af udsvingene på kurven kan skyldes forveksling mellem små skovfyr og bjergfyr, da arterne er afstandsbedømt. Størrelsesstrukturen med mange store og få små individer tyder på, at skovfyr ligesom gran ikke vil kunne holde stigningstakten i fremtiden (figur 6.6). Dog skal man være opmærksom på den relativt store fremgang mellem 1974 og 1995. Det kan stadig være et tilfældigt udslag af den usikre opgørelsesmetode i 1995, men er stigningen reel kan det hænge sammen med mikroklimatiske ændringer på heden. Skovfyr har fra de første undersøgelser været overordentlig vindfølsom. Lævirkningen fra de andre træer på heden kan være med til at forbedre vilkårene for skovfyr. Skovfyr er en udpræget pionerart, som næppe vil kunne forynge sig under birk og eg. Det visuelle indtryk fra heden er da også, at skovfyr ikke forynges under de øvrige træarter, så arten må forventes at gå stærkt tilbage, når arealet efterhånden udvikler sig til egentlig skov.



Figur 6.4. Tilvæksten i antal af bjergfyr, gran og skovfyr på en logaritmisk skala. Udviklingen er eksponentiel for gran og skovfyr, men med forskellig eksponent.

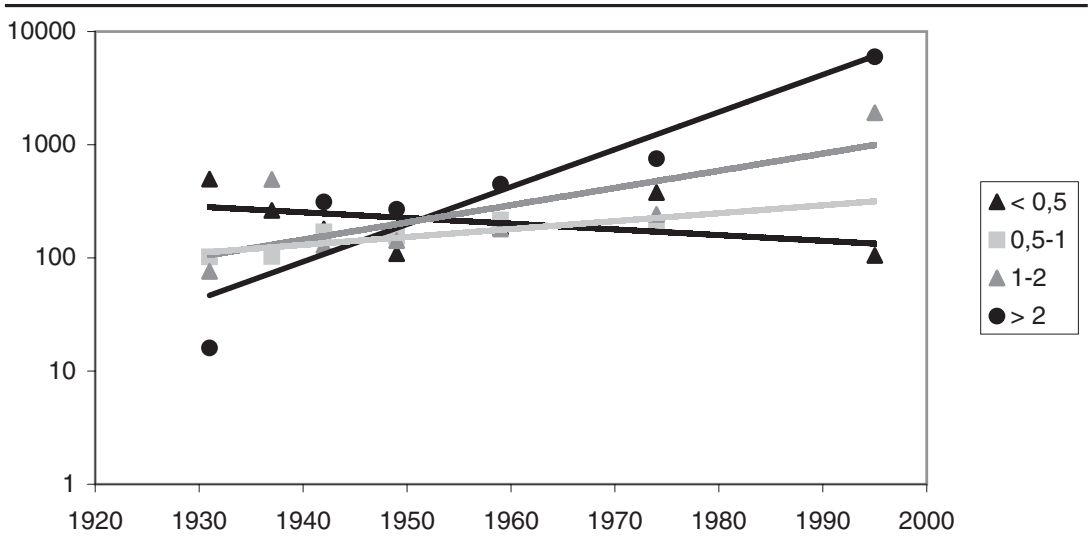


Figur 6.5. Udviklingen i antal individer af bjergfyr i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten af små individer på mindre end 0,5 m er lav.



Figur 6.6. Udviklingen i antal individer af skovfyr i forskellige højdeklasser med tiden.

Gran (*Picea sp.*). Både hvidgran, rødgran og undtagelsesvis sitkagran findes i området. Alle arter spredes primært med vind, men over relativt korte afstande, da frøene er ret store. Hvidgran dominerer på heden, idet der var ca. 10 gange så mange hvidgran som rødgran i både 1949, 1959 og 1974. Sitkagran er registreret i 1937 med et enkelt eksemplar. Med den langsomme fordoblingstid på 18 år vil granerne næppe komme til at spille nogen større rolle i hedens tilgroning (Fig. 6.4). Gran af slægten *Picea* udgjorde 23% af samtlige træer i 1921, men det er nu faldet til kun 2%. Da mange er store og gamle, sætter de alligevel deres præg på området. Gennem hele perioden fra 1931 til 1995 har der



Figur 6.7. Udviklingen i antal individer af gran (primært rødgran og hvidgran) i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten af små individer på mindre end 0,5 m er negativ.

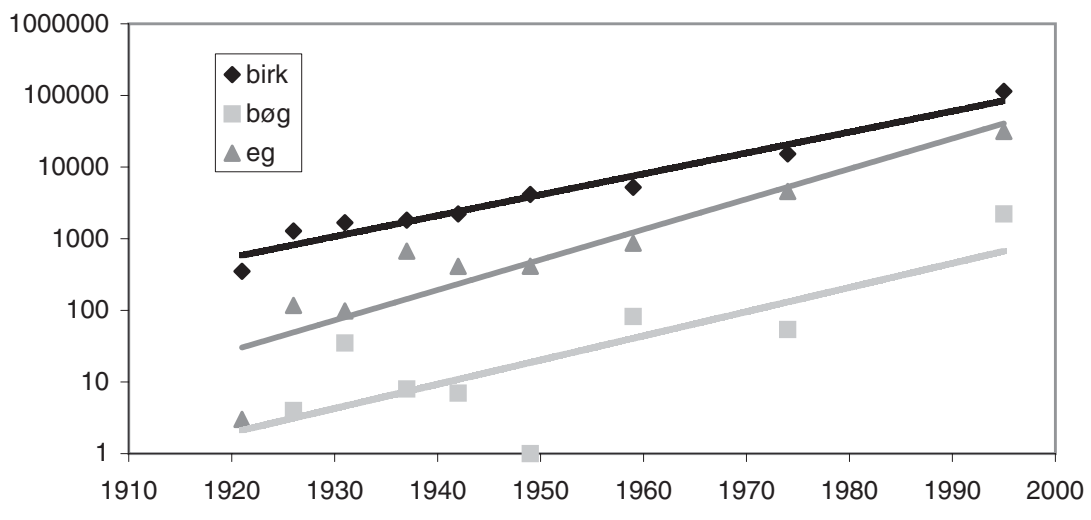
været et konstant fald af grantræer i den mindste størrelsesklasse 0-0,5 m (Fig. 6.7). En del af faldet i de små højdeklasser kan dog også forklares ved, at træerne på grund af lævirkningen fra opvæksten nu hurtigere vokser ud af de små højdeklasser. Desuden kan den øgede deposition af f.eks. kvælstof generelt have øget væksthastigheden. Det samlede billede af den lave vækst i stamtal og den skæve højdefordeling er dog, at selvforyngelsen er ved at gå i stå. Stigningstakten må derfor forventes at falde i fremtiden. Mange af de store hvidgran var ved undersøgelsen i 1995 i meget dårlig stand. Ved decemberstormen i 1999 faldt mange af dem. På længere sigt må man nok vente et egentligt fald i antallet af hvidgran.

Birk (*Betula sp.*). Både dunbirk og vortebirk findes på Nørholm Hede. Birk var den hyppigste træart ved starten af undersøgelserne i 1921, men blev overhalet af bjergfyr i 1937. Birk er nu igen den hyppigste træart i området. Tilvæksten i antal af birk er jævnt fremadskridende (Fig 6.8), men den tilsyneladende konstans dækker over mange enkeltbegivenheder, som har haft stor betydning for stigningen. Birk bredte sig i starten især i grusområdet tæt ved godset, samt på den del af heden, der brændte i 1923 (Figur 1.4). Da søerne i den østlige del af heden forsvandt før 1942, skete tilvæksten af birk især på den tidligere søbred og på den udtørrede søbund, der opstod i den østlige del af heden. I kvadratfelt 16, der husede søerne, steg antallet således fra 7 i 1942 til 1112 individer i 1949. Størstedelen af stigningen mellem 1959 og 1974 skete på det lille areal, der brændte i 1970 (Figur 1.4). Her kom der alene 6000 nye træer, og som man kan se af højdefordelingen i 1974, er det næsten alle de nye træer og mere end en tredjedel af samtlige (figur 6.9 og 6.10). Birk har frem-

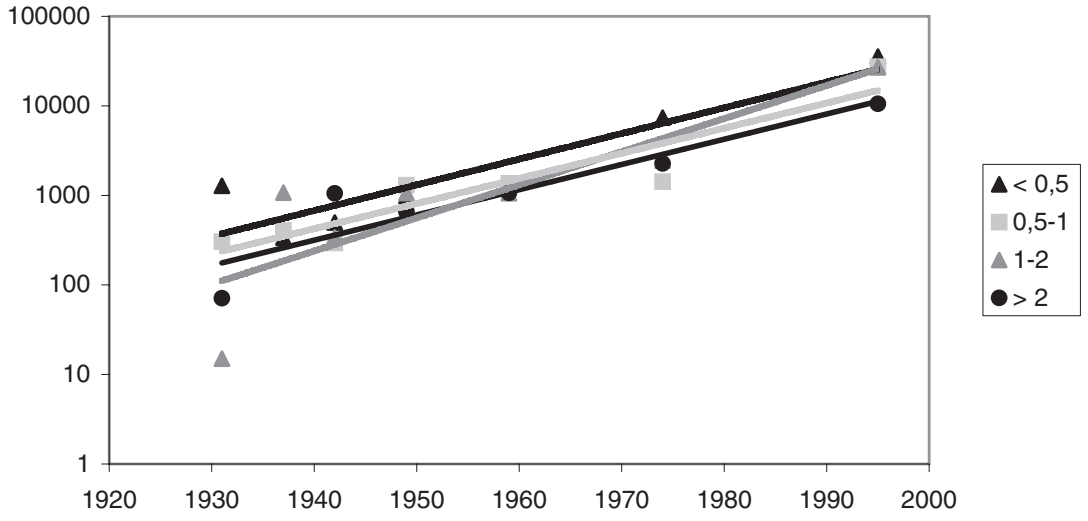
gang i alle kvadratfelter. Højdestrukturen viser også, at birk er en art i stadig fremgang. De mange birketræer i rådyrenes bidhøjde indikerer, at birk ikke i samme grad som de andre træer udsættes for vildtbid. Observationer fra arealet tyder heller ikke på, at birk bides i væsentlig grad.

Birk er i langt mindre grad end bjergfyr afhængig af nærtstående frøkilder. Den er vindspredt og har små letspredte frø. Den forynges i tilknytning til bjergfyrkrattene, hvor de små frø kan finde nøgen jord mellem den tynde bundvegetation i et åbent bjergfyrkrat. Desuden kan de forynges på den nøgne bund under bjergfyr, der går i opløsning. Efter stormen i december 1999 var der intensiv regenerationen af birk på den nøgne jord i rodhuller efter stormfældede træer. Af andre områder med intensiv birkeopvækst kan nævnes bladbilleramte lyngarealer.

Hovedindtrykket er således, at birken er en pionérart, der kan spredes over lange afstande til vegetationsløse flader. Birk har i flere tilfælde en totoppet fordeling. Den er dels med som »tidlig langdistancespredt« art – og dels som art, der efterfølger bjergfyr. Det successionsforløb kan genfindes fra flere kvadratfelter på heden. På de arealer bjergfyr har koloniseret, er birk snarere den afløsende art end en pionérart.



Figur 6.8. Tilvæksten i antal af birk, bøg og eg på en logatitmisk skala. Udviklingen er eksponentiel, men med forskellig eksponent. Antallet af eg stiger kraftigere end de øvrige arter.



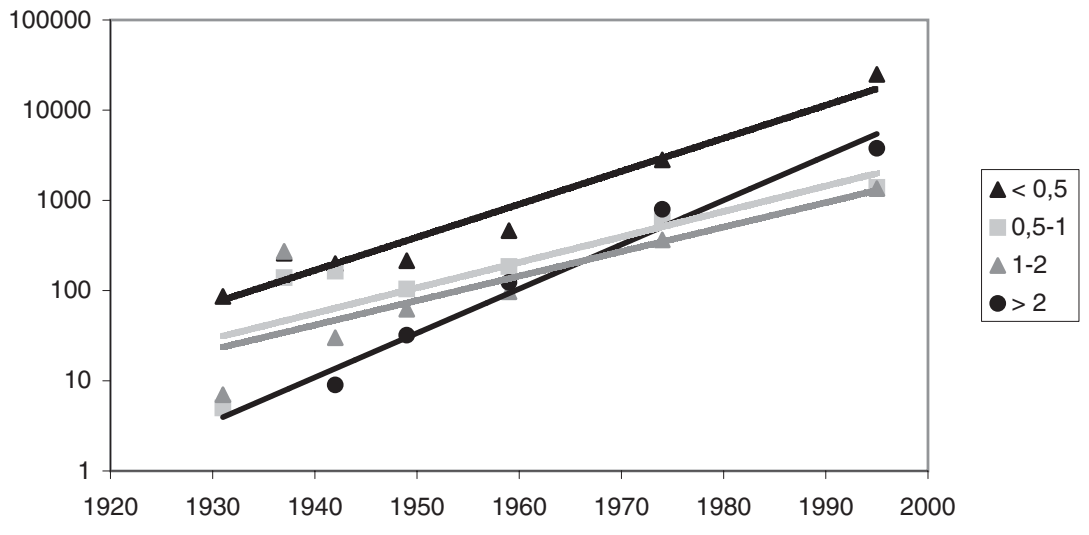
Figur 6.9. Udviklingen i antal individer af birk i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten er omtrent ens for alle højdeklasser.

Figur 6.10. Højdefordelingen af birk i 1974. Bemærk de ca. 7500 små birke. 6000 af disse findes på et mindre areal brændt i 1970.

Eg (*Quercus sp.*) Egen er nu det tredje hyppigste træ efter birk og bjergfyr. Eg spredes af fugle (skovskade, ringdue) eller pattedyr (mus og egern). Højdefordelingen har ændret sig markant med årene. Der er blevet flere store og flere meget små træer (figur 6.11). I mellemgruppen er stigningen derimod svag. Det har betydet en højdestruktur med nogenlunde lige mange træer i større højdeklasser, men med en meget stor dominans af helt små træer. De fleste af de små ege er unge, 1-4 år gamle, men man kan også se eksempler på

meget gamle små ege (foto 6.2). Således er der adskillige ege med basaldiameter op til 4,5 cm, som kun lige får hævet de nye skud op over vegetationen af revling, græs eller lyng. Grenspidserne er ca. 1 cm tykke, hvilket viser, at egene hvert år bliver bidt tilbage til samme niveau. De mange små ege viser en effektiv spredning af agern med f.eks. skovskader (og mus) udover terrænet, men samtidig også at området i øjeblikket har en meget kraftig vildtgræsning. Egene synes at blive bidt særlig kraftigt i den vestligste del af heden, hvor der ikke er mange ege, der når op over bidehøjde.

Når egene er beskyttet af grene fra levende nåletræer, vindfælder, døende bjergfyr, eller evt. i fodpose af revling kan de nå op over bidhøjde og udvikle sig til egentlige træer. Egene har kraftig tilvækst overalt på heden. Dog er der en tendens til størst relativ fremgang i kvadratfelter, hvor eg hidtil har været mindre hyppig (f.eks. kvadratfelt 17), mens den har mindre relativ fremgang i de felter, hvor den er veletableret og hvor der er mange store ege (f.eks. kvadratfelt 5 og 31).

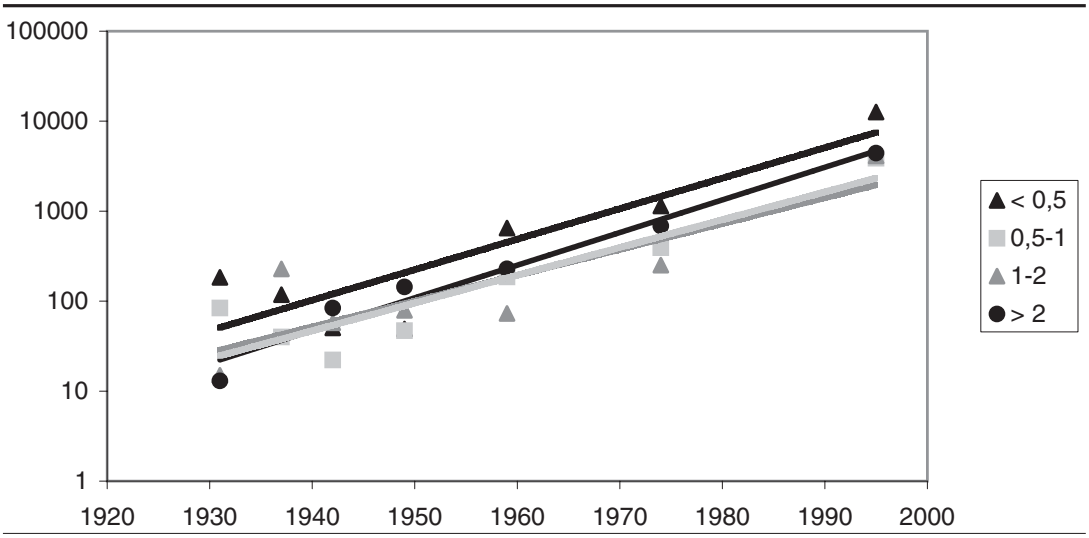


Figur 6.11. Udviklingen i antal individer af eg i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten er stor for ege >2 m og for små ege < 0,5 m, mens den er lav for træer i klasserne 0,5-1 m og 1-2 m.

Foto 6.2. Gammel eg på Nørholm Hede, der er under 0.5 m pga. vildtgræsning. Stamme og sidegrene kan være flere cm i diameter, men træerne er måske kun 25 cm høje

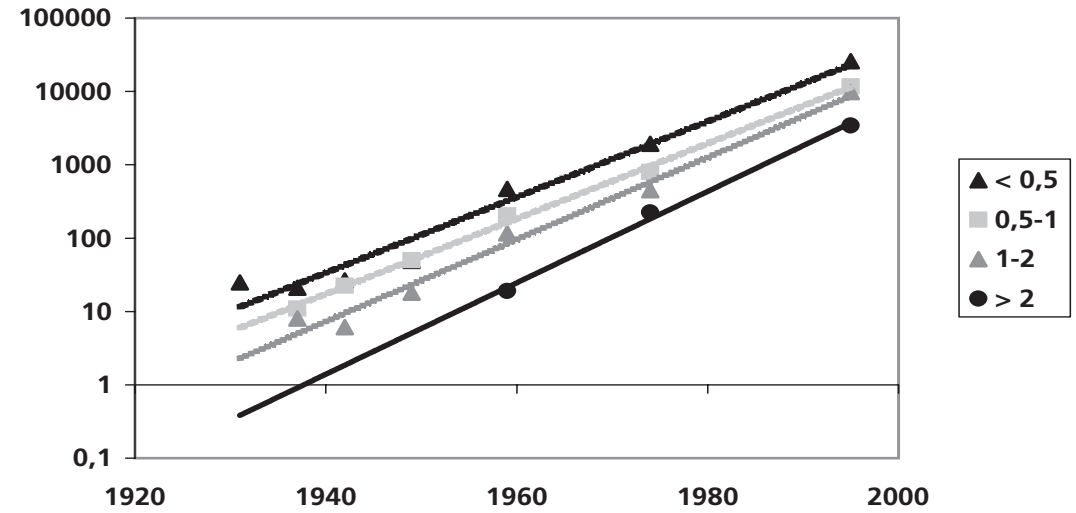
Røn (*Sorbus aucuparia*). Røn har udviklet sig omtrent som eg, men dog mindre ekstremt (Fig. 6.12, 6.16). Røn er fuglespredt, og der vil i stigende grad blive ført frø ind i området, efterhånden som træerne gror op. Den bliver som

Figur 6.12. Udviklingen i antal individer af røn i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten er omtrent ens for alle højdeklasser.

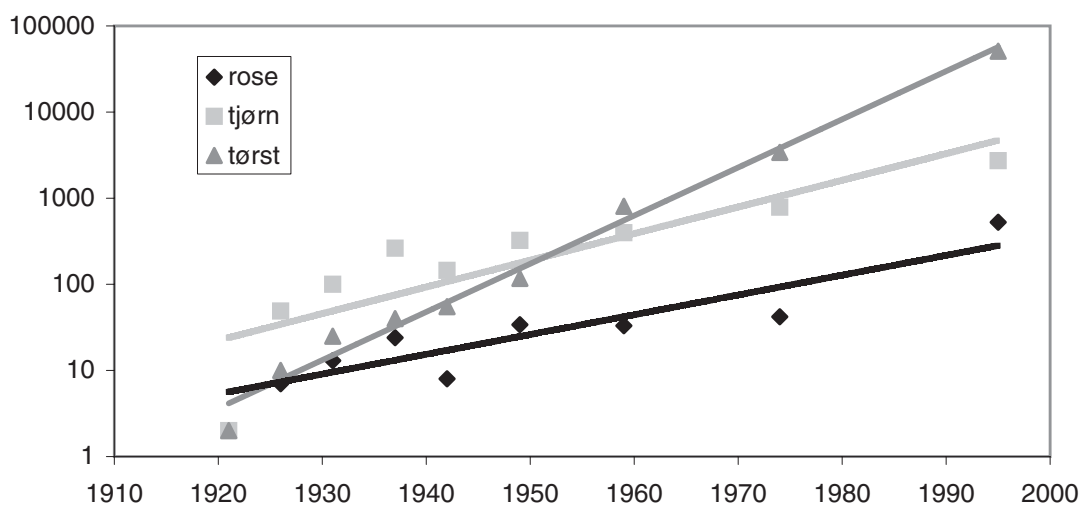


egen bidt meget og har derfor også en tendens til at udvikle en skæv højdestruktur med mange små individer. Røn har udvist den største fremgang i kvadratfelterne tæt på diget, hvor bjergfyrrene er i opløsning. Så sent som 1959 var røn hyppigst i kvadratfelterne 3, 4 og 5. I dag opnår den de højeste tætheder i kvadratfelt 10, 17 og 30, der alle ligger helt ud til diget.

Tørst (Frangula alnus). Tørst har en af de hurtigste fordoblingstider på kun 5,5 år (fig. 6.13, 6.14). Den vil dog aldrig komme til at dominere i den fremtidige skovs kronelag, da den kun bliver et mindre træ. Også tørst er fuglespredt.



Figur 6.13. Udviklingen i antal individer af tørst i forskellige højdeklasser med tiden. Tilvæksten er omtrent ens for alle højdeklasser.

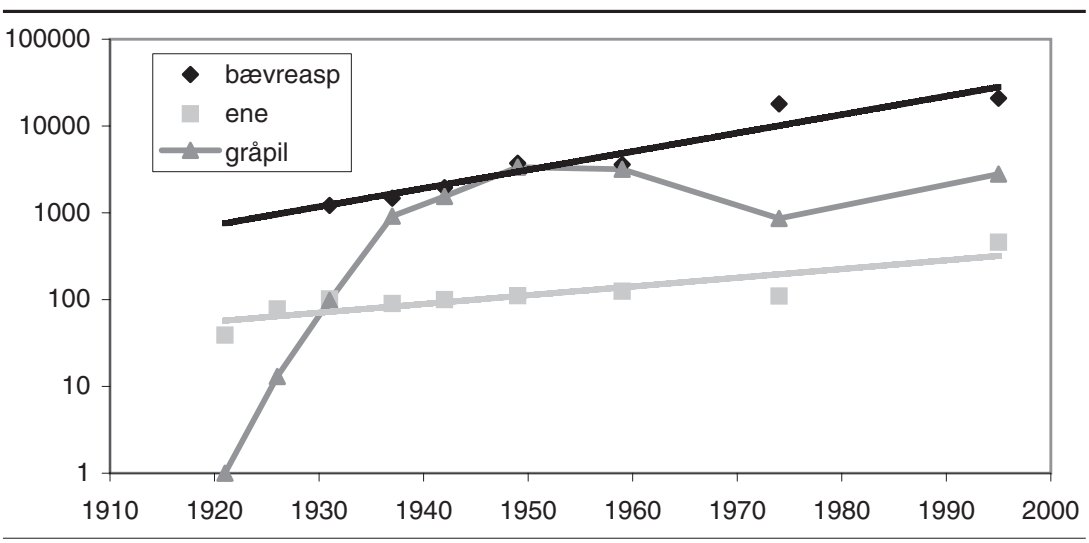


Figur 6.14. Tilvæksten i antal af tørst, tjørn og rose (forskellige arter) på en logatitmisk skala. Udviklingen er eksponentiel, men med forskellig eksponent. Antallet af tørst stiger kraftigere end de øvrige arter.

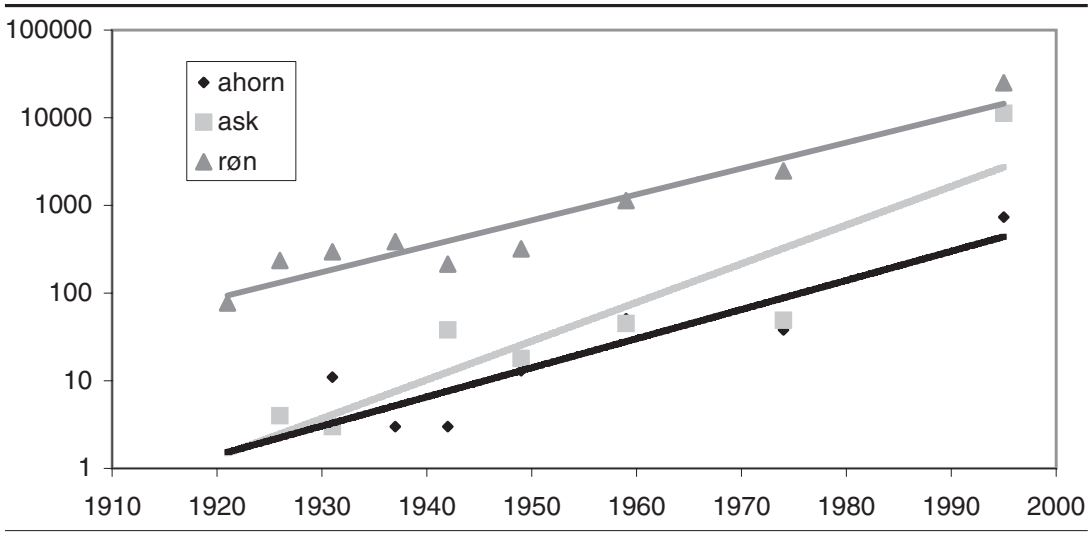
Det er en af de arter, som tydeligst viser, hvordan fuglespredte arter fremmes af forekomst af trævegetation på området, idet opvæksten typisk sker i nærheden af etablerede træer, som fuglene raster på. Tørst er hyppigst i den østlige del af heden. Den findes især i kvadratfelt 4 (1000 pr. ha), kvadratfelt 10 (3400 pr. ha) og 17 (5900 pr. ha.). I de tre kvadratfelter findes ca. 60 % af alle tørst på heden.

Bævreasp (*Populus tremula*). Træarten afviger fra de andre træarter ved at have en udpræget klonal udbredelse med rodskud fra eksisterende individer. Artens frø spredes let med vinden. Væksten i antallet af bævreasp synes langsom med en fordoblingstid på ca. 14 år (figur 6.15). Det kunne tyde på, at den får relativ mindre og mindre betydning. Det kan skyldes, at det er en ret sjælden begivenhed, at frøene udvikles til en etableret plante, hvilket også understøttes af den klumpede fordeling. Antallet af bævreasp kan være underestimeret i 1995 pga. den klumpede fordeling, idet områdemetoden ikke er egnet til opgørelse af arter med klumpet fordeling. Frem til 1974 havde bævreasp en udvikling i stamtal parallelt med birk.

Gråpil (*Salix cinerea*), øret pil (*Salix aurita*) m.v. Gruppen »Gråpil« indeholder gråpil, øret pil og eventuelt nogle seljepil og andre mindre buskformede pilearter – dog ikke krybende pil. Pilearter spredes let over store afstande med vinden. Træarten udviser en hurtig fordoblingstid på kun 2 år i perioden før 1942 (figur 6.15). Den etablerede sig især omkring de midlertidige søer. Da søerne forsvandt, viste disse pilearter tegn på misvækst og udtørring.



Figur 6.15. Tilvæksten i antal af bævreasp, ene og gråpil på en logatitmisk skala. Udviklingen er eksponentiel for bævreasp og ene, men med forskellig eksponent. Gråpil udviser ikke eksponentiel vækst



Figur 6.16. Tilvæksten i antal af ahorn, ask og røn på en logatitmisk skala. Udviklingen er eksponentiel, men med forskellig eksponent.

Ædelgran (*Abies sp.*). Ædelgran er en af de forholdsvis nye arter på Nørholm Hede. Den blev observeret første gang i 1974, hvor der blev registreret 12 stk. Ved undersøgelsen i 1995, var der en enkelt på et af de undersøgte områder, hvilket skulle svare til, at der nu er ca. 210 ædelgraner. Naturligvis er usikkerheden for stor til at udtale sig om antallet, men det visuelle indtryk er, at ædelgran er på vej frem i underskoven i den tætte løvskovsbevoksning tæt på godset. Der har været problemer med registreringerne (se bilag B4.2.1). I 1974 blev alle eksemplarer af ædelgran registreret som normannsgrsn, selv om der sandsynligvis primært er tale om alm. ædelgran. Alm. ædelgran selvforynges normalt villigt, mens det ikke er tilfældet for nordmannsgran. Ædelgran spredes med vind over relativt korte afstande.

Arten syner endnu ikke af meget, men kan være en af kandidaterne til at afløse eg og birk på lang sigt. Ædelgranens krav til jordbundens næringsindhold er mindre end de øvrige mulige klimaksarter (Sundberg m.fl., 1999) og den er stormfast. Ædelgranen er derfor en god kandidat til et være en dominerende art i den fremtidige klimaksskov på tør bund. Ædelgran er dog samtidig en art, som påvirkes kraftigt af vildtbid (Møller, 1965). Denne faktor er så væsentlig, at den må antages at have afgørende indflydelse på ædelgranens fremtidige plads på arealet.

Bøg (*Fagus sylvatica*). Bøg er ikke særlig hyppig (figur 6.8). Den er gennem årene fundet i 14 af de 32 kvadratfelter. Den er mest udbredt i kvadratfelt 5. Ved denne undersøgelser er den registreret i kvadratfelt 5 og 6 samt kvadratfelt 33 lige vest for Vesterbækvejen. Ved den stikprøvebaserede tælling i 1995 blev den registreret i 6 af de 93 træprøveflader med i alt 13 eksemplarer (se afsnit 2.6.2). Alene i 10 m banerne blev der i kvadratfelt 1, 3 og 5 fundet flere bøge

end på hele det samlede areal i 1974, i alt 61 eksemplarer. Det til trods for, at denne metode reducerede det undersøgte areal til 10 % (se afsnit 2.6.4). Bøg har tidligere udvist store svingninger. I 1931 blev der således fundet 35 små bøgeplanter, men i 1949 var der kun en enkelt lille plante tilbage (Bornebusch, 1952).

Det store antal bøgetræer, der er fundet denne gang, viser, at der er tale om en reel stigning. Bøgen er derfor en kandidat til på lang sigt at komme til at dominere skovbilledet. Det er endnu uvist, om bøg bliver klimax-dominant, og om den kan dominere på alle jordbundstyper og ved forskellige fugtighedsforhold. Bøgen spredes primært med dyr som mus og skovskader. Skovskader er den vigtigste art for langdistancespredning (Wijdeven, 2003). Bøg har bredt sig fra godsets park ud i den parkagtige skov ved vejkrydset, hvor den tilsyneladende trives. Endnu mangler arten dog eller er meget sjælden på den ikke tidligere dyrkede hede mod øst. Bøg bides gerne af vildtet.

Ahorn (*Acer pseudoplatanus*). Ahorn er ikke særlig hyppig og er kun fundet i kvadratfelt 5 og 11 (Fig. 6.16). Den tåler skygge, men ses også som pioner på opgivne marker (Halberg, 1991). Ahorn er som bøgen en mulig art i den fremtidige klimaksskov og har potentialet til at blive dominerende med tiden. Den spredes over ret korte afstande med vinden.

Lind (*Tilia cordata*). Lind er nævnt fra Nørholm Skov. Der er sandsynligvis tale om en rest af de oprindelige bestande af småbladet lind. Et eksemplar fra heden blev i 2003 bestemt til småbladet lind. I godsets park findes desuden parklind, der er en hybrid mellem småbladet og storbladet lind. De fleste frø af hybriden er sterile (McMillan & Browse, 1985), men den kan spredes med frø (Chapham m. fl., 1962). Afkommet af parklind spaltes ofte ud i de oprindelige arter (Ulla Wicksell pers. medd.). Dvs. at en småbladet lind på heden godt kan stamme fra en parklind. Det er derfor svært at vide, hvorvidt opvæksten stammer fra den oprindelige bestand i skoven eller fra indførte parklind. Lind spredes over ret korte afstande med vinden. Den blev først registreret på heden i 1949. Lind har været et væsentligt element i den oprindelige skov i de vestlige hedeegne for tusinder af år siden, før heden blev dannet (Odgaard, 1988, Odgaard, 1994). Lind er derfor også en mulig art i en fremtidig skov på Nørholm Hede.

Ask (*Fraxinus excelsior*) Ask er kun registreret i kvadratfelt 5, hvor der lokalt er mange individer. Arten er tilknyttet rigere bund. Den bliver derfor næppe dominerende på heden, men kan måske lokalt blive en vigtig art på de tidligere dyrkede arealer. Ask spredes over ret korte afstande med vinden.

Bærmispel (*Amelancier sp.*). Bærmispel er noteret som usikkert bestemt til alm. bærmispel i 1931. I 2003 er der fundet aksbærmispel. Bærmispel er indtil seneste undersøgelse kun fundet i kvadratfelt 5, hvor den har været ret hyppig. Den er ikke fundet i nogle af træprøvefladerne i 1994/1996, hvilket kan skyldes, at den ikke har været tilstede i de små undersøgte træprøveflader. Den er ikke desto mindre hyppig i kvadratfelt 5 mod nordøst og kan nu også findes i andre kvadratfelter. I 2000 blev den således konstateret adskillige steder i kvadratfelt 11. Bærmispel spredes med fugle.

Andre arter. Der er yderligere registreret en række mindre almindelige træ- og buskarter på heden gennem årene. Af disse må kun et fåtal anses for at kunne få større betydning for skovbilledet. Flere arter med meget lave forekomster er ikke konstateret ved den seneste undersøgelse, men findes sandsynligvis stadig på heden.

I bilag 1 er alle træarter medtaget. Her er året for første registrering angivet og registreringerne er fordelt på perioderne 1921-26, 1931-74 og 1994-03. Praktisk taget alle arter udviser fremgang. ”Andre arter” udgøres bla. af en række almindelige danske arter som rosearter, alm. gedeblad, hindbær, brombær, alm. hyld, druehyld, benved, kvalkved, skovæble, spidsløn, hassel, alm. hvidtjørn, kirsebær, alm hæg m.fl. Dertil kommer den invasive art gyvel. Der er også større træer som skovelm og rødel blandt ”Andre arter”. En lille gruppe er indførte skovtræer som østrisk fyr og sitkagran. En gruppe udgøres af havearter som daphne, solbær, stikkelsbær, snebær, rynket rose, mirabel, guldregn m.fl. eller indførte hegnsplanter som gråel. En række af havebuskarterne er blevet indført med haveaffald. Det er bemærkelsesværdigt, at glansbladet hæg endnu ikke er registreret fra heden. Den er almindeligt plantet i hegn og spreder sig voldsomt på mange heder. Der kan være tale om en overseelse.

7 SUCCESSION OG TRÆTILGRONING

Enkelte kvadratfelter på Nørholm Hede nærmer sig en fuldstændig tilgroning med træer. Det er alle felter i hedens udkant, hvor der er frøkilder i nærheden. De mest tilgroede kvadratfelter er 5 tættest ved Godset, kvadratfelterne 10 og 17 i den østlige del af heden, samt 30 og 33 i den sydlige del (figur 2.1). På felterne længst fra hedens rand samt på det centrale dyrkningsområde, som ikke brændte i 1970, er tilgroningen mindst. Det drejer sig om kvadratfelterne 3, 8, 9, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 24, 26, 27. Her er vegetationen stadig åben og der er plads til arter, der etablerer sig på åbent land.

Successionen har kun vist ét markant artsskifte for heden som helhed. Grantræarternes andel er faldet fra at udgøre 23 % af stamtallet i 1921 til 2 % i 1995. Anderledes er det lokalt.

7.1 Dominerende successionsforløb

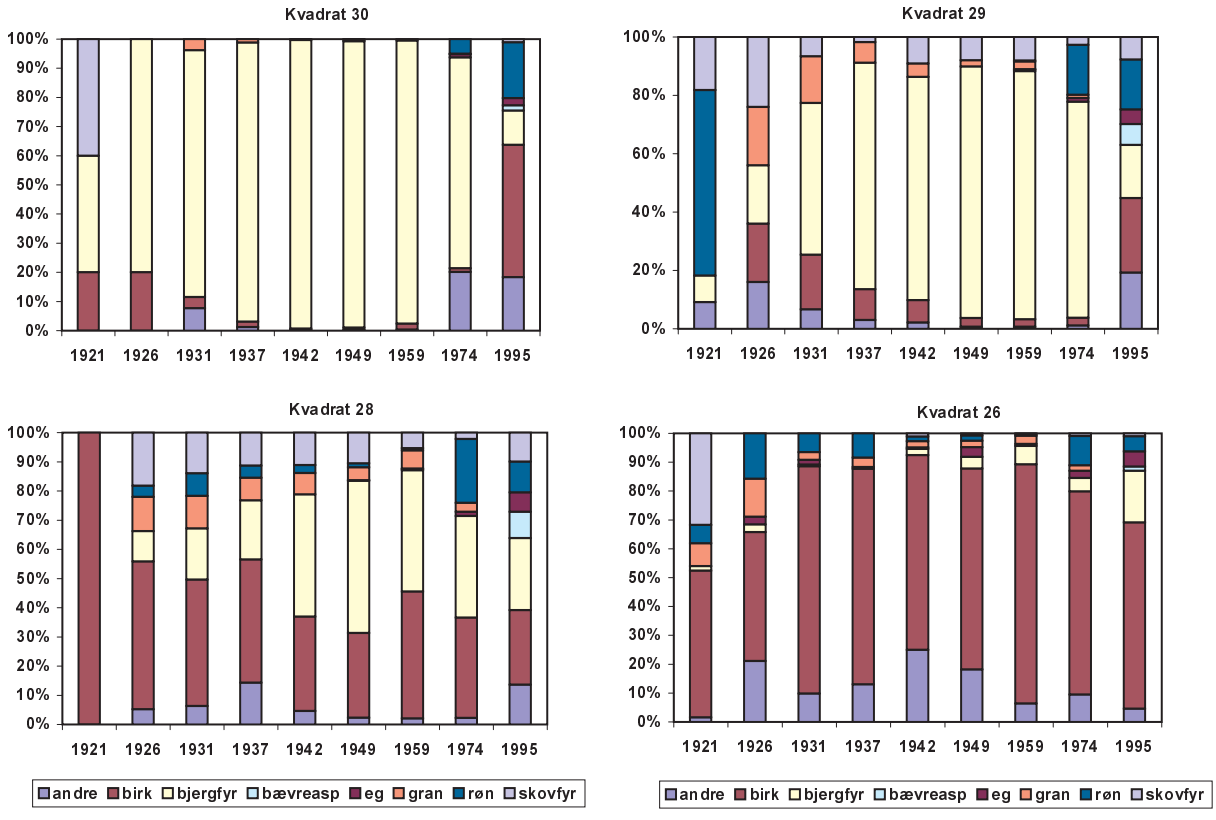
7.1.1 Gradient fra bjergfyrhegn

Kvadratfelterne 30-26 udgør en gradient fra bjergfyrhegnet ud til dyrkningsområdet (Figur 7.1). De udviser et typisk successionsforløb, hvor den relative andel af træarterne varierer gennem tiden efter et fast mønster. I forløbet herunder er kvadratfelt 27 udeladt, da det indeholder en del bævreasp, som ikke er registreret konstant. Den falder derfor lidt udenfor.

I kvadratfelt 30 er der i 1921 registreret 5 træer, hvoraf 2 bjergfyr, 2 skovfyr og 1 birk. Bjergfyr kommer til næsten total dominans fra 1937-59 (Figur 7.1A). I 1959 er 528 ud af i alt 544 træer bjergfyr i kvadratfelt 30. Herefter går det både relativt og absolut tilbage for bjergfyr. Der kommer især mange birke, men også røn, eg og "andre arter", som i dette tilfælde mest er tørst. Efter bjergfyr har relativ tilbagegang, har birken relativ fremgang. Dette er et generelt træk. Birk optræder dels som pioner og spreder sig tidligt på heden i forbindelse med forstyrrelser, dels kommer den senere i successionen, hvor den tager over efter bjergfyr.

I kvadratfelt 29 er der 11 træer i 1921, heraf 7 røn, 2 skovfyr og 1 bjergfyr (figur 7.1B). Bjergfyr har kraftig fremgang og udgør over 80 % af alle træer i 1949 og 1959. Herefter falder andelen hurtigt. Birk har en rimelig andel tidligt, men falder relativt med årene, indtil bjergfyr går tilbage, hvorefter den igen øger sin andel. Udviklingen i kvadratfelt 29 svarer til kvadratfelt 30, men bjergfyr opnår ikke helt samme dominans.

I kvadratfelt 28 er der i 1921 kun nogle få birketræer. Bjergfyr kommer til fra 1926 og har relativ fremgang i forhold til de øvrige arter frem til 1949 (figur 7.1C). Birk er gennem alle årene hyppig, men har relativt en svag tilbagegang i forhold til bjergfyr, selv om arten er i absolut fremgang. Nogle af birkene kan være kommet som følge af branden i 1923, som ramte en mindre



Figur 7.1. Eksempler på successionsforløb i udvalgte kvadratfelter på Nørholm Hede. Den relative fordeling af de 7 hyppigste træarter og gruppen andre træer. Figuren er baseret på antallet af træer

del af kvadratfelt 28. Ved undersøgelserne i 1974 og 1995-96 er det især røn, eg og bævreasp, der har relativ fremgang.

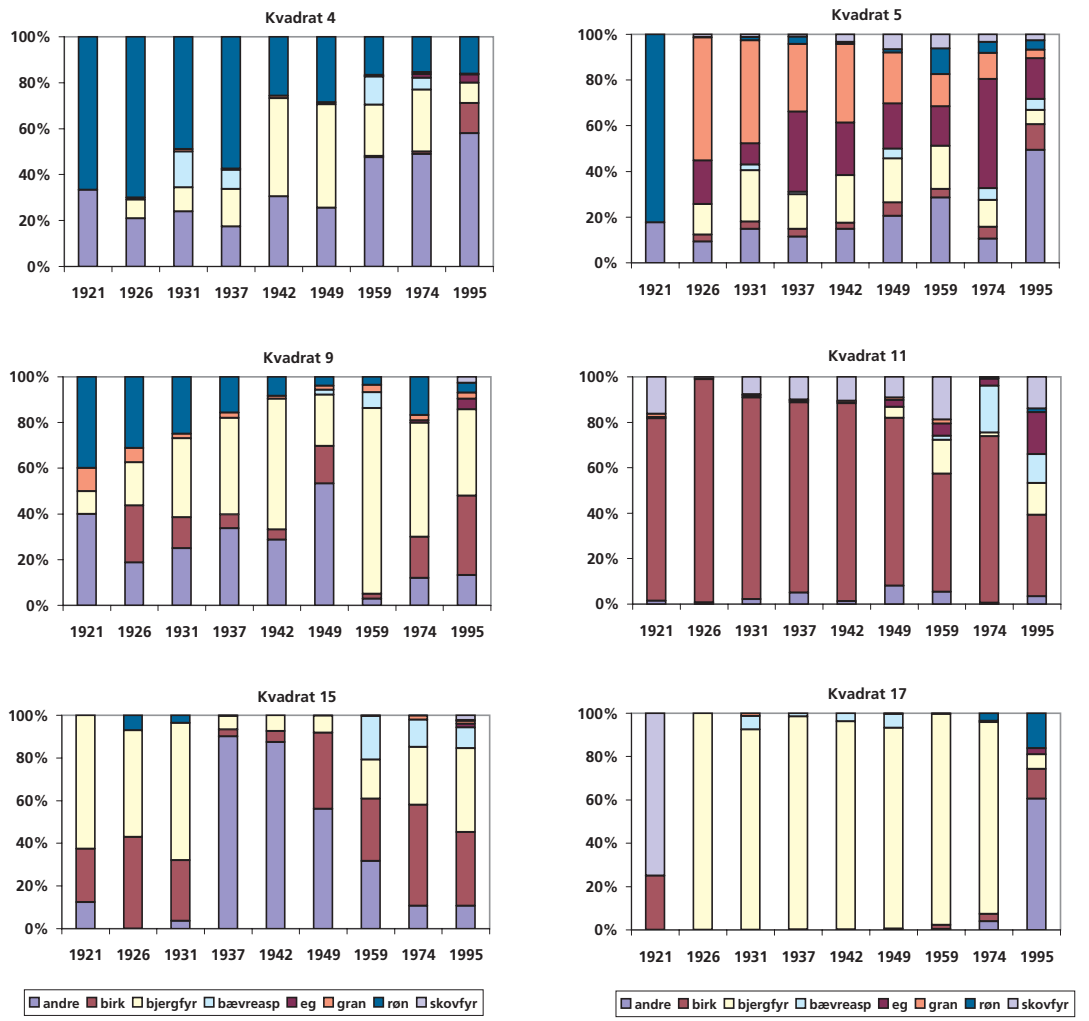
I kvadratfelt 26 var der ved undersøgelsens start i 1921 lidt birk, skovfyr, gran og birk (figur 7.1D). Området brændte i 1923, hvorefter skovfyr forsvandt. Den har siden haft svært ved at etablere sig i området. Efter branden bliver birk total dominerende og udgør i 1931 80 % af træerne. Området er stadig meget åbent. Ved den seneste undersøgelse har bjergfyr bredt sig.

På kvadratfelter 26, 28, 29 og 30 kan man se, hvordan bjergfyr indvandrer og overtager dominansen i et område i løbet af få årtier. Væksten i antal fortsætter til en tæthed på ca 800 træer per hektar. Derefter beholder den dominansen i 40 – 60 år, hvorefter de ældste træer begynder at dø. Når bjergfyrbevoksningen falder sammen, erstattes den af løvtræarter. Jo længere fra hegnet man er, jo senere breder bjergfyr sig – og jo mindre kommer den til at dominere i successionen i det hele taget (f.eks. i kvadratfelt 28). Dette billede er generelt og kan findes overalt fra diget med bjergfyr og ind over heden. Der er selvfølgelig nogle lokale variationer.

Kvadratfelt 17 er en variant af det samme billede som i kvadrat 30 blot langs den østlige kant af heden, hvor tørst breder sig særlig kraftigt (Figur7.2F). Også her ses, hvordan både birk og eg breder sig på bekostning af bjergfyr.

Kvadratfelt 4 er en variant af kvadratfelt 28, hvor det her i stedet er røn, der dominerer de tidlige stadier (Figur 7.2A). Gruppen andre består især af tørst, der i dette område har bredt sig i en ret tidlig fase med åben bjergfyr.

Kvadratfelt 9 er en variant af kvadratfelt 28, blot med røn og andre (tørst) som tidlige pionéerarter i stedet for birk (Figur 7.2C). Derefter følger et mellemstadium med bjergfyr, og siden indvandring af eg og birk.



Figur 7.2. Eksempler på successionsforløb i udvalgte kvadratfelter på Nørholm Hede. Den relative fordeling af de 7 hyppigste træarter og gruppen andre træer. Figuren er baseret på antallet af træer

7.1.2 Den blandede løvskov.

Kvadratfelt 5 (Figur 7.2B) huser den blandede løvskov med mange arter og er også det centrale område for hvidgran. Hvidgran er tidligt på relativ tilbagegang. Eg etablerer sig også tidligt og udgør derefter en vigtig del af vegetatio-

nen i alle årene. Om den relative tilbagegang af eg siden 1974 er reel, er det svært at udtale sig om på grund af skiftet i opgørelsesmetoden. Det kan også være en følge af kraftigt vildtbid på netop eg. Bjergfyr breder sig sent og opnår aldrig nogen større andel af træ- og buskarterne, som det ses i andre kvadratfelter langt fra diget. I de seneste år er det især birk og gruppen andre, der er øget i antal. Gruppen andre består i dag af mange ask, samt kirsebær, rose, ahorn, tjørn, tørst, gråpil og ædelgran.

7.1.3 Succession efter forstyrrelser

Forstyrrelser som brand og sødannelse har lokalt haft stor betydning for successionen. Kvadratfelt 11 har to gange været ramt af brand (figur 7.2D). Branden i 1923 var stor og tog de skovfyr, der var tilstede. Efter branden dominerede birk totalt, men der var stadig langt mellem dem. Andre arter breder sig efterhånden til kvadratfeltet. Skovfyr kommer først og derefter eg og bjergfyr og lidt bævreasp. Ved den anden brand i 1970 dør alle skovfyr ud igen. På den nøgne jord spirer en mængde birk og skovfyr. Bævreasp og eg overlever branden. Ved undersøgelsen i 1995 er vegetationen igen sluttet og birk får en relativ tilbagegang, mens bjergfyr, skovfyr, bævreasp og navnlig eg breder sig. Det visuelle indtrykket er nu en ret åben skov af birk, skovfyr og lidt store ege med mange små stærkt nedbidte ege i bunden.

Kvadratfelt 15 havde oprindeligt 60 % bjergfyr samt 25 % birk og 15 % andre (figur 7.2E). Kvadratfelt 15 er et af de felter, som er mest påvirket af sødannelsen. Da søerne dannes, breder gruppen andre sig. Det drejer sig især om gruppen gråpil – dvs. gråpil og øret pil. Det ligger langt fra bjergfyrhegnet og frøpresset fra bjergfyr er derfor ringere. Desuden er søkanten et velegnet spiringssubstrat for birken, som breder sig på søbunden. I 1959 er birkens vækst dæmpet og pil er på tilbagegang. Bjergfyr og nu også eg breder sig i dag hurtigere end birk, efterhånden som der er få områder med åben bund. Arter med større frø kan bedre etablere sig i lukket vegetation end birken med sine små frø.

7.1.4 Generelle successionsforløb

Det generelle successionsforløb er, at der startes med langdistancespredte arter som birk og evt. røn spredt med fugle. Der kan også være tale om arter, der allerede findes på heden som f.eks. bævreasp. Tæt på frøkilder kan andre arter (f.eks. bjergfyr eller eg), der spreder sig dårligere, dominere. Når pionértræerne vokser op, indfinder fuglespredte arter som tørst, eg og røn sig i bundvegetation, spredt af fugle, der raster i pionertræerne. Bjergfyr har en begrænset levetid. I ly af døde bjergfyr kan egen, der findes som mange små individer, der er holdt nede af rådyrgræsning, vokse op til dominans – ofte sammen med birk. Egen vil måske på lang sigt blive udkonkurreret af andre klimaksarter, som bøg eller en anden skyggetræart. På meget lang sigt er der en række kandidater til at

overtage dominansen fra eg. Der er flere arter tilstede, men bøg og ædelgran klarer sig bedst i øjeblikket. Området har dog en stor naturlig variation i jordbund, så det er muligt, at der vil udvikle sig en skovmosaik med forskellig træartsdominans alt efter jordbundsforholdene.

Det helt dominerende successionsforløb på den tørre hede er:

Birk, bjergfyr => bjergfyr => eg, birk => (bøg, ædelgran og ahorn)

Lokalt på heden ses andre successionsforløb, der ofte kan relateres til lokal forekomst af andre arter. Her kan pionererne være røn, eg, bævreasp eller skovfyr. De afløses eller suppleres af birk, eg og tørst.

På den uforstyrrede hede er det især bjergfyr, der dominerer tidligt, men lokalt kan det være skovfyr. Det ses især på vindbeskyttede lokaliteter.

Bjergfyr, skovfyr => birk => ?

På den fugtige hede kan birken nå absolut dominans.

Birk, gråpil, øret pil => birk

7.2 Tilgroning af heden

Trætilgroningen på Nørholm Hede er hurtig med fordoblingstider på ca. 10 år for de vigtigste træarter.

7.2.1 Tilgroningshastigheden

Den eksponentielle vækst af antallet af træer på Nørholm Hede synes at være et fællestræk for tilgroning. Eksponentil tilgroning ses også i resultaterne fra tilgroningsarealer i forskellige egne af landet (Aude m.fl., 2002). Selv om delområder på Nørholm Hede har afveget fra dette billede, f.eks. omkring sødannelsen og ved andre forstyrrelser, har disse enkeltbegivenheder i et så stort område som Nørholm Hede ikke kunnet påvirke det generelle billede af eksponentiel vækst i antallet af træer.

Ved at sammenligne tilgroningen på tidligere dyrkede marker på Nørholm Hede med andre tilsvarende tilgroningsarealer (Aude m.fl., 2002) falder det i øjnene, at tilgroningen på Nørholm Hede er meget langsom. Den skyldes sandsynligvis primært tre faktorer:

1. Nørholm Hede er stor, hvilket har betydning for frøspredningen. Det betyder, at hovedparten ligger længere end ca. 50-100 m væk fra skov, hvilket er den afstand, der giver en særlig hurtig trætilgroning (Aude m.fl., 2002).

2. Da græsning og opdyrkning ophørte på Nørholm Hede var det omgivende areal mindre trærigt, end hvis et tilsvarende areal blev udlagt i dag. Det betød, at der manglende frøkilder eller at der var længere afstand til frøkilder.
3. Nørholm Hede blev ikke lagt ud i fri succession som mark. Den blev afgræsset i ca. 25 år, efter at opdyrkningen på heden blev opgivet. Græsningen på de tidligere dyrkede områder har forhindret etablering af fyr og birk i de mest følsomme tidlige successionstrin med en åben håret høgeurt vegetation (Holst, 1987; Aude m.fl., 2002). Da græsningen blev opgivet var vegetationen på heden tæt hedelyng i et hedelyngstadium, som var sværere at kolonisere.

Umiddelbart kan man også tænke sig, at den langsomme tilgroning havde en sammenhæng med, at jorden er næringsfattig. Men der ser ikke ud til at være en sådan generel sammenhæng. På næringsrige lokaliteter ses to successionsforløb. Enten etableres der umiddelbart en opvækst af træer på den bare jord efter ophørt dyrkning eller også etableres en tæt højstaudevegetation, hvor træernes indvandring kan forsinkes i årtier. Begge eksempler kan ses på Vorsø i Horsens Fjord (Halberg, 1991). På næringsfattige jorde er der langsommere vækst af træerne, men også bar jord i længere tid.

7.2.2 Sammenligning med andre successionsstudier

På Nørholm Hede er det bjergfyr, der udgør det primære tilgroningsstadium på den egentlige hede. Denne art har spredt sig fra diget, hvor den blev plantet. I 1974 dannede den lukket krat flere steder (Holmsgaard, 1986). Allerede tidligt vidste man, at den kunne danne skovvegetation på hederne (Müller, 1887). Bjergfyr bliver kun ca. 100 år og i dag er de oprindelige bjergfyr på diget døde og faldet sammen. Selv om diget har givet særligt gode forudsætninger for bjergfyr på Nørholm Hede, er udviklingen mod bjergfyr helt generelt for de vestjyske heder.

I tyske og hollandske studier af skovsuccessionen på hede er skovfyr den dominerende pionerart. Leuschner's (1993) beskriver en model for skovsuccessionen på Lüneburger Heide med følgende faser:

skovfyr => birk => eg => bøg.

En succession med skovfyr som den mest betydende pioner art blandt træerne, ses ikke på Nørholm Hede. Her findes skovfyr primært i den nordvestlige del af heden, hvor der tidligere blev gravet grus, samt i det vestligt liggende område, som brændte i 1970. Resultaterne fra Nørholm Hede bekræfter skovfyrs tendens til primært at spire i forstyrrede områder, som beskrevet i både dansk og nordtysk litteratur (Holst, 1987; Schmitt, 1993).

Leuchners model stemmer overens med resultaterne på Nørholm, hvis skovfyr erstattes med bjergfyr. Desuden skal der tilføjes et stadium med tørst, inden egen tager over, da tørst breder sig eksplosivt inde i bjergfyr-krattet, efterhånden som de gamle træer dør og falder sammen.

7.3 Faktorer af betydning for tilgroningen

En række faktorer synes at påvirke trætilgroningen på Nørholm Hede (Tabel 7.1). Disse faktorer kan relateres til 1) frøkilder, 2) vegetation og 3) jordbundsforhold. Første skridt på vejen til etablering af træer er tilstedeværelsen af frøkilder. En række faktorer er afgørende, som afstand til frøkilderne, frøkildernes placering i forhold til fremherskende vindretning (vindspredte frø) og rastetræer på området for så vidt angår fuglespredte frø. Etablering af træer kan fremmes eller hæmmes af mange faktorer. Den pågældende vegetation på stedet kan fremme etablering af træer. Det gælder f.eks stikkende buske, der kan beskytte mod græsning, træer, der giver læ og beskytter mod barfrost i etableringsfasen. Vegetationen kan også hæmme etablering af træer, f.eks. vil et tæt græsfilt eller hedelyng hindre spiring og vækst. Jordbundsfaktorer har også betydning for etablering af træer. Høj bonitet fremmer trævækst, hvis den sker inden anden vegetation som højstaudesamfund danner et tæt vegetationsdække. I så fald kan trævæksten blive forsinket i årtier (Aude m.fl., 2002). Spiringsmulighederne er ofte bedre på næringsfattige jorde, da der ofte er vegetationsløse pletter, men her er tilgroningshastigheden til gengæld meget lav.

Tabel 7.1. Faktorer af betydning for tilgroningen af Nørholm Hede. Pilene indikerer om faktoren fremmer ↑ eller hæmmer ↓ tilgroningen.

Faktor	Betydning på Nørholm Hede	
Kort afstand til frøkilder	vigtig	↑
Blotlagt jord efter forstyrrelser	vigtig	↑
Træetablering skal ske hurtigt på næringsrig bund	vigtig	↑
Træetablering fremmer tilgroning, da de er rastetræer for fugle	vigtig	↑
Frøkildernes placering i forhold til fremherskende vindretning.	mindre vigtig	↑
Læ fra træer	vigtig	↑
Brand	vigtig	↑↓
Vildtgræsning	vigtig	↓
Græs- eller lyngvegetation	vigtig	↓
Lav næringsstatus	mindre vigtig	↓
Sandflugt	mindre vigtig	↓

7.3.1 Frøspredning fra omgivelserne

Frøspredning fra omgivelserne har ændret sig markant siden driften på Nørholm Hede blev opgivet. Tidligere var landskabet næsten uden trævækst og frøkilderne var få. Enkelte steder var der små skovarealer – heriblandt Nørholm Skov. Almindelige arter i disse små rester af skov var eg, bævreasp, birk og røn. Bøg (og ahorn) er siden blevet indført fra andre egne af Danmark, mens udlandet har bidraget med en række nåletræarter. Bjergfyr er hjemmehørende i bjergegne i Syd- og Mellemeuropa. Den blev indført til landet i midten af 1800'tallet til plantning af læhegn og dæmpning af sandflugt. En anden hyppig art i læhegnene var hvidgran, som blev indført fra det nordlige Nordamerika. Den karakteriserede landskabet i en lang periode indtil for nogle årtier siden, hvor den gradvist er blevet afløst af flerrækkede løvhegn. Frøpresset af hvidgran fra omgivelserne må i dag stort set være væk. Skovfyr regnes for hjemmehørende, men nåede at blive udryddet helt i Danmark. Skovfyrrene på heden stammer derfor fra indførte provinienser i hedens omgivelser.

Eksemplerne bjergfyr, hvidgran og skovfyr viser, at omgivelserne til heden har ændret karaktér gennem årene. Det kan ikke undgå at påvirke mængden og artssammensætningen af de frø, der tilføres heden udefra. Aude m.fl. (2002) har undersøgt en række danske tilgroningslokaliteter og sammenlignet tilgroningen i dag med tilgroningen tidligere (Holst, 1987). Det viser sig, at tilgroningen med skovfyr på opgivne marker foregår hurtigere i dag end tidligere. Det skyldes sandsynligvis, at landskabet har ændret sig i den mellemliggende periode, hvor der er sket en kraftig tilgroning af landskabet (Christiansen, 1985). Tilgroningen giver et større træfrøpotentiale. Det er dog også muligt, at næringsberigning fra omgivelserne spiller ind.

7.3.2 Afstand til frøkilde

Når man ser på, hvordan de fleste af randområderne på Nørholm Hede er langt tættere tilgroede end de centrale dele af heden, er der ingen tvivl om, at afstand til frøkilde er en vigtig faktor for den hastighed, hvormed successionen foregår og for sammensætningen af træarter i de tidlige successionstrin. Det er i delvis modstrid med Aude m.fl. (2002), som konkluderer, at afstanden til nærmeste potentielle frøkilde spiller en mindre rolle i successionen i sammenligning med jordbundsforhold og den tid, der er gået, siden arealet blev udlagt. Der er flere faktorer, der kan forklare forskellene. Nørholm Hede er et relativt stort tilgroningsområde og afstand til frøkilder er derfor af større betydning. I en del områder på Nørholm Hede er de tidlige faser af tilgroningen baseret på arter med relativ kort spredning som bjergfyr, skovfyr og andre nåletræarter. Sidst er der forskelle i jordbundsforhold, hvor den pågældende undersøgelse af Aude m. fl (2002) inddrager et langt rigere spektrum af forskellige jordbundsforhold end på Nørholm Hede. Forskellen mellem dyrkningsarealerne og hedearealerne på Nørholm Hede er i jordbundsmæssig henseende langt mindre end forskel-

len mellem de næringsrige øst-danske lerjorder og mange typer sandjorde, der indgår i den nævnte undersøgelse af Aude m. fl.

7.3.3 Forstyrrelser.

Birk og gråpil er de arter, der på Nørholm Hede synes mindst afstandsafhængige. De reagerer derimod i meget høj grad på forstyrrelser. De forstyrelser, der især har haft betydning, er grusgravning, brand, sødannelse og den forstyrrelse som fremkommer, når træer vælter og blotlægger uforstyrret jord. Hertil kommer forstyrrelser som bortdøen af træer, bortdøen af hedelyng efter bladbilleangreb mv.

På en tur til Nørholm Hede i 2003 blev det iagttaget, hvordan birk også havde spredt sig på arealer, hvor der omkring 1996 havde været angreb af lyngbladbillen. Lyngen var ca. 4-7 år gammel og på arealet stod birkene tæt. I takt med at birkene gror op, vil hedevegetationen forsvinde under dem. Stormen i december 1999 væltede en del nåletræer på Nørholm Hede. Den blottede jord under roden giver særligt gode betingelser for spiring af birk. Væltede træer kan desuden beskytte opvækst af træer mod bid fra vildtet. Det blev observeret for især eg på Nørholm Hede. Stor fremspiring og rodskydning af birk blev også observeret på området nord for Stokkebrovej efter branden i 2002. Øget birkefremvækst efter forstyrrelser er bl.a. beskrevet efter harvning af slået eller afbrændt hede (Riis-Nielsen, 1991). Det samme gælder efter rydning af bjergfyr-krat på hede (Riis-Nielsen obs).

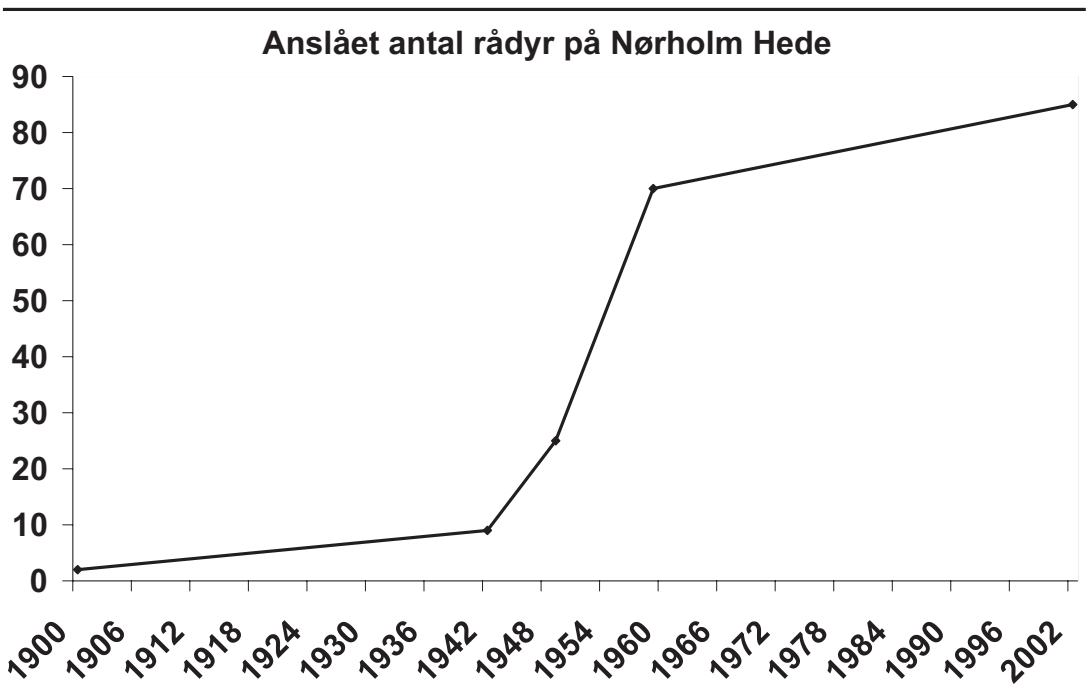
Også bjergfyr, skovfyr og andre nåletræarter har evnen til at spire trods noget vegetationsdække, men foretrækker blotlagt mineraljord (Henriksen, 1988). Skovfyr spirer som birk især frem på forstyrrede områder (Holst, 1987; Schmitt, 1993). I modsætningen til birken kan skovfyrren dog normalt ikke overleve en brand. De arter, der spirer villigt på nøgen jord efter forstyrrelse er konkurrenter til genetableringen af hedelyng. Det er væsentligt at lægge mærke til, at både konklusionen fra floraprøveflade 19 og fra træundersøgelsens kvadrat 11, som er påvirket af samme brand, fortæller, at en hedebrand på Nørholm Hede i dag ikke vil føre til hede, men derimod accelerere tilgroningen mod skov. Det skyldes, at birk er tilstede på hele heden og hurtigt og effektivt spreder sig ved den mindste åbning i vegetationsdækket. Samtidig favoriserer brand løvtræer til fordel for nåletræer, idet nåletræerne dør efter brand. Det gælder også eg, som er indvandret på den åbne hede under bjergfyr. Fuglene bringer agern med ind, som tabes, når de raster i fyrretræerne. En forstyrrelse som brand kan have stor betydning, idet eg er særlig velegnet til at overleve en brand. Man mener, den store dominans af eg i egekrattene blandt andet er forårsaget af de mange hedebrande, der sammen med stævning og græsning har udryddet mange andre arter (Fritzbøger, 1994).

7.3.4 Lævirkning

Observationer fra Nørholm Hede indikerer, at læ har en betydning for tilgroningen. Skovfyr synes således at vokse hurtigere i læ. Det skyldes sandsynligvis det barskere klima nær vestkysten af Jylland, hvor havgus og saltpåvirkning øger betydningen af læ. Disse faktorer er nævnt som hovedfaktorer sammen med jordbundsforholdene for tilplantning af hede (Nielsen, 1988), men er ikke nævnt som en faktor af betydning for tilgroning af Aude m.fl. (2002).

7.3.5 Vildtpåvirkning

Rådyrbestanden er steget over hele landet, siden vildtstatistikken startede i 1942 (Madsen m.fl., 1996). Vestjylland var i 1800-tallet fri for rådyr. De spredte registreringer af rådyrbestanden på Nørholm Hede viser en stigning i bestanden siden 1900, hvor der første gang blev skudt et rådyr. Efterhånden som heden er blevet mere tilgroet er den blevet velegnet som habitat for rådyr (Figur 7.3).



Figur 7.3. Anslået antal rådyr på Nørholm Hede. Alle observationer er baseret på subjektive skøn. 1942 og 1949 (Bornebusch, 1952), 1952 (Løfting and Scheuer, 1963), 2003 (Karl Nielsen, pers. kommentar).

Det øgede græsningstryk er meget synligt og synes specielt at have betydning for eg og røn. Eg er i områder så hårdt bidt, at en højdetilvækst kræver beskyttelse fra væltede træer eller lignende. Den relative mangel på især eg i 1995 i bidhøjden for rådyr dokumenterer dette (figur 6.11). Tilsvarende effekt er registreret ved et stort græsningstryk på røn i blandet røn / rødgran bevoksninger

(Motta, 2003). Der er tale om en negativ feed-back mekanisme, idet tilgroning med træer på heden fremmer vildtgræsningen, der dermed hæmmer tilgroningen.

Dyrenes græsning på den lave vegetation og deres tramp skaber omvendt markant bedre spiringsbetingelser. Samtidig medvirker rådyrene til at sprede frø (Petersen, 1995; Buttenschøn & Buttenschøn, 2001). Det giver anledning til en positiv feed-back mekanisme ved at fremme spredning og spiring af frø. Det er svært at udtale sig om, hvilken af de to modsatrettede feed-back mekanismer, der har størst betydning på Nørholm Hede, da den positive feed-back mekanisme ved forstyrrelser er umulig at kvantificere ved feltstudier uden at inddrage eksperimentelle behandlinger af delområder. Den samlede virkning af vildtgræsning med harer og rådyr er ofte en hæmning af tilgroningen med skov (Rehfeldt, 1999; Petersen, 1995).

Græsningstrykket må antages at variere over heden udover den variation, der skyldes forskel i tilgroningsgrad. Kvaliteten af den omgivende vegetation har også betydning. På heder med en variation af tidligere dyrkningsarealer og hede er det vist, at dyrene især fouragerer på urter på de tidligere dyrkningsarealer om sommeren, hvor de foretrækker de næringsrige urter. Derimod udgør hedelyng den altovervejende del af vinterkosten. Den observation, at egene på Nørholm Hede græsses særlig hårdt mod vest på de tidligere dyrkningsarealer og mindre hårdt på hedeområderne på den egentlige hede øst for kvadratfelt 5, kan måske skyldes, at der ikke er så meget lyng i dyrkningsområdet. I det område udgør træerne det bedste tilgængelige vinterfoder. Desuden ligger området tæt ved skoven og har en stor andel græsser, der gør, at flere dyr holder til her.

7.3.6 Frøspredning ved mus og fugle

På en hede er bestanden af mus lille og ikke mange skovfugle besøger den træløse hede. Efterhånden som heden gror til, øges musebestanden og fuglebestandens sammensætning vil ændres. Mange fugle er afhængige af træer og buske i forbindelse med fødesøgning, skjul og evt. redebygning (Sell, 2001). Efterhånden som de første træer vokser op, får fugle et sted at raste og ofte ser man opvækst af eg, røn og andre fuglespredte arter vokse op tæt på eller under pionertræerne. Fugle tiltrækkes således af tilgroningen og fremmer den yderligt.

Mus har især betydning for spredning af frø over kortere distancer. Spredning af agern med mus er bl.a. undersøgt af Nielsen (1982). I sammenligning med Nielsens undersøgelse foregår der på Nørholm Hede en spredning, som næppe kan forklares ved musespredning. Fugle må være involveret, som Oppermann & Bornebusch (1930) og Holmsgaard (1986) er inde på. Skovskader iagttages hyppigt over heden, og de er meget effektive til at sprede agern. En enkelt flok skovskader kan transportere titusindvis af agern på en enkelt

sæson (Crawley, 1983). Pionértræer og buske støtter udbredelsen af eg, fordi førnelaget under pionértræerne og buske selektivt bruges som depot for agern og bog af skovskader, ringduer og mus (Buttenschøn & Buttenschøn, 2001).

7.3.7 Jordbundsforhold

Der er en stor forskel på hvilke arter, der spreder sig på de tidligere dyrkede arealer og på selve heden. Det er imidlertid svært at undersøge, hvor stor en del af forskellen, der beror på jordbundsforholdene og hvor stor en del, der skyldes andre faktorer, som forstyrrelse og afstand til frøkilder, der i meget vidt omfang tilfældigvis korrelerer med jordbundsforholdene. At der er en markant forskel som følge af jordbundsforholdene kan iagttages i kvadratfelt 5, hvor skovbilledet på det tidligere dyrkede areal er langt mere domineret af løvtræer end heden umiddelbart øst for det dyrkede areal. Over den korte afstand må forskellen i frø tilført fra omgivelserne regnes for minimal. Den rige opvækst af ahorn, ask, ædelgran og bøg findes især på det tidligere dyrkede areal, mens hvidgran, bjergfyr, bævreap og birk dominerer umiddelbart vest for i kvadratfelt 6 som aldrig har været dyrket. Desuden er der en række mindre hyppige arter tilknyttet rigere bund på de tidligere dyrkningsarealer.

Der er en meget stor variation mellem tilgroningsgraden af dyrkningsområderne, idet nogle er meget tæt tilgroede (som kvadratfelt 5 og 11), mens andre er særlig svagt tilgroede (det gælder f.eks. kvadratfelt 18, 20, 26 og 27). Iagttagelser i terrænet tyder på, at der er tale om en slags alt eller intet respons. Hvis der er tæt afstand til frøkilder (kvadratfelt 5) eller der kommer forstyrrelser, mens der er frøkilder i nærheden (kvadratfelt 11) sker der en meget hurtig tilgroning. Udvikles der derimod en tæt græs eller græs/revling vegetation, synes tilgroningen at blive forsinket. Det svarer meget godt til forholdene på Vorsø i Horsens Fjord, hvor visse arealer har haft en meget hurtig tilgroning med ahorn umiddelbart efter de blev opgivet som agre, mens andre arealer har fået en forsinket skovudvikling fordi tætte højstaudesamfund har forhindret opvækst (Halberg, 1991).

8 KONSEKVENSER FOR HEDEPLEJE

Der er ikke udført pleje på Nørholm Hede, men resultater fra undersøgelserne på heden kan inddrages i plejetiltag på andre heder. De følgende forslag skal derfor ikke ses som fyldestgørende plejeforslag, men derimod supplerende oplysninger til de anbefalinger, der allerede eksisterer på området.

8.1 Hvor tit skal heder plejes?

Resultaterne fra undersøgelserne på Nørholm Hede viser, at en hedevegetation kan opretholdes i mange år. På meget næringsfattig bund kan hedelyngen have mere end en cyklus, men vil på meget lang sigt erstattes af revling. Man behøver derfor ikke at sigte mod at pleje fattige heder i en meget kort cyklus på ca. 10 år, men kan lade større eller mindre områder opnå en højere alder, så der også er plads til de sene successionstrin. På den måde kan man sikre kontinuiteten og skabe en mosaik af successionsstadier.

Fosfor er formodentlig det kritiske næringsstof på de næringsfattige vestjyske heder. På mere fosforrig jordbund er hedevegetationen mere ustabil og regenerationen af lyng mere usikker. På de arealer kan det være vigtigt at pleje, inden lyngen dør ved bladbilleangreb, alder eller andre begivenheder, hvis man vil bevare et lyngdække (jfr. nedenstående).

8.2 Forskellige plejetiltag

8.2.1 Effekter af afbrænding

Afbrænding er et hyppigt brugt plejeindgreb, som er velegnet til at forynge lyng. Resultater fra undersøgelsen på Nørholm Hede viser, at lyngen ganske vist forynges, men forstyrrelsen ved brand kan igangsætte udviklingen mod skov, især birkeskov eller skov med andre pionérarter. Resultater fra Nordby Hede, Samsø viser desuden, at slåning alene kan give samme resultat, hvis der er træfrøkilder i nærheden (Naturovervågning v/Jens Amtkjær & Rita Buttenschøn, Århus Amt).

Samtidig er det vigtigt, at man ved planlægning af skov tager hensyn til nærliggende lysåbne arealer som heder og hedemoser. Den nuværende strategi med at omlægge nåletræsarealer til arealer med hjemmehørende træarter kan give et øget frøpres på vore heder. Det er derfor vigtigt at gøre sig klart, hvilke frøkilder der er i de nære omgivelser, inden man plejer. Om nødvendigt må plejen støttes af andre indgreb som græsning, der kan holde træopvæksten i ave. Resultaterne viser, at det bliver stadig vigtigere at kombinere plejeindgrebene.

8.2.2 Tørveskrælning

Der er et enkelt eksempel på effekten af tørveskrælning på Nørholm Hede fra floraprøveflade 2. Prøvefladen viser, at tørveskrælling har en forarmende effekt på vegetationen, så hedevegetationen kan holde sig selv 100 år efter indgrebet. Hedelyng udviser her cyklisk succession, dog med større og større indblanding af revling. Dette er også fundet af Böcher & Jørgensen (1972) og Degn (1996). Man bør derfor være forsigtig med at anvende tørveskrælning over større hedearealer, selv om det giver en langvarig lyngdominans.

Der er usikkerhed om prøveflade 1 også har været tørveskrællet tidligere og om artsrigdommen her måske kan tilskrives en tidligere tørveskrælning. Denne usikkerhed viser værdien af langtidsforsøg, da man med en tidshorisont på 100 år endnu ikke er i stand til at se, om forarmningen af jorden pga tørveskrælning i løbet af århundreder vil udvikle sig til en mere artsrig hede.

Tørveskrælning som plejetiltag har vist at kunne opretholde dværgbuskhede over lang tid. Resultaterne fra Nørholm Hede med omrodning af jorden, som det ses ved de stormfældede fyrretræer, viser dog omvendt, at blottelse af jorden fremmer spiringen af birk. Tørveskrælning må formodes at have samme effekt, efterhånden som frøkilderne er forøget kraftigt (Riis-Nielsen m.fl., 1991).

8.2.3 Rydning af trævækst

Den eksponentielle vækst af antallet af træer på Nørholm Hede viser, at tidlig indsats er billigere og mere effektiv end en sen. Hvis man kan fjerne opvæksten, før der sættes frø, bliver problemerne langt mere overskuelige. Tidlig rydning betyder også, at der ikke fremkommer et landskab, der tiltrækker skovskader og bærædende fugle. Dermed forsinkes spredningen af fuglespredte løvtræarter, der er vanskelige at udrydde igen. Endelig giver tidlig rydning også færre forstyrrelser, der kan tjene til rekolonisering. Rydningsforstyrrelser favoriserer birkeopvækst og røn. Birk er sværere at fjerne end bjergfyr, da den skyder fra stødet. Rydning skal derfor følges op med efterrydning få år efter en rydningsindsats. Ofte lader man de omhuggede træer ligge tilbage på arealet, hvilket yderligere favoriserer rekolonisering med bl.a. eg og birk. Det må derfor anbefales, at rydning af træopvækst foretages meget tidligere, end det er normalt i dag, og at de ryddede træer fjernes fra området, da de kan beskytte nyspirede træer mod græsning og tilføre området organisk materiale.

9 KONKLUSION

Følgende citat fra Dalgas (1830) opsummerer i høj grad også denne undersøgelse, hvad angår de åbne lyngbevoksede arealer og kulturpåvirkningen.

»*Vist er det imidlertid, at lyngen undertiden gaar ud i hele strækninger, eller som det kaldes afbider sig selv, og da fremkomme vel ogsaa store grønne pletter, især dersom lyngen har været meget lang eller grunden i fortiden pløiet. Disse grønninger have ganske udseende af agre, der længe have hvilet, og afgive en ret god græsning for får. Dog varer denne herlighed ikke længe; thi efter faa aar vinder lyngen sit gamle herredømme. Men om denne forsvinden af lyngen bør tilskrives alder, jordsmon, veirlig, eller tilfældige omstændigheder, er uafgjort, sandsynligvis alle disse aarsager tilsammen, især de to første.«* (Dalgas, 1830)

»*Hvor lyngen idelig afhugges, bortruskes, afbrændes og mange flager skjæres, eller hederne afbenyttes til græsning, der ser man næsten aldrig at lyngen gaaer ud, formodentlig fordi den derved idelig forynges. Disse midler ere derfor aldeles utilstrækkelige til at udrydde lyngen.*« (Dalgas, 1830)

Lyngheden, med hedelyng som dominerende art, er ikke stabil og med tiden vil der ske en udvikling mod andre lave dværgbusksamfund eller græssamfund. Denne succession er bestemt af konkurrencen mellem de dominerende arter, jordbunden og tidligere arealanvendelse. På et tidspunkt i udviklingen vil der ske en trætilgroning. Hvornår det sker, er meget afhængig af forstyrrelser, husdyr- eller vildtgræsning og tilstedeværelse af frøkilder i nærheden. Når træerne indfinder sig, vil de bestemme de økologiske betingelser for bundfloraen, fugleliv og de græssende dyr. Der er mindre lys, og døde plantedele fra træerne eller bundvegetationen kan give ændringer i omsætningen af organisk materiale og dermed jordbundsforholdene, da de ofte er lettere omsættelige end dødt materiale fra lyng. Trætilgroningen er hermed selv med til at påvirke betingelserne for den videre tilgroning.

I modsætning til Dalgas går interessen nu på, hvordan de åbne hedearealer kan bevares i et skovbevokset landskab. Nærværende undersøgelse viser et af paradokserne i hedeplejen, idet flere af de tiltag, der er godt for hedelyng, så som brand og tørveskrælning, også fremmer spiring af birk og skovfyr. Der er naturligvis en interaktion mellem udviklingen af de lysåbne samfund og trætilgroningen, idet de forskellige træarter ikke etablerer sig lige let i de forskellige åbne plantesamfund.

9.1 Hovedkonklusionerne fra vegetationsundersøgelserne er:

• Successionen kan modelmæssigt beskrives ved et tetraeder. Udviklingen går

fra hedelyng mod revling, blåtop eller bølget bunke.
- Jo mere intensivt jorden tidligere har været dyrket eller forstyrret, jo hurtigere går udviklingen og jo større sandsynlighed er der for græsdominans.
- Intensivt dyrkede områder, som har været opgivet i århundreder er i særlig grad domineret af blåtop.
- Naturlig regeneration af hedelyng kan ske i et cyklisk mønster. Det har overvejende betydning i ikke tidligere opdyrket hede. Påvisningen af en naturlig regenerationscyklus for hedelyng er et af denne undersøgelses væsentlige resultater.
- Udviklingen i kvælstofnedfald viser ingen klar sammenhæng med nedgang i lavernes dækningsgrad eller øget græsdominans på denne hede. Lavernes forsvinden afhænger mere af ophørt drift.
- Vegetationsændringerne er mere relateret til lys end til kvælstof og dermed til planter tilknyttet mere tæt og skyggende vegetation.
- Selv om græsser har haft fremgang på prøvefladerne, er hovedtendensen på Nørholm Hede en ringe fremgang af græsser og en stor fremgang af revling. Kun på tidligere dyrkningsområder har græsserne øget deres andel.

Resultaterne sammenholdt med andre nyere forsøg viser, at vegetationsændringer som følge af kvælstofdepositionen på næringsfattige heder i Vestjylland ikke skyldes en direkte stimulerende effekt af kvælstof på græssernes vækst, men derimod en øget frekvens af bladbilleangreb sandsynligvis forårsaget af højere næringsindhold i lyngbladene. En anden væsentlig årsag til de vegetationsændringer, der ses på hederne, er den naturlige succession på grund af forkert eller manglende pleje. Allerede tidligt efter ophørt græsning på Nørholm Hede sker der en kraftig nedgang i laverne, og træerne begynder at indvandre.

9.2 Hovedresultaterne fra træindvandringsundersøgelserne er:

- Trætilgroningen foregår omtrent eksponentielt med en fordoblingstid på ca. 10 år i antallet af træer.
- Udviklingen i trædække går hurtigere med en fordoblingstid på ca. 8 år.
- De hyppigste træarter er birk, bjergfyr, tørst og eg. Der er også mange røn, bævreasp og skovfyr
- Bjergfyr er et pionértræ på de næringsfattigste hedeområder, mens birk er det dominerende pionertræ i grusområder, på forstyrrede arealer og på tidligere dyrkede arealer.
- Forstyrrelser af vegetationsdækket stimulerer trætilgroningen, ligesom det stimulerer hedelyng, hvilket er væsentligt for valg af hedeplejemetoder.
- De hyppigste nåletræarter har ikke samme tilvækst i antal som de hyppigste løvtræer. De ældste bjergfyrkrat, som er ved at gå i opløsning afløses af birk

og eg. Der vil derfor udvikles en gradvist større og større løvdominans.
- Indvandringen af eg er voldsom, hvilket sandsynligvis skyldes spredning med skovskader. Tilvæksten forsinkes stærkt af vildtgræsning og ses derfor oftest i ly af f.eks. bjergfyr.
- På meget lang sigt er en udvikling mod dominans af bøg eller ædelgran mulig. Ahorn er også en mulig kandidat i fremtidens skov.

9.3 Værdien af langsigtede prøveflader

Det er yderst vigtigt, at der i den danske natur findes områder, der får lov til at gennemføre en fri succession. Områderne skal være så store, at randeffekterne får så lille betydning som muligt. De bør også have så stor variation, at alle de vigtigste biotiske og abiotiske gradienter er dækket. Disse områder tjener som en reference for udviklingen i den øvrige natur, og er derfor af betydelig forskningmæssig værdi, navnlig hvis udviklingen er velbeskrevet. Nørholm Hede er det hedeområde i Danmark, som bedst opfylder alle disse forudsætninger. Området har ligget urørt hen i over 100 år og tilgroningen af heden har været fulgt fra starten, så der i dag foreligger et værdifuldt forskningsmateriale og unikke muligheder for fremtidige studier af successionen. På verdensplan er der meget få langtidsundersøgelser over vegetationsudviklingen, og på heder er der ingen, der med hensyn til tidsperspektivet kommer op på siden af Nørholm Hede undersøgelserne. Nørholm Hede har derfor også stor international betydning. Den helt unikke naturvidenskabelige værdi af Nørholm Hede ligger således i det lange tidsperspektiv, og i at registreringerne er igangsat meget kort tid efter, at den oprindelige drift af heden ophørte i 1890'erne.

Nørholm Hede er den sidste chance for at bevare et større varieret hedeområde som helt urørt. Derfor blev heden i 1991 i "Hedeplejebogen" udgivet af Skov- og Naturstyrelsen udpeget som det vigtigste af de få hedeområder, der bør ligge urørt - *hvor processerne snarere end arterne skal være fredet* (Riis-Nielsen m.fl., 1991).

10 LITTERATURLISTE

Aerts, R. og Berendse, F. 1988.
The effect of increased nutrient availability on vegetation dynamics in wet heathlands. Vegetatio 1988 (76): 63-69.

Aerts, R. 1989.
Plant strategies and nutrient cycling in heathland ecosystems. 203pp.

Aerts, R. og Heil, G.W. (eds), 1993.
Heathlands: Patterns and Processes in a changing environment. Geobotany, 20, Kluwer Academic Publishers, 223 pp.

Aerts, R.; Berendse, F.; de Caluwe, H. & Schmitz, M. 1990.
Competition in heathland along an experimental gradient of nutrient availability. Oikos 57: 310-318.

Asman, W. A. H. 1990.
Atmosfærisk ammoniak og ammonium i Danmark. Npo-forskning fra Miljøstyrelsen Nr. A18 1990. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1990: 94pp.

Aude, E., Hansen, D. N., Møller, P.F. & Riis-Nielsen, T. 2002.
Naturnær skovrejsning – et bæredygtigt alternativ? Faglig rapport fra DMU nr. 389. Danmarks Miljøundersøgelser. 47 s.

Austin, M. P. 1981.
Permanent quadrats: An interface for theory and practice. Vegetatio 1981 (46): 1-10.

Bak, J. 2001.
Tålegrænser. Notat til Wilhelm-udvalget

Bak, J., Tybirk, K., Gundersen, P., Jensen, J.P., Conley, D., Hertel, O., 1999.
Natur- og miljøeffekter af ammoniak. Ammoniakfordampning - redegørelse nr. 3. Danmarks Miljøundersøgelse, 66 s.

Bakker, J.P., Olff, H., Willems, J.H. & Zobel, M. 1996.
Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? Journal of Vegetation Science 7: 147-156

Barclay-Estrup, P. & Gimingham, C. H. 1969.
The description and interpretation of cyclical processes in a heath community. I. Vegetational change in relation to the Calluna cycle. Journal of Ecology 57,3: 737-758.

Barclay-Estrup, P. 1970.
The description and interpretation of cyclical processes in a heath community. II. Changes in biomass and shoot production during the Calluna cycle. Journal of Ecology 58: 243-249.

Begon, M., Harper, J.L. og Townsend,C.,R., 1996.
Ecology: individuals, population and communities, 3. edition. pp: 681-683. Blackwell Science, Oxford.

Begtrup, G., 1808-12.
Beskrivelse over agerdyrkningens tilstand i Danmark 5.-7. bind. Nørre Jylland. Anden Deel. Deel I-III. Genoptrykt 1978, Rosenkilde og Bagger.

Beier C., Schmidt, I.K., Kristensen, H.L. 2004.
Effects of Climate and Ecosystem Disturbances on Biogeochemical Cycling in a Semi-Natural Terrestrial Ecosystem. Water, Air, Soil Pollution: Focus 4, 191-206.

Berdowski, J. J. M. & Zeilinga, R. 1987.
Transition from heathland to grassland: damaging effects og the heather beetle. Journal of Ecology 1987 (75): 159-175.

Berdowski, J. J. M. 1993.
The effect of external stress and disturbance and disturbance factors on *Calluna*-dominated heathland vegetation. I Aerts, R. & Heil, G. W. (eds.). Heathlands: Patterns and Processes in a Changing Environment, Geobotany 20: 85-124.

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., Schmitz, M. og Visser, W. de. 1994.
Experimental manipulation of succession in heathland ecosystems. Oecologia, 100, pp: 38-44.

Binding, T., 1997.
Nørholm Hede - Succession eller Pleje? Specialerapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 105 pp.

Blankwaardt, H. F. H. 1977.
Het optreden van de heidekever (Lochmaea suturalis Thomson) in Nederland sedert 1915. (The occurrence of the heather beetle (Lochmaea suturalis Thomson) in the Netherlands since 1915). Entomologische Berichten, 37:34-40

Blicher, S. S. 1839.
Viborg Amt. Bidrag til de danske Provindsers nærværende Tilstand i oekonomisk Henseende. Tolvte Stykke. 227s. Genudgivelse af Historisk Samfund for Viborg Amt i samarbejde med Sammenslutningen af Lokalhistoriske Foreninger 1973.

Bornebusch, C. H. 1923.
Skovbundsstudier. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 8:1-148.

Bornebusch, C. H. 1938.
Nørholm Hede. Anden beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 15: 33-80.

Bornebusch, C. H. 1952.
Nørholm Hede. Tredje beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 21: 1-41.

Bossuyt, B., Honnay, O. & Hermy, M. 2003.
A landscape ecological view on the successional pathway in wet dune slacks. Journal of Vegetation Science 14: 781-788.

Brinck-Seidelin, L. C. 1828.
Hjørring Amt. Fotografisk genoptryk, Historisk samfund for Vendsyssel 1978. 331s.

Brunsting, A. M. H. & Heil, G. W. 1985.
The role of nutrients in the interactions between a herbivorous beetle and some competing plant species in heathlands. Oikos 1995 (44): 23-26.

Buol, S. W., Hole, F. D., McCracken, R. J. & Southard, R. J. 1997.
Soil genesis and classification. 4. udgave. Iowa State University Press. 527 s.

Buttenschøn , R.M. & Buttenschøn, J. 2001.
Effekten af husdyrgræsning på vegetationen. I: Pedersen L. B., Buttenschøn R. M. og Secher Jensen T. Græsning på ekstensivt drevne naturarealer – Effekter på stofkredsløb og naturindhold. Park og Landskabsserien nr.34. Skov & Landskab, Hørsholm.

Buttenschøn, J. & Buttenschøn, R. M., 2001.
Skovudvikling under husdyrgræsning. Nordisk forskerseminar om gjengroing av kulturmark. Sammendrag av foredrag- og posterpresentasjoner. 15. – 18. september 2001.

Böcher, T. W. 1941.
Vegetationen paa Randbøl Hede. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter 1941 (1,3): 234pp.

Böcher, T. W. 1952.
Lichen-heaths and plant succession at Østerby on the isle og Læsø in the Kattegat. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Biol. Skrifter, 7:1-24

Böcher, T.W. 1970.
Hedens vegetation og flora. i: Nørrevang, A. og Lundø, J. (red.): Danmarks natur, bd. 7. Hede, overdrev og eng. Politikens Forlag, pp 118-191.

Böcher, T.W. og Jørgensen, C.A., 1972.
Jyske dværgbuskheder. Eksperimentelle undersøgelser af forskellige kulturindgrebs indflydelse på vegetationen. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Biol. Skrifter, 19, 51 pp.

Christiansen, N.V. 1985.
Udviklingen i de landbrugsmæssige marginaljorder i Danmark. Naturfredningsrådet, s. 1-105.

Christensen, P. G. 1981.
Status over hedeplejemetoder. 1981 Fredningsstyrelsen, København 1981: 61pp.

Christensen, S. N., 1989.
Floristic and vegetational changes in a permanent plot in a Danish coastal dune heath. Ann. Bot. Fennici 26: 389-397.

Christensen, S.N., Riis-Nielsen, T. & Johnsen, I. upubl.
Nitrogen limitation in a coastal NW European Atlantic heath dominated by Corynephorus canescens (L.) Beauv., Empetrum nigrum L. and epigaeic lichens.

Clapham, Tootin, & Warburg. 1962.
Flora of the British Isles. Cambridge University Press.

Clément, B. & Touffet, J. 1981.
Vegetation dynamics in Brittany heathlands after fire. Vegetatio 46, 157-166.

Clément, B. og Touffet, J., 1990.
Plant strategies and secondary succession on Brittany heathlands after severe fire. Journal of Vegetation Science, 1: 195-202

Crawley, M.J., 1983.
Herbivory. The dynamics of animal-plant interactions. Studies in Ecology 10. Blackwell, Oxford. 437 p.

Dalgas, C. 1830.
Ribe Amt. Bidrag til Kundskab om de danske Provindsers nærværende Tilstand i oeconomisk Henseende. Femte stykke 1830: 230pp.

Dalgas, E. 1867.
Geographiske Billeder fra Heden. Det danske Hedeselskab 1867: 125pp.

Dalgas, E., 1868.
Geographiske Billeder fra Heden. Det Danske Hedeselskab.

De Smidt, J. T. 1995.
The Imminent Destruction of Northwest European Heaths Due to Atmospheric Nitrogen Deposition. I 5th European Heathland Workshop, Santiago de Compostela-Spain. Area de Ecologia. University of Santiago de Compostela 1995 34-45.

Degn H.J. (manuskript)
A case of cyclic succession in *Calluna vulgaris* heathland.

Degn, H. J. 1987.
Succession på en opgivet mark nær hede. Flora og Fauna 93(1-2): 31-36.

Degn, H. J. 1997.
Ændringer i vegetationen på Randbøl Hede 1954-1995. Flora og Fauna 103, 25-46.

Degn, H.J., 1996.
Ændringer af vegetationen 1954 - 1995. Randbøl Hede. Naturovervågning. Arbejdsrapport fra DMU nr. 30. Danmarks Miljøundersøgelser. 128 pp.

Degn, H.J., 2001.
Succession from farmland to heathland: a case for conservation of nature and historic farming methods. - Biological Conservation 97(3): 319-330.

Diemont, W. H. & Heil, G. W. 1984.
Some Long-Term Observations on Cyclical and Seral Processes in Dutch Heathlands. Biological Conservation 1984 (30): 283-290.

Diemont, W. H. 1996.
Survival of Dutch Heathlands. IBN Scientific Contributions 1:20-27

Eerden, L. J. van der 1990.
Responses of the heather beetle (Lochmaea suturalis) on NHy deposition. In: Eerden, L.J. van der et al. (eds.). Effects of NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ deposition on terrestrial semi-natural vegetation on nutrient-poor soils. Project 124/125, phase II, Dutch Priority Programme on Acidification. Report R90/06. pp. 131-136

Eerden, L. J. van der; Dueck, T.A., Berdowski, J.J.M., Greven, H. & Dobben, H. F. 1991.
Influence of NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ deposition on heathland vegetation. Acta Bot. Neerl. 40(4):281-296.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1992.
Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa; Scripta Geobotanica XVIII. Göttingen (Goltze Verlag). 260 p. Verlag Erich Goltze. 2. Auflage.

Elmegaard, N., Riis-Nielsen, T., Nielsen, B.O. og Johansson, M., 1997.
Response of the heather beetle (Lochmaea suturalis Thoms.) to nitrogen fertilazation. i: Riis-Nielsen, T., 1997: Effects of nitrogen on the stability and dynamics of Danish heathland vegetation. Ph.d. Thesis. Dep. of. Plant Ecology, University of Cobenhagen. pp: 41-76.

Emsholm, L. 1992.
Hedearealet i Danmark 1991. Naturovervågningsrapport. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen 1992: 31pp.

Ferdinandsen, C. 1918.
Undersøgelser over danske Ukrudtsformationer paa Mineraljorder. Tidsskrift for planteavl 25: 629-919.

Frandsen, B. L., 1997.
Langtidssuccessionsmønstre på Nørholm Hede. Specialerapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 134 s.

Frandsen, K. E. 1983.
Vang og Tægt, Studier over dyrkningssystemer og agrarstruktur i Danmarks landsbyer 1682-83. Disputats. Esbjerg, Bygd.

Frich P, Rosenørn S., Madsen H., Jensen J.J. Observed Precipitation in Denmark, 1961-90.
TECHNICAL REPORT, No. 97-8

Fritzbøger, B. 1994.
Kulturskoven. Dansk skovbrug fra oldtid til nutid. Gyldendal. 440 s.

Gill, A. M. & Groves, R, H. 1981.
Fire régimes in heathlands and their plant-ecological effects. I: Spect, R. L. (red.). Heathlands and related shrublands, analytical studies. Ecosystems of the World 9B kap. 7: 61-84.

Gimingham, C. H., 1964.
Dwarf-shrub heaths. Chapter 7. In: Burnet, J. H. (red.). The vegetation of Scotland. Oliver & Boyd, Edinburgh. p. 232-287

Gimingham, C. H. 1972.
Ecology of Heathlands. Chapman and Hall, London 1972: 266pp.

Gimingham, C.H. 1981.
Conservation: European Heathlands. I: Spect.R.L. (red) Ecosystems of the World 9b: Heathlands and related shrublands, analytical studies kap 26, 249-259.

Glenn-Lewin, D. C.; Peet, R. K. & Veblen, T.T. 1992.
Plant succesion theory and prediction. Population and community biology series 11. Chapman & Hall 1992: 352pp.

Gormsen 1998.
Hedelandskab og hedebrug - energistrømme i hedebondens driftsformer set ud fra en overordnet betragtning. I: Anonym. Seminarrapport - Den danske hede. Skarrildhus 21. september 1998. Skov- og Naturstyrelsen 1998.

Grime, J. P.; Hodgson, J. G. & Hunt, R. 1996.
Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. Unwin Hyman, London 1996:

Grubb, P. J.; Green, H. E. & Merrifield, R. C. J., 1969.
The ecology of chalk heath: its relevance relevance to the calcicole-calcifuge and soil acidification problems. Journal of Ecology 57:175-212

Halberg, K. 1991.
Flora og vegetation på Vorsø 1929-1991. Skov- og Naturstyrelsen, pp1-73.

Hansen, B. 1995.
The HEATH project: III. Atmospheric nitrogen deposition to danish heathlands. Aarhus Geoscience 4:97-106

Hansen, B. 1997.
Nitrogen inputs to semi-natural ecosystems - atmospheric depostion and weathering. Ph.D afhandling, Geologisk Institut, Aarhus Universitet.

Hansen P, 1943.
Den store Vildtvandring mod Vest. Hvornår og ad hvilke veje raavildtet er indvandret til de jyske plantager. 221 s. Det Danske Hedeselskab.

Hansen, H. M., 1932.
Nørholm Hede, en formationsstatistisk vegetationmonografi. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter. Naturvid. Og Mat. (9.3.3.): 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 31(2): 1-118.

Hedeager, L. & Kristensen, K. 1988.
Oldtid 4000 f.Kr. - 1000 e.Kr. I: Bjørn, L. (red.) Det danske landbrugs historie I pp. 11-204.

Heil, G. W., Aerts, R. 1993.
General Introduction. I: Aerts, R. & Heil, G. W. (red.), Heathland: Patterns and Processes in a changing environment. Geobotany 20:1-24

Heil, G. W., Bobbink, R. 1993.
Impact of atmospheric nitrogen deposition on dry heathlands. A stochastic model simulating competition between Calluna vulgaris and two grass species. I: Aerts, R. & Heil, G. W. (eds.). Heathlands: Pattern and Processes in a Changing Evironment. Geobotany 20:181-200.

Heil, G.W. og Diemont, W.H., 1983.
Raised nutrient leves change heathland into grassland. Vegetation, 53: 113-120.

Henriksen, H.A. 1988.
Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck. København. 664 pp.

Henriksen, K.L., 1928.
Et angreb af Lochmaea suturalis Th. på lyng (Calluna). Entomologiske Meddelelser, 16, pp: 114-115.

Hobbs, R.J. og Gimingham, C.H., 1984.
Studies on fire in Scottish heathland communities II. Post-fire vegetation development. Journal of Ecology, 72: 585-610.

Holmsgaard, E., 1978.
Brev til Fredningsudvalget for Ribe Amt, Amtsgården, Puggårdsvej 7, 6760 Ribe, d. 27/11 1978.

Holmsgaard, J.E., 1986.
Nørholm Hede. 5. beretning. Træernes indvandring og floraændringer på Nørholm Hede 1921-1974. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 40, pp: 271-357.

Holst, J., 1987.
En undersøgelse af vegetation og flora på opgivne tørre, sandede landbrugsarealer på Djursland. Marginaljorde og miljøinteresser. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986. Teknikerrapport nr. 17. Skov- og Naturstyrelsen, 184 pp..

Hullu, E. de og Gimingham, C.H., 1984.
Germination and establishment of seedlings in different phases of the Calluna life cycle in a Scottish heathland. Vegetatio, 58, pp: 115-121.

Jensen, G. 1924.
Jydepotten, vort lands ældste håndværk.

Jessen, A. 1922.
Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark (i Maalestok 1-100.000). Danmarks geologiske Undersøgelse. 1.række. Nr.14. 1922: 105pp.

Johansson, M., Riis-Nielsen, T., Elmegaard, N. & Nielsen, B. O., 2000.
Bille hærger Danmarks heder. Aktuel Naturvidenskab 5: 19-21.

Johnsen, I. & Søchting, U. 1994.
Lichénheder - dynamik og sårbarhed. I: Ovesen, C. H. & P. Vestergaard (eds.). Danske klitter. Overvågning, forvaltning og forskning: 55-61.

Jonassen, H., 1950.
Recent pollen sedimentation and Jutland heath diagrams. II Jyske hedediagrammer. Dansk Botanisk Arkiv, 13:158-168.

Krebs, C. J. 1989.
Ecological methodology. New York: Harper & Row.

Kristensen, H. L. 2001.
High immobilization of NH4+ in Danish heath soil related to succession, soil and nutrients: Implications for critical loads of N. Water, Air, and Soil Pollution: Focus 1: 211-230.

Kristensen, H. L. 1998.
Turnover of nitrogen in Danish inland heath soils - relations to ecosystem changes and methodological aspects. Dept. of Terrestrial Ecology, National Environmental Research Institute/Dept. of Civil Engineering, Aalborg Universitet, Denmark.

Kaagman, M. og Fanta, J., 1993.
Cyclic succession in heathland under enhanced nitrogen deposition: a case study from the Netherlands. i: Runge, M. (ed.). Heath succession. Scripta Geobotanica, 21, pp: 29-38. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.

Ladekarl, U., Nørnberg, P., Rasmussen, K.R., Nielsen., K.E., Hansen, B. 2001.
Effects of a heather beetle attack on soil moisture and water balance at a Danish Heathland, Plant and Soil 229, 147-158.

Lange, Johan, 1959-61.
Ordbog over Danmarks Plantenavne. Ejnar Munksgaards Forlag, København, Danmark. bd. I, 926 pp. bd. II, 840 pp. bd. III, 826 pp.

Lerche, G. 1994.
Ploughing Implements and Tillage Practices in Denmark from the Viking Period to About 1800. Poul Kristensen Grafisk Virksomhed, 322pp.

Leuschner, C., 1993.
Forest dynamics on sandy soils in the Lüneburger Heide area, NW Germany. i: Runge, M. (ed.), 1993: Heath succession. Scripta Geobotanica, 21, pp: 53-60. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.

Leuschner, Ch., Rode, M. W., Danner, E., Lübbe, K., Clauß, C., Margraf, S. og Runge, M. 1993.
Soil profile alteration and humus accumulation during heathland-forest succession in NW Germany. Scripta Geobot. 21: 73-84

Løfting, E.C.I. og Scheurer, E., 1963.
Nørholm Hede. 4. beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 28, pp: 35-66.

Madsen, J., Asferg, T., Clausager, I., Noer, H. 1996.
Status og jagttider for danske vildtarter. TEMA-rapport fra DMU. Danmarks Miljøundersøgelser. Pp. 1-112.

Marrs, R. H.; Hicks, M. J. 1986.
Study of vegetation change at Lakenheath Warren: a re-examination of A. S. Watt's theories of bracken dynamics in relation to succession and vegetation management. Journal of Applied Ecology. 23: 1029-1046.

McKane, R. B., L. C. Johnson, G. R. Shaver, K. J. Nadelhoffer, E. B. Rastetter, B. Fry, A. E. Giblin, K. Kielland, B. L. Kwiatkowski, J. A. Laundre and G. Murray. 2002.
Resource-based niches provide a basis for plant species diversity and dominance in arctic tundra. Nature 415: 68-72.

McMillan-Browse. P. 1985.
Hardy Woody Plants from Seed. Grower Books.

Melber, von A. & Heimbach, U. 1984.
Massenvermehrungen des Heideblattkäfers Lochmaea suturalis (Thoms.) (Col. Chrysomelidae) in nordwestdeutschen Calluna-Heiden in diesem Jahrhundert. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz 57: 87-89.

Michelsen A., Schmidt I.K., Jonasson S., Quarmby C. and Sleep D. 1996.
Leaf ^{15}N abundance of subarctic plants provides field evidence that ericoid, ectomycorrhizal and non- and arbuscular mycorrhizal species access different sources of soil nitrogen. Oecologia 105: 53-63.

Mikkelsen, V. M. 1970.
Botanik III, Planteøkologi og Danske Plantesamfund. DSR Forlag

Miles, J., 1981.
Problems in heathland and grassland dynamics. Vegetatio, 46, pp: 61-74.

Motta, R., 2003.
Ungulate impact on rowan (Sorbus aucuparia L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest Ecology and Management 181: 139–150

Müller, P.E., 1887.
Om Bjergfyrren (Pinus montana, Mill.). Et forsøg i anvendt plantegeografi. Særtryk af Tidsskrift for Skovbrug, VIII, pp: 1 - 198.

Müller, P.E., 1924.
Bidrag til de Jydske Hedesletters Naturhistorie. karup Hedeslette og beslægtede Dannelser. Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. medd. 4, pp: 3-344.

Møller, C. M., 1965.
Vore skovtræer og deres dyrkning. København. 552 s.

Nielsen, B. O., 1986.
Masseangreb af Lyngens Bladbille (Lochmaea suturalis Thoms.) på danske lyngheder 1900-1984 (Coleoptera: Chrysomelidae). Entomologiske Meddelelser, 53, pp: 99-109.

Nielsen, J. 1988.
Hedens grannelund. Statens plantageanlæg på de jyske heder 1788-1863. Poul Kristensens Forlag, Herning.

Nielsen, N., Skautrup, P. & Mathiassen (red.) 1965.
J. P. Trap Danmark. 5. udg. Bd IX, Ringkøbing Amt - Ribe Amt.

Nielsen, O. F. 1982.
Indvandring af Eg (Quercus robur L.) på Hjelm Hede. Dansk dendrologisk Årsskrift 5(4):149-161

Nilsson, J. 1970.
Ljunghedar och deras skötsel. Meddelanden från forskargruppen för skötsel av naturreservat. Nr. 3, 1-38.

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

Odgaard, B.V. 1988.
Heathland history of western Jutland, Denmark. I: Birks, H.H., Birks, H.J.B., Kaland, P.E and Moe, D. The Cultural Landscape – Past, Present and Future. Cambridge University Press. Pp. 311-320.

Odgaard, B. V. 1994.
The Holocene vegetation history of northern West Jutland, Denmark. Opera Botanica 1994 (123): 171pp.

Oppermann, A. og Bornebusch, C. H. 1930.
Nørholm Skov og Hede. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 11, 257-360.

Peper, P.J., McPherson, E.G. & Mori, S.M. 2001.
Equations for predicting diameter, height, crown width, and leaf area of San Joaquin Valley street trees. Journal of Arboriculture. 27(6): 306-317.

Petersen, P. M. 1995.
Dåvildtets indflydelse på vegetationen i Maglemose i Gribskov, Urt 1995, 107-111.

Pickett, S.T.A. 1989.
Space for time substitution as an alternative to long-term studies. In: Likens, G.E. (ed.) Long-term studies in ecology, pp. 110-135. Springer, New York, NY.

Pickett, S.T.A. 1991.
Long-term studies: past experience and recommendations for the future. In: Risser, P.G. (ed.) Long-term ecological research, pp. 71-88. Wiley, Chichester.

Pihl, S., Ejrnæs, R., Søgaard, B., Aude, E., Nielsen, K.E., Dahl, K., & Laursen, J.S.2000.
Naturtyper og arter omfattet af EF-Habitatdirektiv. Indledende kortlægning og foreløbig vurdering af bevaringsstatus. Danmarks Miljøundersøglelser. Faglig rapport nr. 322, DMU

Pitcairn, C. E. R.; Fowler, D. & Grace, J. 1995.
Deposition of fixed atmospheric nitrogen and foliar nitrogen content of bryophytes and Calluna vulgaris (L.)Hull. Environmental Pollution 88:193-205.

Popescu, S. C., Wynne, R. H. & Nelson, R. H. 2003.
Measuring individual tree crown diameter with lidar and assessing its influence on estimating forest volume and biomass. Can. J. Remote Sensing, Vol. 29(5), 564–577.

Raunkiær, C. 1913.
Formationsstatistiske Undersøgelser på Skagens Odde. Botanisk Tidsskrift 33: 197-243

Read, D.J. 1993.
Plant-microbe mutualisms and community structure. I: Schulze E.D., Money, H.A. (red). Biodiversity and ecosystem function. Ecological studies 99. Springer, New York. Pp 181-209.

Rehfeldt, N., 1999.
Vegetation succession after temporary cultivation of a Danish heathland site. Natura Jutlandica, Occasional papers no. 1. Natural History Museum, Aarhus, Denmark. 129 pp.

Risager, M. 1997.
Effect of Nitrogen deposition on Sphagnum dominated bogs with emphasis on critical load assessment. Ph.D thesis. Department of Plant Ecology. Botanical Institute. Faculty of Science. University of Copenhagen 1997: 79pp

Riis-Nielsen, T. 1992.
Heden og hedebruget. Kultur, Kvælstof og Kritisk belastning. Specialerapport, Inst. f. Økologisk Botanik, Københavns Universitet. 181 pp.

Riis-Nielsen, T., Binding, T. & Frandsen, B. L. 1998.
Succession og konkurrence på heden. I: Strandberg, M. (red.). Hedens kultur og natur. Rhodos. p. 33-39.

Riis-Nielsen, T., Søchting, U., Johannsson, M. og Nielsen, P. 1991.
Hedeplejebogen - de danske heders historie, pleje og udforskning. Miljøministeriet og Skov- og Naturstyrelsen. 248 pp.

Riis-Nielsen, T. 1997.
Effects of nitrogen on the stability and dynamics of Danish heathland vegetation. Ph.d. Thesis. Dept. of Plant Ecocogy, University of Cobenhagen. 183 pp.

Ritchie, J. C. 1951.
An Ecological Survey of Heath Vegetation in the region of Aberdeen. Thesis, Department of Botany, University of Aberdeen.

Rode, M. W. & Schmitt, U., 1995.
Nutrient distribution and enrichment within the above-ground biomass of three successional ecosystems. Aarhus Geoscience 4:45-52

Rode, M. W. 1999a.
Influence of forest growth on former heathland on nutrient input and its consequences for nutrition and management of heath and forest. Forest Ecology and Management 114:31-44

Rode, M. W. 1999b.
The interaction between organic layer and forest growth and forest development on former heathland. Forest Ecology and Management 114:117-128

Rode, M. W., Leuschner, Ch., Clauß C., Danner, E., Gerdelmann, V., Margraf, S., Runge, M. 1993.
Changes in nutrient availability and nutrient turnover during heathland- forest succession in NW Germany. Scripta Geobot. (21): 85-96.

Rostrup, E., Jørgensen, C. A. 1973.
Den danske flora. 20. udgave. 2. oplag 1975.

Scharling M, 2000.
Klimagrid - Danmark, normaler 1961-90, måneds- og årsværdier. Nedbør 10*10, 20*20 & 40*40 km, temperatur og potentiel fordampning 20*20 & 40*40 km. DMI TECHNICAL REPORT no. 00-11.

Schmidt, I.K., Tietema, A., Williams, D.L., Gundersen, P., and Beier, C., Emmett, B.A. , Estiarte, M. 2004.
Soil solution chemistry and element fluxes in three European heathlands and their responses to warming and drought. Ecosystems, 7: 638-649.

Schmitt, U., 1993.
Stand structure of early and late-successional forest communities in heathland-forest succession in NW Germany. i: Runge, M. (ed.), 1993: Heath succession. Scripta Geobotanica, 21, pp: 67-72. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen.

Sell, H, 2001.
Forekomst af fugle på overdrev og græsdomineret hede - betydning af kvæggræsning. - I: Pedersen, L. B., R. M. Buttenschøn & T. Secher Jensen (red.): Græsning på ekstensivt drevne naturarealer - Effekter på stofkredsløb og naturindhold. - Park- og Landskabsserien nr. 34, Skov & Landskab, Hørsholm. Side 97-104.

Stoklund, B., 1986.
Hakkemøg, foldtørv og træk – om brugen af tørvegødning i de jyske hedeegne. Norveg, Tidsskrift for Folkelivsgranskning 29:51-69. Universitetsforlaget AS, Oslo.

Sundberg, P. S. (red.), Callesen, I., Greve, M. H. & Rasmussen, K. R., 1999.
Danske jordprofiler. Danmarks Jordbrugsforskning.

Søchting, U. & Johnsen, I. 1990.
Overvågning af de danske likénheder. Urt 1990:4-9.

Teilmann, A. C., 1775.
Beskrivelse over markdigerne paa Nørholm i Jylland. Kiøbenhavns Aften-Post No. 47 sp. 261-265 og No. 48 sp. 269-271.

ter Braak, C. J. F. , 1991.
CANOCO version 3.12. Agricultural Mathematics Group DLO Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands.

Thomassen, B. 1997.
Næringstofindhold i gødet og ugødet hedejord. Specialerapport, Geologisk Institut, Aarhus Universitet.

Voss, O. 1993.
Jernudvinding. I: Hvass, S. & Storgaard, B. (red.). Da Klinger i muld… "5 års arkæologi i Danmark. Århus Universitetsforlag. p. 206-209.

Watt, A.S., 1947.
Pattern and process in the plant community. Journal of Ecology 35, 1-22.

Watt, A.S., 1955.
Bracken versus heather, a study in plant sociology. The Journal og Ecology, 43, pp: 490-506.

Webb, N. 1986.
Heathlands. A natural history of Britain´s lowland heaths. The New Naturalist, Collins Library, London 1986: 223pp.

Weis, Fr. 1929.
Fysiske og kemiske undersøgelser over danske hedejorder, med særligt Henblik paa deres Indhold af Kolloider og Kvælstof. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VII(9):1-196.

Weis, Fr. 1932.
Fortsatte fysiske of kemiske undersøgelser over danske hedejorder og andre podsoldannelser. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter X:1-202.

Westermann, T. 1902.
Undersøgelse over Typer af danske Jorder. 47 s.

Ødum, S., 1969.
De vildtvoksende Træer og Buske. i: Nørrevang, A., Meyer, T.J. og Kehler, S.: Danmarks natur, bd. 6. Skovene. Politikens Forlag, pp 143-199.

11 BILAG

BILAG 1 FLORALISTE

Bilag 1 er en alfabetisk liste over plantearter fundet på Nørholm Hede i forskellige perioder. Listen stammer fra publikationer fra Nørholm Hede (Hansen 1932, Oppermann & Bornebusch 1930, Bornebusch, 1938, 1952, Løfting & Scheurer, 1963, Holmsgaard, 1986, Binding, 1997, Frandsen, 1997, Aude m.fl. 2002) samt fra floristiske noter af Riis-Nielsen & Inger Kappel Schmidt i 2003. Undersøgelsesintensiteten har været forskellig. Således er mange fugtigbundsarter kun registreret i perioden 1921-26. Det skyldes, at disse områder kun har været i fokus i Hansen (1932).

»n«: Arten er registreret i Raunkjær cirkler på prøvefladerne. Tallet markere det maksimale antal prøveflader i perioden.
»xn«: Arten er ikke fundet i Raunkjær cirklerne, men er registreret som til stede på det antal prøveflader tallet angiver
»x«: markerer at planten er noteret fra heden.

1) Hieracium jutlandicum er indsamlet af Raunkiær på Nørholm Hede 1921. Det er sandsynligvis denne indsamling, der er angivet som H. boreale i Hansen 1932 (J. Christian Schou, pers. medd.).
2) Fejlbestemmelse, se bilag 4.
3) Mulig fejlbestemmelse, se bilag 4.
4) Mulig fejlbestemmelse (se også stor konval)

Dansk navn	**Latinsk navn**	**Først set**	**1921-26**	**1931-74**	**1994-03**
—-	Hieracium jutlandicum Keld.	1921/24	x		
Aftenpragtstjerne	Silene alba (Miller) E.H.Krause	1937		x	
Agergåseurt	Anthemis arvensis L.	1937		x	
Agerpadderok	Equisetum arvense L.	1921	1	1	x1
Agersnerle	Convolvulus arvensis L.	1937		x	
Agertidsel	Cirsium arvense (L.) Scop.	1921/24	x		x
Ahorn	Acer pseudoplatanus L.	1931		x	x
Aksbærmispel	Amelanchier spicata (Lam.) K. Koch	2003			x
Alm. akeleje	Aquilegia vulgaris L.	1994/96			x
Alm. Bingelurt	Mercurialis perennis L.	fejl?			
Alm. brandbæger	Senecio vulgaris L.	1921/24	x	x	
Alm. brunelle	Prunella vulgaris L.	1921/24	x		
Alm. bærmispel	Amelanchier lamarkii Schroeder	1931		x	
Alm. eg	Quercus robur L.	1921	x	x1	x3
Alm. ene	Juniperus communis L.	1921	x	1	x1
Alm. firling	Sagina procumbens L.	1921/24	x		
Alm. fredløs	Lysimachia vulgaris L.	1921/24	x		
Alm. fuglegræs	Stellaria media (L.) Vill.	1921/24	x		x2
Alm. gedeblad	Lonicera periclymenum L.	1995			x
Alm. Guldregn	Laburnum anagyroides Medik.	1974		x	
Alm. gyldenris	Solidago virgaurea L.	1921/24	x1	1	x1

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Alm. hundegræs	Dactylis glomerata L.	1921/24	x		x
Alm. hvede	Triticum aestivum L.	1994/96			x
Alm. hvene	Agrostis tenuis Sibth.	1921	5	5	4
Alm. Hvidtjørn	Crataegus laevigata (Poiret) DC.	2001			x
Alm. hyld	Sambucus nigra L.	1926	x	x	x
Alm. hæg	Prunus padus L.	1942		x	
Alm. hønsetarm	Cerastium fontanum Baumg. ssp triviale (Link.) Jalas	1921/24	x	x	1
Alm. knopurt	Centaurea jacea L.	1921/24	x		
Alm. kohvede	Melampyrum pratense L.	1921/24	x		x
Alm. kongepen	Hypochoeris radicata L.	1921/24	x	x	x2
Alm. kvik	Elytrigia repens (L.) Nevski	1937		1	x
Alm. kællingetand	Lotus corniculatus L.	1921	1	1	x
Alm. løvefod	Alchemilla vulgaris L. agg.	1921/26	x		
Alm. mangeløv	Dryopteris felix-mas (L.) schott	1994/96			1
Alm. markarve	Arenaria serpyllifolia L.	1921/24	x	x	
Alm. mjødurt	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	1921/24	x		
Alm. mælkeurt	Polygala vulgaris L.	1921	1		
Alm. månerude	Botrychium lunaria (L.) Sw.	1921/24	x		
Alm. pengeurt	Thlaspi arvense L.	1937		x	
Alm. pimpinelle	Pimpinella saxifraga L.	1921	1	1	x
Alm. rajgræs	Lolium perenne L.	1921/24	x	x	x1
Alm. røllike	Achillea millefolium L.	1921	2	2	x
Alm. røn	Sorbus aucuparia L.	1921	x	x	x4
Alm. spergel	Spergula arvensis L.	1921/24	x	x	
Alm. star	Carex nigra (L.) Reichard	1921	9	11	x2
Alm. Stedmoder-blomst	Viola tricolor L.	1921/24	x		x
Alm. sumpstrå	Eleocharis palustris (L.) Roem. & Schult.	1921/24	x		
Alm. svinemælk	Sonchus oleraceus L.	1937		x	
Alm. syre	Rumex acetosa L.	1921/24	x1	1	x1
Alm. tagrør	Phragmites australis (Cav.) Steud.	1921/24	x		x
Alm. torskemund	Linaria vulgaris (L.) Miller	1921/24	x1	1	
Alm. ulvefod	Lycopodium clavatum L.	1921/24	x1	1	
Alm. vand-ranunkel	Ranunculus aquatilis L.	1921/24	x		
Alm. ædelgran	Abies alba L.	1974			x
Anemone	Anemona nemorosa L.	1921/24	x		
Angelik	Angelica sylvestris L.	1921/24	x		
Ask	Fraxinus excelsior L.	1926	x	x	x
Bakkenellike	Dianthus deltoides L.	1921/24	x		
Benved	Euonymus europaeus L.	1959		x	
Bidende ranunkel	Ranunculus acris L. ssp. Acris	1921/24	x	x	x
Bidende stenurt	Sedum acre L.	1994/96			x
Billeboklaseskærm	Oenanthe aquatica (L.) Poir.	1921/24	x		
Birk	Betula sp.	1921	x	1	2
Bitter bakkestjerne	Erigeron acer L.	1921/24	x	x	
Bjergfyr	Pinus mugo Turra	1921	x	1	2
Bjergrørhvene	Calamagrostis epigeios (L.) Roth	1921/24	x	x	x

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Bleg star	Carex pallescens L.	1921/24	x		
Blæresmelde	Silene vulgaris (Moench) Garcke	1921/24	x		
Blød hejre	Bromus hordeaceus L.	1921/24	x		
Blåbær	Vaccinium myrtillus L.	1921/24	x		
Blågrøn løvefod	Alchemilla glaucescens Wallr.	1921/24	x		x
Blågrøn star	Carex flacca Schreb.	1921/24	x		
Blåhat	Knautia arvensis (L.) Coulter	1921	1	1	x1
Blåklokke	Campanula rotundifolia L.	1921	1	1	x
Blåmunke	Jasione montana L.	1921	1	x	x
Blåstjerne	Sherardia arvensis L.	1921/24	x		
Blåtop	Molinia coerulea (L.) Moench	1921	9	12	11
Boghvede	Fagopyrum esculentum Moench	1921/26	x		
Bredbladet dunhammer	Typha latifolia L.	1921/24	x		
Bredbladet mangeløv	Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray	1994/96			x
Brombær	Rubus fruticosus L. agg.	1994/96			x
Bugtet kløver	Trifolium medium L.	1921/24	x		x
Bukkeblad	Menyanthes trifoliata L.	1921/24	x		x
Burresnerre	Galium aparine L.	1937		x	x
Byskræppe	Rumex longifolius DC.	1994/96			x
Bæger- & rensdyrlav	Cladina sp. & Cladonia sp.	1921	19	20	20
Bærmispel	Amelanchier sp.	1931		x	x
Bævreasp	Populus tremula L.	1921	x	x	x1
Bøg	Fagus sylvatica L.	1926	x	x	x
Bølget bunke	Deschampsia flexuosa (L.) Trin.	1921	10	16	19
Børstesiv	Juncus squarrosus L.	1921/24	x1		x
Dagpragtstjerne	Silene dioica (L.) Clairv.	1921/24	x		x
Daphne (pebertræ?)	Daphne sp. (Daphne mezereum L.?)	1942			
Djævelsbid	Succisa pratensis Moench	1921/24	x1	x2	x
Draphavre	Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex J. & C. Presl	1921/24	x		x
Druehyld	Sambucus racemosa L.	1942		x	x
Dunbirk	Betula pubescens Ehrh.	1921	x	2	x
Dunet Havre	Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.	1921/24	x		
Dyndpadderok	Equisetum fluviatile L.	1921/24	x		
Døvnælde	Lamium album L.	1921/26	x		
Eg	Quercus sp.	1921	x	x	x
Elm	Ulmus sp.	1931		x	x
Engblomme	Trollius europaeus L.	1921/24	x		
Engelsk visse	Genista anglica L	1921	5	5	x1
Engelskgræs	Armeria maritima Willd.	1921/24	x1	x	x
Engelsød	Polypodium vulgare L.	1921/24	x		x
Engforglemmigej	Myosotis palustris L.	1921/24	x		
Engkabbeleje	Caltha palustris L.	1921/24	x		
Engkarse	Cardamine pratensis L.	1921/24	x		
Engnellikerod	Geum rivale L.	1921/24	x		

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Engrapgræs	Poa pratensis L.	1921/24	x		
Engriflet hvidtjørn	Crataegus monogyna Jacq.	1921/24	x	x	x
Engrottehale	Phleum pratense L.	1994/96			x
Engsvingel	Festuca pratensis L.	1921/24	x		
Engtroldurt	Pedicularis palustris L.	1921/24	x		
Engviol	Viola palustris L.	1921/24	x		x
Enkelt pindsvine-knop	Sparganium emersum Rehmann	1921/24	x		
Enårig Knavel	Scleranthus annuus L.	1921/24	x		
Enårig rapgræs	Poa annua L.	1921/24	x		
Farvevisse	Genista tinctoria L.	1921/24	x		x
Febernellikerod	Geum urbanum L.	2003			x
Femhannet høn-setarm	Cerastium semidecandrum L.	1921/24	x		
Ferskenpileurt	Polygonum persicaria L.	1937		x	x
Fin bunke	Deschampsia setacea (Huds.) Hack.	1949		1	
Fjeldribs	Ribes alpinum L.	1974		x	x
Fladstrået rapgræs	Poa compressa L.	1921/24	x		
Flerårig knavel	Schlerantus perennis L.	1921/24	x	x	
Flipkrave	Teesdalia nudicaulis (L.) R. Br.	1921/24	x		
Fløjlsgræs	Holcus lanatus L.	1921/24	x		x3
Forglemmigej	Myosotis sp.				x
Forskelligfarvet forglemmigej	Myosotis discolor Pers.	1921/24	x		
Frytle	Luzula sp.	1921/24	x	1	
Følfod	Tussilago farfara L.	1921/24	x		
Fåresvingel	Festuca ovina L.	1921	4	8	1
Gederams	Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	1921/24	x		x
Gifttyde	Cicuta virosa L.	1921/24	x		
Glanskapslet siv	Juncus articulatus L.	1921/24	x		
Glat vejbred	Plantago major L.	1921/24	x	x	x
Glinsende vandaks	Potamogeton lucens L.	1921/24	x		
Grenet pind-svineknop	Sparganium erectum L.	1921/24	x		
Græsbladet flad-stjerne	Stellaria graminea L.	1921/24	x		x
Grøn høgeskæg	Crepis capillaris (L.) Wallr.	1937		x	
Grå star	Carex canescens L.	1921/24	x		
Gråel (Plantet læhegn)	Alnus incana (L.) Moench	1931			x
Gråpil	Salix cinerea L.	1921	x	2	1
Gråris	Salix arenaria L.	1994/96			x
Gul fladbælg	Lathyrus pratensis L.	1921/24	x	x	x
Gul iris	Iris pseudacorus L.	1921/24	x		
Gul kløver	Trifolium campestre Schreb.	1921/24	x		
Gul snerre	Galium verum L.	1921	1	1	x
Guldblomme	Arnica montana L.	1921	1	2	1

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Gyvel	Sarothamnus scoparius (L.) Wimmer ex Koch	1921	x	x	x
Gåsemad	Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	1921	1		
Gåsepotentil	Potentilla anserina L.	1937		x	
Hanekro	Galeopsis sp.	2003			x
Harekløver	Trifolium arvense L.	1921/24	x	x	
Haremad	Lapsana communis L.	1937		x	
Harestar	Carex leporina L.	1921/24	x		
Hassel	Corylus avellana L.	1937		x	x
Hedelyng	Calluna vulgaris (L.) Hull	1921	18	16	10
Hedemelbærris	Arctostaphylos uva-ursi (L.) Spreng.	1921	5	5	
Hindbær	Rubus idaeus L.	1921/24	x		x
Hirsestar	Carex panicea L.	1921/24	x		x2
Hjertegræs	Briza media L.	1921/24	x	x	
Horsetidsel	Cirsium vulgare (Savi) Ten.	1921/24	x		
Humlesneglebælg	Medicago lupulina L.	1937		x	
Hundehvene	Agrostis canina L.	1921/24	x		
Hunderose	Rosa canina L.	2003			x
Hundeviol	Viola canina L.	1921/24	1	1	x
Hvid næbfrø	Rhynchospora alba (L.) Vahl	1921/24	x		
Hvid okseøje	Leucanthemum vulgare Lam.	1921/24	x	x	x
Hvid snerre	Galium mollugo L.	1921/24	x	x	
Hvidgran	Picea glauca (Moench) Voss	1921	x	x	x1
Hvidkløver	Trifolium repens L.	1921/24	x	x	
Hvidmelet gåsefod	Chenopodium album L.	1921/24	x		
Hvidtjørn	Crataegus sp.	1921	x	x	x
Hyldebladet baldrian	Valeriana sambucifolia J. C. Mikan	1921/24	x		
Hyrdetaske	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	1921/24	x	x	
Høgeurt	Hieracium sp.	1921/24	x	1	
Høj sødgræs	Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.	1921/24	x		
Hønsebær	Cornus suecica L.	1937		x	
Hønsetarm sp.	Cerastium sp.	1921/24	x	x	
Høstborst	Leontodon autumnalis L.	1921/24	x1	1	x
Håret frytle	Luzula pilosa (L.) Willd.	1921/24	x		
Håret høgeurt	Hieracium pilosella L.	1921	1	x	x1
Håret star	Carex hirta L.	1921/24	x		
Håret visse	Genista pilosa L.	1921	1	1	x1
Kantet konval	Polygonatum odoratum (Miller) Druce	Fejl?			x
Kantet perikon	Hypericum maculatum Crantz	1921/24	x		
Kattefod	Antennaria dioica (L.) Gaertner	1921	2	1	
Kattehale	Lythrum salicaria L.	1921/24	x		
Katteskæg	Nardus stricta L.	1921	6	8	2
Kirsebær	Prunus sp.	1974		x	x
Klokkeensian	Gentiana pneumonanthe L.	1921/24	x		
Klokkelyng	Erica tetralix L.	1921	10	9	4

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Knoldranunkel	Ranunculus bulbosus L.	1921/24	x		
Knopsiv	Juncus conglomeratus L.	1921/24	x		x
Kornet stenbræk	Saxifraga granulata L.	1921/24	x		
Korsknap	Glechoma hederacea L.	1937		x	
Kragefod	Potentilla palustris (L.) Scop.	1921/24	x		
Krageklo	Ononis sp.	1921/24	x		
Kratfladbælg	Lathyrus montanus Bernh.	1921/24	x		
Kratviol	Viola riviniana Rchb.	1921/24	x		
Kruset skræppe	Rumex crispus L.	1921/24	x		
Kruset tidsel	Carduus crispus L.	1937		x	
Krybende hestegræs	Holcus mollis L.	1921/24	x	1	1
Krybende læbeløs	Ajuga reptans L.	1921/24	x		x
Krybende pil	Salix repens L.	1921/24	x	2	1
Krybhvene	Agrostis stolonifera L.	1921/24	x		x
Kvalkved	Viburnum opulus L.	1926	x	x	
Kærdueurt	Epilobium palustre L.	1921/24	x		
Kærfladstjerne	Stellaria palustris Retz.	1921/24	x		
Kærgaltetand	Stachys palustris L.	1921/24	x		
Kærmangeløv	Thelypteris palustris Schott	2003			x
Kærpadderok	Equisetum palustre L.	1994/96			x
Kærsnerre	Galium palustre L.	1921/24	x		
Kærtidsel	Cirsium palustre (L.) Scop.	1921/24	x		
Lancetvejbred	Plantago lanceolata L.	1921	1	1	x
Langbladet ranunkel	Ranunculus lingua L.	1921/24	x		
Lav ranunkel	Ranunculus repens L.	1921/24	x		
Lav skorsoner	Scorzonera humilis L.	1921/24	x	1	x1
Liden andemad	Lemna minor L.	1921/24	x		
Liden blærerod	Utricularia minor L.	1921/24	x		
Liden fugleklo	Ornithopus perpusillus L.	1921/24	x		
Liden museurt	Filago minima (Sm.) Pers.	1921/24	x		
Liden siv	Juncus bulbosus L.	1921/24	x		
Liden skjaller	Rhinanthus minor L. (coll.)	1921/24	x		
Liden storkenæb	Geranium pusillum L.	1921/24	x		
Liljekonval	Convallaria majalis L.	1921/24	x		x
Lind	Tilia sp.	1949		x	x
Loppestar	Carex pulicaris L.	1921/24	x		
Lundrapgræs	Poa nemoralis L.	1994/96			x1
Lyngsilke	Cuscuta epithymum (L.) L.	1921/24	x		
Lyngsnerre	Galium saxatile L.	1921	2	6	11
Lyngøjentrøst	Euphrasia micrantha Reichenb.	1921/24	x		
Lysesiv	Juncus effusus L.	1921/24	x	2	x
Lægeærenpris	Veronica officinalis L.	1921	1	1	
Lægeøjentrøst	Euphrasia officinalis L.	1921/26	x	x	
Majblomst	Majanthemum bifolium (L.) F.W.Schmidt	1921	1	1	x1
Majgøgeurt	Dactylorhiza majalis (Rchb.) P. F. Hunt & Summerh.	1921/24	x		
Mangeblomstret frytle	Luzula multiflora (Retz.) Lej.	1921/24	x		x

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Mangestænglet sumpstrå	Eleocharis multicaulis (Sm.) Desv.	1921/24	x		
Mannasødgræs	Glyceria fluitans (L.) R. Br.	1921/24	x		
Markfrytle	Luzula campestris (L.) DC.	1921	1	1	
Markhindeknæ	Spergularia rubra (L.) J. Presl & C. Presl	1921/24	x		
Marktusindgylden	Centaurium erythraea Rafn	1937		x	
Miliegræs	Milium effusum L.	1994/96			x
Mirabel	Prunus cerasifera Ehrh. (Prunus domestica ssp. cerasifera)	1959		x	x
Mosebunke	Deschampsia caespitosa (L.) Beauv.	1921/24	x	x	
Mosebølle	Vaccinium uliginosum L.	1921/24	x	1	x
Mosepors	Myrica gale L.	1921	1	2	1
Mosetroldurt	Pedicularis sylvatica L.	1921/24	x	1	
Museurt	Filago sp.	1921/24	x		
Musevikke	Vicia cracca L.	1921/24	x	x1	x
Mælkebøtte	Taraxacum sp.	1921/24	x1	1	x1
Nordmannsgran	Abies nordmanniana (Stev.) Spach.	1974		x	
Nyrebladet ranunkel	Ranunculus auricomus L.	fejl?			
Nyserøllike	Achillea ptarmica L.	1921/24	x	x	x
Næbstar	Carex rostrata Stokes	1921/24	x		x
Otteradet ulvefod	Lycopodium selago L.	1921/24	x		
Perikon	Hypericum sp.	1921/24	x	x1	
Pil	Salix sp.	1921	x		x1
Pileurt	Polygonum sp.	1994/96			x
Pillestar	Carex pilulifera L.	1921	2	6	x
Plettet gøgeurt	Dactylorhiza maculata (L.) Soo ssp. Maculata	1921	1	1	x
Plettet Kongepen	Hypochoeris maculata L.	1921/24	x		
Pragtstjerne	Silene sp. (Silene latifolia Poir./Silene dioica (L.) Clairv.)	1921/24	x		x
Prikbladet perikon	Hypericum perforatum L.	1921/24	x	x	x
Rank evighedsblomst	Gnaphalium sylvaticum L.	1921/24	x		
Rank forglemmigej	Myosotis stricta Link ex Roem. & Schult.	1921/24	x		
Rank høgeurt	Hieracium rigidum Hartm.	1921/24	x		
Rank vinterkarse	Barbarea stricta Andrz.	1921/24	x		
Rejnfan	Tanacetum vulgare L.	1921/24	x		
Revling	Empetrum nigrum L.	1921	18	19	16
Ribes arter	Ribes sp.	1921/24	x	x	x
Ribs	Ribes rubrum L.	1959		x	
Rose	Rosa sp.	1926	x	x	x
Rosmarinlyng	Andromeda polifolia L.	1921	1	1	1
Rundbladet soldug	Drosera rotundifolia L.	1921/24	x		
Rundbælg	Anthyllis vulneraria L.	1921	1	1	
Rynket rose	Rosa rugosa Thunb.	2003			x
Rød Sct. Hansurt	Sedum telephium L. ssp. Telephium	1994/96			x

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Rød svingel	Festuca rubra L.	1921/24	x	1	x
Rødel	Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	1926	x	x	
Rødgran	Picea abies (L.) Karsten	1921/24	x	x	x
Rødkløver	Trifolium pratense L.	1921/24	x	x	
Rødknæ	Rumex acetosella L.	1921/24	x	2	3
Rørgræs	Phalaris arundinacea L.	1921/24	x		
Rørhvene sp.	Calamagrostis sp.	1937		x	
Sandskæg	Corynephorus canescens (L.) Beauv.	1921/24	x		
Sandstar	Carex arenaria L.	1921	3	9	14
Seljepil	Salix caprea L.	1921/26	x		x
Seljerøn	Sorbus intermedia (Ehrh.) Pers.	1949		x	x
Sitkagran	Picea sitchensis (Bong.) Carr.	1937		x	
Skivekamille	Chamomilla suaveolens (Pursch) Rydb.	1937		x	x
Skjaller	Rhinanthus sp.	1937		x	
Skovarve	Moehringia trinervia (L.) Clairv.	2003			x
Skovbrandbæger	Senecio sylvaticus L.	1937		1	x
Skovelm	Ulmus glabra Huds.	1974		x	x
Skovfyr	Pinus sylvestris L.	1921	x	x1	x1
Skovjordbær	Fragaria vesca L.	1921/24	x		
Skovkogleaks	Scirpus sylvaticus L	1921/24	x		
Skovpadderok	Equisetum sylvaticum L.	1921/24	x		
Skovsalat	Mycelis muralis (L.) Dumort.	2003			x
Skovstjerne	Trientalis europaea L.	1921	6	13	11
Skovstorkenæb	Geranium sylvaticum L.	1921/24	x		
Skovviol	Viola reichenbachiana Jordan	1921/26	x	x	
Skovæble	Malus sylvestris Miller	1921/24	x	x	x
Skvalderkål	Aegopodium podagraria L.	1994/96			x
Smalbladet høgeurt	Hieracium umbellatum L.	1921	1	1	x
Smalbladet kær-uld	Eriophorum angustifolium Honck.	1921	1		x
Smalbladet man-geløv	Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs	1921/24	x		x
Smalbladet timian	Thymus serpyllum L. emend. Miller ssp. Serpyllum	1921/24	x	x	x
Smalbladet vand-stjerne	Callitriche hamulata Kütz. ex W. D. J. Koch	1921/24	x		
Smalbladet vikke/ fodervikke	Vicia sativa L.	1921/24	x		
Smalbladet æren-pris	Veronica scutellata L.	1921/24	x		
Smuk perikon	Hypericum pulchrum L.	1921/24	x		x
Småbladet lind	Tilia cordata Mill.	1974		x	x
Snebær	Symphoricarpos rivularis Suksd. (S. albus auct.)	1926	x	x	x
Snerlepileurt	Polygonum convolvulus L.	1921/26	x	x	
Solbær	Ribes nigrum L.	1937		x	
Sommerskjaller	Rhinanthus minor L. (coll.) ssp. elatior (Schur) Schwartz	1994/96		x	x

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Sort natskygge	Solanum nigrum L.	2003			x
Spidsløn	Acer platanoides L.	1942		x	x
Star	Carex sp.	1921/24	x		
Stikkelsbær	Ribes uva-crispa L.	1926	x	x	
Stinkende storke-næb	Geranium robertianum L.	2003			x
Stjernestar	Carex echinata Murray	1921/24	x		
Stor fladstjerne	Stellaria holostea L.	2003			x
Stor frytle	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin	1921/24	x		
Stor konval	Polygonatum multiflorum (L.) All.	1921/24	x		x
Stor nælde	Urtica dioica L.	1921/24	x		x
Stor Skjaller	Rhinanthus serotinus (Schoenh.) Oborny (coll.)	1921/24	x		
Storblomstret hønsetarm	Cerastium arvense L.	1921/24	x		
Storkenæb	Geranium sp.	1921/24	x		x
Strandvejbred	Plantago maritima L.	1921/24	x	x	x
Sumpevigheds-blomst	Gnaphalium uliginosum L.	1921/24	x		
Sumpfladstjerne	Stellaria alsine Grimm	1921/24	x		
Sumpkællingetand	Lotus uliginosus Schkuhr.	1921/24	x		
Svømmende vandaks	Potamogeton natans L.	1921/24	x		
Sylfirling	Sagina subulata (Sw.) C. Presl	1921/24	x		
Tandbælg	Sieglingia decumbens (L.) Bernh.	1921	2	4	x
Tidlig dværg-bunke	Aira praecox	1921/24	x		
Tormentil	Potentilla erecta (L.) Rauschel	1921	8	8	5
Tranebær	Oxycoccus palustris Pers.	1921	1	2	1
Trenervet snerre	Galium boreale L.	1921/24	x		x
Trævlekrone	Lychnis flos-cuculi L.	1921/24	x		
Tudsesiv	Juncus bufonius L.	1921/24	x		
Tuekogleaks	Trichophorum cespitosum (L.) Hartm.	1921	7	6	3
Tuekæruld	Eriophorum vaginatum L.	1921	1	1	1
Tusindfryd	Bellis perennis L.	1921/24	x		
Tusindfrø	Radiola linoides Roth.	1921/24	x		
Tveskægget ærenpris	Veronica chamaedrys L.	1921/24	x		x
Tyttebær	Vaccinium vitis-idaea L.	1921	2	7	7
Tørst	Frangula alnus Miller	1921	x	1	1
Tørvemosser	Sphagnum spp.	1921/24	x		x
Udspærret dværgbunke	Aira caryophyllea L.	1921/24	x		
Vandmynte	Mentha aquatica L.	1921/24	x		
Vandnavle	Hydrocotyle vulgaris L.	1921/24	x		
Vandpileurt	Polygonum amphibium L.	1937		1	
Vandskræppe	Rumex hydrolapathum Huds.	1921/24	x		
Vejbred-skeblad	Alisma plantago-aquatica L.	1921/24	x		
Vejengelskgræs	Armeria maritima (Miller) Willd. ssp. Elongata (Hoffm.) Bonnier	1994/96			x

Dansk navn	Latinsk navn	Først set	1921-26	1931-74	1994-03
Vejpileurt	Polygonum aviculare L.	1921/26	x	x	
Vellugtende gulaks	Anthoxanthum odoratum L.	1921/24	x	x	
Vild hør	Linum catharticum L.	1921/24	x		
Vild kørvel	Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	1921/24	x		
Vild ribs	Ribes spicatum E. Robson	1921/24	x		
Vindaks	Apera spica-venti (L.) P. Beauv.	1921/24	x		
Viol	Viola sp.	1921/26	x		
Vortebirk	Betula pendula Roth	1921	x	1	x
Vårgæslinge-blomst	Erophila verna (L.) Chevall.	1921/24	x	x	
Vårstar	Carex caryophyllea Latourr.	1921/24	x		
Ædelgran	Abies sp.	1974		x	x
Øjentrøst	Euphrasia sp.	1921/26	1		
Øret pil	Salix aurita L.	1921/24	x		x1
Østrisk fyr	Pinus nigra Arnold	1959		x	

BILAG 2. DÆKNINGSGRAD.

Bilag 2 angiver dækningsgrader som gennemsnit for alle undersøgte floraprøveflader for hvert undersøgelsesår.

1) Mos er kun rent undtagelsesvis registreret i 1974 og 1994. I 1942 er frekvensen registreret, men kun helt undtagelsesvis dækningen.
2) Lav (andre) er andre laver end rensdyr- og bægerlaver.
3) I 1942 er dækning af rensdyr- og bægerlaver kun angivet for én prøveflade, men frekvensen er noteret.

Dansk	Latin	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1994	1996
Agerpadderok	Equisetum arvense	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. ene	Juniperus communis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
Alm. fuglegræs	Stellaria media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. gyldenris	Solidago virgaurea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. hvene	Agrostis tenuis	0,65	1,74	0,00	0,30	0,06	0,16	0,11	0,45	0,73	0,00
Alm. hønsetarm	Cerastium fontanum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Alm. kongepen	Hypochoeris radicata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. kvik	Elytrigia repens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. kællingetand	Lotus corniculatus	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. mangeløv	Dryopteris filix-mas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09
Alm. mælkeurt	Polygala vulgaris	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. pimpinelle	Pimpinella saxifraga	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. rajgræs	Lolium perenne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. røllike	Achillea millefolium	0,21	0,11	0,12	0,09	0,19	0,06	0,08	0,00	0,00	0,00
Alm. røn	Sorbus aucuparia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. star	Carex nigra	1,03	0,87	0,79	1,24	0,19	5,28	0,71	0,00	0,00	0,00
Alm. syre	Rumex acetosa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. torskemund	Linaria vulgaris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. ulvefod	Lycopodium clavatum	0,00	0,00	0,03	0,09	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Birk	Betula sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,13	0,15	0,00
Bjergfyr	Pinus mugo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Blåhat	Knautia arvensis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Blåmunke	Jasione montana	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Blåtop	Molinia coerulea	9,38	9,26	13,03	10,85	17,63	17,13	10,79	24,60	14,09	17,35
Bævreasp	Populus tremula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bølget bunke	Deschampsia flexuosa	2,32	2,19	6,47	3,91	4,75	4,78	9,92	9,60	25,86	14,97
Børstesiv	Juncus squarrosus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Djævelsbid	Succisa pratensis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eg	Quercus sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Engelsk visse	Genista anglica	0,08	0,08	0,15	0,09	0,19	0,06	0,05	0,05	0,00	0,00
Engelskgræs	Armeria maritima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fin bunke	Deschampsia setacea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Fløjlsgræs	Holcus lanatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frytle	Luzula sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fåresvingel	Festuca ovina	1,59	0,74	0,47	0,71	0,81	0,25	0,48	0,08	0,07	0,09
Gråpil og øret pil	Salix cinerea & S. aurita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,29	0,06
Gul snerre	Galium verum	0,12	0,05	0,03	0,09	0,19	0,22	0,11	0,28	0,00	0,00
Guldblomme	Arnica montana	0,06	0,08	0,03	0,03	0,00	0,03	0,05	0,08	0,00	0,03
Gåsemad	Arabidopsis thaliana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hedelyng	Calluna vulgaris	33,56	30,32	23,27	25,97	37,69	8,06	14,11	20,15	4,69	5,26
Hedemelbærris	Arctostaphylos uva-ursi	3,85	2,47	0,94	0,82	0,31	1,03	0,61	0,10	0,00	0,00
Hirsestar	Carex panicea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hundeviol	Viola canina	0,03	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hvidgran	Picea glauca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Høgeurt	Hieracium sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dansk	Latin	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1994	1996
Høstborst	Leontodon autumnalis	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Håret høgeurt	Hieracium pilosella	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Håret visse	Genista pilosa	0,02	0,05	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Kattefod	Antennaria dioica	0,00	0,05	0,09	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Katteskæg	Nardus stricta	2,12	2,24	2,68	2,50	0,00	0,66	0,06	0,50	0,36	0,01
Klokkelyng	Erica tetralix	9,51	9,40	1,24	3,12	0,31	1,19	2,53	1,58	1,37	0,72
Krybende hestegræs	Holcus mollis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Krybende pil	Salix repens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15	0,03	0,00
Lancetbladet vejbred	Plantago lanceolata	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lav (andre laver) 2	Lichenes	0,06	0,19	0,12	0,03	0,01	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00
Lav skorsoner	Scorzonera humilis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Levermos	Hepatica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liden klokke	Campanula rotundifolia	0,00	0,00	0,00	0,06	0,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
Lundrapgræs	Poa nemoralis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lyngsnerre	Galium saxatile	0,06	0,05	0,03	0,15	0,19	0,16	0,18	0,35	4,17	1,16
Lysesiv	Juncus effusus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Lægeærenpris	Veronica officinalis	0,00	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Majblomst	Majanthemum bifolium	0,00	0,18	0,32	0,24	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
Majgøgeurt	Dactylorhiza majalis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Markfrytle	Luzula campestris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mos 1)	Bryidae	1,00	2,80	3,09	3,85	0,52	4,08	5,32	0,03	0,26	6,07
Mosebølle	Vaccinium uliginosum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
Mosepors	Myrica gale	1,35	1,95	1,68	1,35	0,00	0,00	1,32	2,25	0,66	1,57
Mosetroldurt	Pedicularis sylvatica	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Musevikke	Vicia cracca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mælkebøtte	Taraxacum sp.	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perikon	Hypericum sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pileurt	Polygonum sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pillestar	Carex pilulifera	0,00	0,18	0,44	0,27	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Rensdyr- og bægerlaver 3)	Cladina & Cladonia	24,37	15,82	14,00	11,62	0,25	9,28	8,30	2,10	0,16	0,24
Revling	Empetrum nigrum	16,76	20,50	25,68	30,97	32,75	45,88	41,68	32,20	29,44	29,44
Rosmarinlyng	Andromeda polifolia	0,03	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Rundbælg	Anthyllis vulneraria	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rød svingel	Festuca rubra	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rødknæ	Rumex acetosella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,67	0,00
Rørgræs	Phalaris arundinacea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Sandstar	Carex arenaria	0,25	0,50	1,85	1,77	2,56	1,56	0,90	5,20	0,59	0,53
Skovbrandbæger	Senecio sylvaticus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Skovfyr	Pinus sylvestris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Skovstjerne	Trientalis europaea	0,32	0,26	0,27	0,38	0,07	0,94	0,21	0,06	0,39	0,36
Smalbladet høgeurt	Hieracium umbellatum	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Smalbladet kæruld	Eriophorum angustifolium	0,18	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tandbælg	Sieglingia decumbens	0,05	0,03	0,18	0,00	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Tormentil	Potentilla erecta	0,38	0,29	0,47	0,62	0,75	0,50	0,03	0,28	0,27	0,05
Tranebær	Oxycoccus palustris	0,00	0,03	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,03	0,51	0,00
Tuekogleaks	Trichophorum caespitosum	2,26	1,50	1,44	1,12	0,25	0,38	0,58	0,20	0,00	0,00
Tuekæruld	Eriophorum vaginatum	2,82	2,55	3,29	3,82	0,00	0,00	2,50	2,18	2,11	1,12
Tyttebær	Vaccinium vitis-idaea	0,47	0,89	0,44	0,62	0,00	0,84	0,05	0,35	0,38	0,63
Tørst	Frangula alnus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,01
Tørvemos	Sphagnum sp.	0,94	1,32	1,06	0,65	0,00	0,00	0,26	0,00	0,13	2,25
Ukendt	Ukendt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vandpileurt	Polygonum amphibium	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Øjentrøst	Euphrasia sp.	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BILAG 3. FREKVENS

Bilag 3 angiver frekvens som gennemsnit af alle undersøgte floraprøveflader for hvert undersøgelsesår. Frekvensen 0,01 markerer, at planten er fundet i mindst et plot, men ikke i en cirkel.

1) Mos er kun rent undtagelsesvis registreret i 1974 og 1994. I 1942 er frekvensen registreret, men kun helt undtagelsesvis dækningen.
2) Lav (andre) er andre laver end rensdyr- og bægerlaver.
3) I 1942 er dækning af rensdyr- og bægerlaver kun angivet for én prøveflade, men frekvensen er noteret.

Dansk	**Latin**	**1921**	**1926**	**1931**	**1937**	**1942**	**1949**	**1959**	**1974**	**1994**	**1996**
Agerpadderok	Equisetum arvense	0,01	0,53	0,00	0,59	0,63	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Alm. ene	Juniperus communis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,01	0,01
Alm. fuglegræs	Stellaria media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Alm. gyldenris	Solidago virgaurea	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,63	0,01	0,00	0,01	0,00
Alm. hvene	Agrostis tenuis	4,41	6,84	0,88	1,76	0,63	0,94	1,05	2,25	5,50	0,59
Alm. hønsetarm	Cerastium fontanum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
Alm. kongepen	Hypochoeris radicata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Alm. kvik	Elytrigia repens	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
Alm. kællinge-tand	Lotus corniculatus	0,01	0,26	0,59	0,00	0,01	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. mangeløv	Dryopteris filix-mas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,88
Alm. mælkeurt	Polygala vulgaris	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alm. pimpinelle	Pimpinella saxifraga	0,29	0,26	0,59	0,29	0,63	0,31	0,53	0,00	0,00	0,00
Alm. rajgræs	Lolium perenne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Alm. røllike	Achillea millefolium	2,94	3,68	3,24	1,47	8,13	1,25	1,58	0,00	0,00	0,00
Alm. røn	Sorbus aucuparia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Alm. star	Carex nigra	12,06	16,58	5,88	13,24	4,38	12,19	15,26	0,00	0,01	0,00
Alm. syre	Rumex acetosa	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,26	0,00	0,01	0,00
Alm. torskemund	Linaria vulgaris	0,01	0,01	0,00	0,29	1,25	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Alm. ulvefod	Lycopodium clavatum	0,00	0,01	0,29	0,29	1,25	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00
Birk	Betula sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,53	0,75	0,50	0,01
Bjergfyr	Pinus mugo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,25	0,01
Blåhat	Knautia arvensis	0,01	0,26	0,01	0,00	0,01	0,00	0,26	0,00	0,01	0,00
Blåmunke	Jasione montana	0,01	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Blåtop	Molinia coerulea	27,35	25,79	28,53	32,35	27,50	35,94	34,47	44,25	45,50	38,24
Bævreasp	Populus tremula	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Bølget bunke	Deschampsia flexuosa	17,29	20,53	32,94	26,18	41,88	26,56	42,11	43,25	67,00	60,88
Børstesiv	Juncus squarrosus	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Djævelsbid	Succisa pratensis	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Eg	Quercus sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Engelsk visse	Genista anglica	1,71	3,16	3,24	2,35	4,38	0,94	1,84	1,00	0,01	0,00
Engelskgræs	Armeria maritima	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fin bunke	Deschampsia setacea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Fløjlsgræs	Holcus lanatus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Frytle	Luzula sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Fåresvingel	Festuca ovina	7,88	5,79	3,53	5,88	8,13	2,50	10,26	1,00	0,75	0,59
Gråpil og øret pil	Salix cinerea & S. aurita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,53	0,75	0,75	0,29

Dansk	Latin	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1994	1996
Gul snerre	Galium verum	0,88	1,84	1,47	1,76	2,50	1,56	1,84	0,50	0,00	0,00
Guldblomme	Arnica montana	0,88	0,79	0,59	0,59	0,63	0,31	1,58	0,50	0,01	0,59
Gåsemad	Arabidopsis thaliana	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hedelyng	Calluna vulgaris	61,53	65,00	43,53	48,24	63,13	19,69	25,53	33,75	13,25	16,47
Hedemelbærris	Arctostaphylos uva-ursi	12,35	10,26	5,59	5,00	3,75	5,00	2,89	1,50	0,00	0,00
Hirsestar	Carex panicea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Hundeviol	Viola canina	0,59	3,95	0,59	1,47	0,01	0,01	0,53	0,25	0,00	0,00
Hvidgran	Picea glauca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Høgeurt	Hieracium sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
Høstborst	Leontodon autumnalis	0,00	0,01	1,47	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Håret høgeurt	Hieracium pilosella	0,00	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Håret visse	Genista pilosa	0,94	1,32	0,00	3,24	0,00	1,56	1,32	0,50	0,01	0,01
Kattefod	Antennaria dioica	0,01	1,84	1,76	1,76	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Katteskæg	Nardus stricta	8,82	11,84	8,82	12,94	0,01	5,00	7,11	2,75	0,75	0,29
Klokkelyng	Erica tetralix	25,12	22,63	9,12	12,35	1,88	5,00	8,42	6,25	4,50	2,06
Krybende hestegræs	Holcus mollis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,50	0,88
Krybende pil	Salix repens	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,79	0,75	0,50	0,29
Lancetbladet vejbred	Plantago lanceolata	0,01	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
Lav (andre) 2)	Lichenes	1,41	6,05	3,82	0,59	15,63	0,63	3,16	0,00	0,00	0,00
Lav skorsoner	Scorzonera humilis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Levermos	Hepatica	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liden klokke	Campanula rotundifolia	0,00	1,58	1,18	1,47	5,63	1,88	1,05	0,01	0,00	0,00
Lundrapgræs	Poa nemoralis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Lyngsnerre	Galium saxatile	0,88	1,05	1,18	3,24	6,88	3,44	6,58	7,25	24,25	12,06
Lysesiv	Juncus effusus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Lægeærenpris	Veronica officinalis	0,01	0,53	0,29	0,29	0,63	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00
Majblomst	Majanthemum bifolium	0,00	4,47	5,29	5,00	0,01	5,00	3,42	1,25	0,01	0,00
Majgøgeurt	Dactylorhiza majalis	0,00	0,26	0,01	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Markfrytle	Luzula campestris	0,00	0,53	0,00	0,00	2,50	0,00	0,26	0,25	0,00	0,00
Mos 1)	Bryidae	11,76	25,53	13,24	19,41	46,25	19,55	56,58	0,25	0,75	28,24
Mosebølle	Vaccinium uliginosum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00
Mosepors	Myrica gale	5,88	5,26	6,47	5,29	0,00	0,00	5,00	5,00	3,25	5,00
Mosetroldurt	Pedicularis sylvatica	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Musevikke	Vicia cracca	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mælkebøtte	Taraxacum sp.	0,01	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Perikon	Hypericum sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Pileurt	Polygonum sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Pillestar	Carex pilulifera	0,29	1,84	3,24	4,41	0,00	0,00	0,53	1,00	0,00	0,00
Rensdyr- og bægerlaver 3)	Cladina & Cladonia	61,18	55,00	46,18	52,06	26,25	35,94	42,37	17,75	2,50	3,24
Revling	Empetrum nigrum	62,24	67,11	75,59	79,41	83,75	84,06	82,89	69,75	53,75	62,06
Rosmarinlyng	Andromeda polifolia	0,29	1,32	0,59	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,50	0,29
Rundbælg	Anthyllis vulneraria	0,00	0,79	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rød svingel	Festuca rubra	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
Rødknæ	Rumex acetosella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	8,50	0,00
Rørgræs	Phalaris arundinacea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Sandstar	Carex arenaria	3,18	5,26	15,59	12,35	28,75	10,31	11,58	20,50	24,00	21,18
Skovbrandbæger	Senecio sylvaticus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Skovfyr	Pinus sylvestris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Skovstjerne	Trientalis europaea	9,71	8,68	10,59	25,00	4,38	17,81	20,79	19,00	22,50	17,06
Smalbladet høgeurt	Hieracium umbellatum	0,29	0,01	0,01	0,01	0,63	0,63	0,26	0,00	0,00	0,00
Smalbladet kæruld	Eriophorum angustifolium	2,65	4,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dansk	Latin	1921	1926	1931	1937	1942	1949	1959	1974	1994	1996
Tandbælg	Sieglingia decumbens	1,00	1,58	1,18	0,88	3,75	1,25	2,63	0,01	0,00	0,00
Tormentil	Potentilla erecta	7,35	6,58	10,29	11,18	13,75	6,25	9,47	6,75	3,75	3,82
Tranebær	Oxycoccus palustris	0,00	1,05	0,88	1,76	0,00	0,00	1,05	1,00	4,75	0,59
Tuekogleaks	Trichophorum caespitosum	7,94	6,84	5,00	4,71	1,25	1,88	3,68	1,00	0,01	1,18
Tuekæruld	Eriophorum vaginatum	5,88	5,26	5,88	5,88	0,00	0,00	5,00	4,75	5,00	4,12
Tyttebær	Vaccinium vitis-idaea	7,35	9,47	8,53	9,71	0,00	9,38	9,74	9,75	12,25	12,94
Tørst	Frangula alnus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,59
Tørvemos	Sphagnum sp.	2,35	2,89	3,53	2,94	0,00	0,00	3,42	0,01	1,00	5,00
Ukendt	Ukendt	0,00	0,00	0,01	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vandpileurt	Polygonum amphibium	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Øjentrøst	Euphrasia sp.	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BILAG 4. METODEAFVIGELSER 1921 - 1996

I en langtidsundersøgelse som denne kan metodisk variation i registreringerne fra gang til gang ikke undgås. Det gælder både floraregistreringer og trætællingerne. Bilag 4 er en gennemgang af metodiske afvigelser mellem undersøgelserne.

B4.1 Registrering af floraen på de permanente floraprøveflader

Raunkiærcirkler. Antal og placering af cirkler i floraprøvefladerne afviger kun for prøveflade 1 i 1921, hvor der er undersøgt 25 cirkler i stedet for 20.

Frekvensmetoden er ikke entydigt angivet ved hver undersøgelse. For dværgbuske, buske og træer skal frekvensen afhænge af, om de har overvintringsknopper indenfor cirklen og *ikke,* om de er rodfæstede. For græsser og de fleste urter giver det ingen forskel, men for dværgbuske, buske og træer betyder det, at arten er tilstede, hvis blot én enkelt skudspids er indenfor cirklen. Ved 1974 undersøgelsen er frekvensen af ikke rodfæstede dværgbuske udeladt i den oprindelige publikation, men registreringerne er heldigvis så detaljerede, at en fuldstændig rekonstruktion har kunne foretages til nærværende publikation.

Dækningsgraden bør normalt angives for alle dele af en plante, der rækker ind i cirklen, uanset om planten har overvintringsknopper indenfor cirklen eller ej. Det betyder, at man ofte registrerer planter, der har en dækning, men ingen frekvens. Det ses imidlertid kun i 1974 undersøgelsen. I de øvrige undersøgelser er der sandsynligvis noteret frekvens for alle arter med dækning i prøvefladen. Det kan dog også være, at der kun er noteret dækning for rodfæstede planter. I den oprindelige metodebeskrivelse (Bornebusch 1923) er metoden ikke beskrevet præcist på dette punkt.

I 1937 er der anvendt en notatskik, som har gjort sammentælling svær. Der er 0'er, 0'er med lodret streg, som måske henviser til, om arten er rodfæstet/ikke rodfæstet? Der er tegnet en cirkel omkring mange, men ikke alle tal for mosser og laver. Desuden er der nogle symboler, som ligner en mellemting mellem et gennemstreget 0 og et 1'tal i en cirkel. Cirklerne er måske afsat senere (kritisk art med hjem i pose?), da de ser ud til at være skrevet med en anden håndskrift. Disse senere tegn er derefter skiftevis regnet som 1 eller 0 af den samme sammenregner i målebogen. Skriften tyder endda på, at det er sammenregneren, der har sat disse senere tegn. Sammenregningen er - især i starten af målebogen – sket som om mossen / laven kun hørte til cirklen i dækningsgradshenseende og ikke i frekvens henseende, selv om den dækker op til 40 % eller mere.

Tallene er nu regnet konsekvent ud: Tal med cirkler omkring er regnet som tallet selv. Kun i de få tilfælde, hvor data er noteret med anden skrift, er der

tilbageværende usikkerhed om, hvorvidt der er tale om et 1'tal i en cirkel eller et 0 med en streg igennem. Disse er: prøveflade 10 cirkel 15 alm star, prf. 11 c.15 katteskæg, prf. 6 c. 5 skovstjerne, prf 6 c. 13 bølget bunke, prf. 18 c. 1, lyngsnerre, prf. 18 cirkel 9 skovstjerne, prf. 18 c. 12 fåresvingel. De er alle regnet som 0 oprindeligt og altså også her. Den tilbageværende usikkerhed er således ubetydelig.

Dækningsgraden er i 1921-1974 angivet i hele 10 % intervaller, med støtte fra en modificeret Raunkiærcirkel med radier, som opdeler den i fem „kagestykker" svarende til dækningsgrader på 10, 20, 20, 20 og 30% (se fig. 17 i Oppermann & Bornebusch, 1930). Ved undersøgelserne i 1994 og 1996 er dækningsgraden angivet efter mere følsomme skalaer: I 1994 blev der brugt 1 % inddeling i intervallet l – 5 % og 5 % intervaller fra 5 – 100 %, fordi det giver en bedre repræsentation af spredt forekommende urter. I 1996 er der anvendt en skala med 5 % intervaller over hele skalaen. Planter med dækning på under 5% i cirklerne ville tidligere ikke have fået angivet en dækning og er derved systematisk undervurderet i alle tidligere undersøgelser.

Registreringer på arts- eller gruppeniveau. Registreringen er sket på artsniveau for karplanter, mens der for **laver og mosser** er anvendt forskellig detaljeringsgrad fra gang til gang. **Urtefloraen inklusiv dværgbuske** og andre lave planter er generelt registreret ordentligt mht. dækning og frekvens.

Mosser. Registreringerne er alt for upræcise til at kunne anvendes. Selv indenfor samme undersøgelsesår kan det ske, at dækning er angivet for nogle prøveflader, mens andre kun har fået registreret tilstedeværelse eller fravær. I 1974 og 1994 er mosserne kun rent undtagelsesvis registreret. Ser man bort fra 1974 og 1994 er i det mindste frekvensen af mosserne som samlet gruppe dog noteret forholdsvist konsekvent.

Laver. Dækningen af laver er gennemført forholdsvist konsekvent frem til 1937, hvorefter kun rensdyr- og bægerlaver (*Cladina* og *Cladonia)* blev noteret. Sammenligner man dækningen af rensdyr- og bægerlaver med lav (andre laver) før 1937, kan man dog se, at andre laver end rensdyr- og bægerlaver kun udgør en ringe del af laverne. Derfor har denne udeladelse ikke den store betydning. I 1942 er dækningsgraden for rensdyr- og bægerlaver kun angivet for prøveflade 8, mens der i de øvrige prøveflader kun blev beskrevet tilstedeværelse eller fravær, men ikke dækning. Det berører derfor prøveflade 9, 10, 13, 14, 15, 18 og 19. De fleste af disse prøveflader var i forvejen meget lavfattige. På figurerne over vegetationsudviklingen (fig. 3.6 – 3.25) bemærkes manglen derfor kun på få prøveflader. Usikkerhederne og manglerne for laverne har kun marginal betydning for fortolkning af udviklingen af lavvegetationen gennem tiden. Laverne er derfor medtaget trods usikkerhederne.

Træerne begynder at have indflydelse på vegetationen i floraprøvefladerne ved de seneste undersøgelser. Træernes dækning er sandsynligvis ikke registreret helt konsekvent. Man kan se eksempler på, at der blot er sat et kryds

uden angivelse af dækning. I en skovundersøgelse registrerer man normalt ikke træernes dækning, når man undersøger den lave flora – herunder opvæksten. Det samme er sket ved undersøgelserne af floraprøvefladerne. Data for træernes dækning er derfor ikke pålidelige. Det kan anbefales, at man har fokus på kronedække for hver cirkel ved efterfølgende undersøgelser.

Artsbestemmelse. Vegetationsundersøgelserne har været foretaget af forskellige personer med forskelligt floristisk kendskab. Der er derfor en række usikkerheder og en svingende kvalitet i artsbestemmelserne. Generelt gælder det dog, at karplanterne artsmæssigt er registreret med rimelig nøjagtighed. Den botaniske navngivning af arterne har dog givet nogle problemer, hvilket beskrives nedenfor.

Sæsonvariation. Undersøgelsessæsonen har kun varieret lidt (tabel B4.1). På heder har sæsontidspunktet kun en marginal betydning. Størst betydning har det for urtefloraen på den rigeste jordbund, hvor specielt guldblomme begynder at visne tidligt. Dværgbuske, mosser, laver, langt de fleste græsser, starer, og de fleste urter kan registreres langt hen på efteråret.

Tabel B4.1. Undersøgelsestidspunkter for floraundersøgelserne

	Floraundersøgelser
1921	13/8 - 26/8
1926	3/9 - 13/9
1932	28/7 - 5/8
1937	17/8 - 30/8
1942	26/8 - 7/9
1949	26/8 - 6/9
1959	27/8 - 29/9
1974	24/8 - 29/8
1994	14/7 - 17/7, 8/8 - 24/8
1995	(prf. 5: 3/10 1995)
1996	20/9-23/9

B4.1.1 Fejl og uoverensstemmelser i datamaterialet

Ved gennemgang af de tidligere publicerede rapporter er der registreret en række banale tryk og slåfejl. Det var derfor nødvendigt at gennemgå hele det oprindelige datamateriale igen. Det er sket ved, at det originale datamateriale i målebøgerne er blevet genindtastet og sammenlignet med indtastede publicerede tabeller. Ved denne procedure er der fanget hundredevis af fejl og uoverensstemmelser i datagrundlaget, hvoraf de mange er akkumulerede indtastningsfejl i de endelige publikationer.

Langt de fleste fejl er banale tastefejl, som umiddelbart kunne rettes. Det er fejl som *Sieglingia decumbens* i 1942 har fået angivet en dækning på 20 %, mens der ingen frekvens er angivet, fordi man har glemt arten ved indskrivningen af frekvenser. Andre banale fejl er regnefejl ved sammentællinger af dæk-

ning og frekvens af en art over alle cirklerne på en prøveflade. Da de originale sammentællinger findes i målebøgerne er disse fejl forholdsvis enkle at kontrollere.

Det er altid problematisk at gennemrette et datamateriale fra bunden udfra de rå registreringer. Man må nemlig også inddrage den fejlrettelsesproces, den originale forfatter har været igennem. Grundlaget for at lave ændringer har således været en nøje afvejning mellem målebøgernes originaldata og de færdigt publicerede tal udfra et planteøkologisk kendskab og en fortolkning af fejlens opståen og et kendskab til hyppige fejlbestemmelser. Det planteøkologiske kendskab kan f.eks. identificere planter, som slet ikke hører til voksestedet, men i stedet er tilknyttet frodig bund. Det gælder arter som bingelurt og nyrebladet ranunkel eller tranebær, en højmoseart, der var registreret på tør sandet jordbund.

Starer og græsser er meget vanskelige grupper at bestemme. Derfor optræder fejl indenfor disse grupper meget hyppigere end indenfor den øvrige urtevegetation. Endelig har en fortolkning af registranternes florakendskab og akuratesse ofte kunnet ses udfra noter i målebøgerne. Eksempelvis har Holmsgaard i 1974 været noget usikker på mange arter i felten, men hans forbilledlige indsamling til senere bestemmelse har betydet, at der er meget stor tiltro til disse bestemmelser.

Fejlene kan grupperes i følgende typer:

- Sandsynligvis fejlbestemt art, der er blevet ignoreret ved indskrivning (med i artsantal)
- Sandsynligvis fejlbestemt art, der er indskrevet. Det kræver yderligere argumenter at rette artsnavnet.
- Snævrere/bredere artsangivelse i publikationen end i måleskemaet er taget ad notam, idet vi formoder, at arten efterfølgende har været gennem en mere kritisk bestemmelse.
- Snævrere/bredere artsangivelse i én publikation end i en anden. Her er der ikke brugt helt klare regler. I vurderingen indgår, om der er udtrykt tvivl om den ene artsangivelse (ofte angivet ved et "?" i målebogen). Eksplicitte rettelser i målebogen eller i den efterfølgende publikation kan styrke antagelsen om, det er én art fremfor en anden.

Når en art har været nævnt i et målebogsskema uden angivelser fra nogen af cirklerne er arten registreret som tilstede i prøvefladen, men uden at have været tilstede i en cirkel. Kun enkelte gange har der været tvivl. I prøveflade 19, 1937 er revling nævnt som 2. art i skemaet. Det kunne skyldes en præfremstilling af skemaet med de normalt hyppigst forekomne arter. Som regel er der tale om, at arterne er noteret nederst i skemaet, og af og til er det eksplicit nævnt, at en art er tilstede, men ikke i cirklerne.

B4.1.2 Arter

Skovviol/hundeviol. På prøveflade 15 blev der i mange år fundet skovviol (*Viola silvestris* L.) indtil den i 1974 blev bestemt til hundeviol (*V. canina* L.). I målebogen 1974 er arten først angivet som viol, senere er der noteret "hunde" foran. Arten har tydeligt været undersøgt nærmere. Et af problemerne kan være, at violerne er afblomstrede længe før undersøgelsestidspunkterne. Rostrup & Jørgensen (1973) angiver om hundeviol: "Ligner meget skovviol, men holder sig lavere og mangler bladrosetterne; mere aflange, buttere, fastere byggede blade". Skovviol er ikke angivet fra heden af Hansen (1932) og var indtil 1973 slet ikke registreret som forekommende i Vestjylland (Rostrup & Jørgensen 1973). Til gengæld er en tredje lignende art, kratviol (*V. riviniana* Rchb.), som i visse værker ikke har været adskilt fra skovviol, noteret fra området - desværre uden stedangivelse (Hansen 1932). I nærværende publikation er arten regnet som hundeviol.

Fin bunke/sandskæg. Fin bunke (*Deschampsia setacea* (Huds.) Hack.) er noteret for en enkelt lokalitet (Prøveflade 3) i 1949. Dette område har haft en meget omskiftende fortid som fugtig hede, sø og udtørret søbund. I målebogen er arten angivet som "sandbunke". Man kan ikke afvise, at der kan være tale om fin bunke (tidligere "sumpbunke", *Aira uliginosa*), men der er nok snarere tale om sandskæg *Corynephorus canescens*, som tidligere blev regnet til bunkeslægten (*Aira canescens*). Arten har tidligere på dansk været kaldet grå bunke, mens navnet sandbunke ikke er nævnt i ordbogen over danske plantenavne (Lange 1959-61). Det er dog et oplagt navn til denne art. Sandskæg er tidligere angivet fra heden, men ikke fin bunke (Hansen, 1932). Der er således med stor sandsynlighed tale om sandskæg, men betegnelsen fin bunke er alligevel bibeholdt. Bemærk i øvrigt at de mange registreringer af fin bunke, der tidligere er publiceret fra 1959, er en fejl ved indskrivning fra målebøgerne.

Farvevisse/håret visse. Farvevisse er angivet i mange eksemplarer fra prøveflade 1 i 1931. Der er med meget stor sandsynlighed tale om håret visse. Det skyldes: 1) Nøglekarakteren "hårede blade" angivet i floraerne for håret visse kan give anledning til fejlbestemmelse. Hårene er nemlig meget fine og bladene virker umiddelbart ikke hårede på håret visse 2) Begge arter er flerårige og planterne står omtrent de samme steder i prøvefladerne som håret visse de andre år. 3) Farvevisse ses aldrig på så fattige heder, som den her er registreret fra. 4) Farvevisse er registreret fra Nørholm Hede, men kun engelsk visse og håret visse er almindelige (Hansen 1932).

I resultatskemaerne har vi regnet de angivne registreringer af farvevisse for at være håret visse.

Ranunkler. Nyrebladet ranunkel (*Ranunculus auricomus*) er en art fra nærings-

rige skove og krat, som er blevet noteret fra heden. Nyrebladet ranunkel er angivet fra prøveflade 15 i 1937 og 1959. Den er i 1937 forsynet med et spørgsmålstegn, der betvivler bestemmelsens nøjagtighed. Det er helt usandsynligt at denne art har optrådt på heden. Hansen (1932) har noteret bidende ranunkel (*Ranunculus acris*), knoldranunkel (*Ranunculus bulbosus*), lav ranunkel (*Ranunculus repens*), og langbladet ranunkel (*Ranunculus lingua*), fra området. Der kan være tale om en forveksling med en at de 3 førstnævnte arter. Det er dog bemærkelsesværdigt, at liden klokke (*Campanula rotundifolia*) ikke blev fundet i 1937. Da liden klokke har nyreformede grundblade kan der være tale om en forveksling med unge individer af denne art. Desuden har arten en dækning af samme størrelsesorden som liden klokke. Registreringerne er helt forbigået i de originale publikationer. Registreringerne er her blevet revideret til liden klokke (*C. rotundifolia*)

Bingelurt. En art er registreret som "Mercurialis" i prøveflade 11, 1937. Der må være tænkt på bingelurt, *Mercurialis perennis*, da *M. annua* aldrig er registreret fra egnen. Bingelurt findes i næringsrige skove, og dens forekomst på heden er helt usandsynlig. Arten er heller ikke nævnt af Hansen (1932). I publikationen (Bornebusch, 1938) er skovstjerne, *Trientalis europaea* lige præcis øget med "Mercurialis" ved almindelig summation af såvel frekvens som dækning, hvilket tyder på en revurdering inden publikation. De 2 arter kan da også godt have en helt overfladisk lighed. De forekommer imidlertid sammen i én cirkel, så den rigtige frekvens er da 60 og ikke 65, som opgivet i originalartiklen.

Sammenlægningen af "Mercurialis" med skovstjerne er bibeholdt i nærværende udgivelse, men tallene er rettet, så der tages højde for den fælles forekomst i én cirkel.

Tranebær. *Oxycoccus palustris* er i 1937 angivet for floraprøveflade 15, hvilket ikke er sandsynligt på det tørre voksested. Registreringerne er skrevet ind i de originale tekster. Der kan måske være tale om timian (*Thymus sp.*). Vi har ændret registrering til ukendt art. Den indgår som sådan i antallet af arter.

Flipkrave/gåsemad. I Prøveflade 15, 1926 er "Teesdalia ?" noteret i målebogen. I den færdige tekst har Oppermann og Bornebusch (1930) skiftet navnet til gåsemad (*Arabidopsis thaliana*).

Gåsemad er valgt her, da ændringen regnes for bevidst fra forfatterens side.

Troldurt. I Prøveflade 9, 1937 er en art angivet som "SkaTroldurt" i målebogen. Det ser ud som om, der er startet på at skrive Skjaller for derefter at ændre det til Troldurt. Arten er angivet som troldurt, *Pedicularis sylvatica* (i originalartikel). Der er her regnet med, at den oprindelige revurdering af navnet er korrekt.

Hvener. Agrostis artene er oftest angivet som *Agrostis sp.* eller „fioringræs“ i målebøgerne. Når andre betegnelser forekommer, er det altid alm. hvene (*A. tenuis*). Betegnelsen ”fioringræs” dækker over alm. hvene (*Agrostis tenuis*), krybhvene (*A. stolonifera*) og stortoppet hvene (*A. gigantea*) (Lange 1959-61). Både alm. hvene, krybhvene og hundehvene er set på heden i 1922 (Hansen 1932). Man kan ikke udelukke, at betegnelsen også kunne dække sandhvene (*A. stricta*). Sandhvene har tidligere været anset som en underart af hundehvene med navnet *A. canina* ssp. *montana* og er en sandsynlig art på det angivne voksested. For hundehvene er det udfra voksestedet helt sikkert, at hovedtypen (*A. canina* ssp. *canina*) er registreret i moserne, men på grund af et skiftende syn på sandhvenes artsstatus er det er umuligt at vide, om også sandhvenen er set på heden. Der er samtidig en stor forvekslingsmulighed mellem arterne, specielt i vegetativ tilstand. I tabellerne er hvenerne regnet som alm. hvene. Man skal dog være opmærksom på, at der for nogle af registreringerne kan være tale om sandhvene.

Engrørhvene *Calamagrostis canescens* optræder kun i prøveflade 8, 1937. Til gengæld mangler alm. hvene (*Agrostis tenuis*) netop dette år. Registreringen er efterfølgende ændret til alm. hvene i Bornebusch (1938). Det er nærliggende at tænke sig, at rettelsen til alm hvene er en ægte artsrettelse snarere end en skemafeltsammenlægning (se under ”star”). Af rørhvene-arterne er kun bjergrørhvene, *Calamagrostis epigeios* angivet fra heden af Hansen (1932).

Frytle. På floraprøveflade 15 er markfrytle (*Luzula campestris*) noteret i 1942 og 1959, i 1926 er noteret *Luzula sp.*, som også kun er angivet som “Frytle” i Oppermann og Bornebusch (1930). Arten er i nærværende rapport regnet for *Luzula campestris*. Både *L. campestris*, *L. multiflora* og andre arter kendes fra området (Hansen 1932).

Star. Bornebusch (1938) har tilsyneladende haft pladsproblemer i tabellerne og sammenlagt arter. Det har givet en række fejl i data, som er videreført i senere rapporter (gælder også for svingel og evt. også for rørhvene). I tabellerne i Bornebusch (1938) er arterne pillestar (*C. pilulifera*) og sandstar (*C. arenaria*) i de fleste tabeller sammenlagt som sandstar, men i tabellen over floraprøveflade 6-11 er de sammenlagt som pillestar. Artsbestemmelsen af stararterne har samtidig været meget mangelfuld i de første undersøgelser. Der har været besvær med at skelne mellem sandstar, alm. Star (*C. nigra*) og sågar pillestar. Ofte er arterne blot angivet som *Carex sp.* Det har gjort det meget vanskeligt efterfølgende at udrede artsforholdene. Det er gjort efter bedste evne ud fra målebogen og de tidlige publikationer, men der kan stadig være fejl.

Eksempelvis er pillestar i målebogen fra 1937 angivet for floraprøveflade 18 sammen med alm. star (*C. nigra*), men kan være fejlbestemt sandstar. Sand-

star er ikke nævnt i 1937, men er angivet ved flere af de andre undersøgelser. Også i dag er der sandstar på prøvefladen. Det kan dog ikke afvises, at der i 1937 fandtes pillestar, da arten i visse år pludselig kan have god frøspiring. Målebogens angivelse af pillestar accepteres, idet der regnes med, at der har været tale om et typisk eksempel på tabelkoncentrering.

Svingel. Bornebusch (1938) havde sandsynligvis også pladsmangel i tabellerne og derfor sammenlagt arterne fåresvingel (*Festuca ovina*) og rød svingel (*F. rubra*) som fåresvingel. Det er sket i tabellerne over floraprøveflade 1-4, 12-13 samt 14-19. Vi har anvendt de oprindelige registreringer fra målebogen.

Ulvefod. I floraprøveflade 8, 1937 står der "Leucopodium" i målebogen. I den originale publikation (Bornebusch, 1938) er arten angivet som alm. ulvefod (*Lycopodium)*, som også fandtes i 1926, og som jævnligt er fundet på nabofeltet. *Leucobryum* - falsk hvidmos, som også er en nærliggende navneforvekslingsmulighed, er ikke angivet for disse to prøveflader. Vi har bibeholdt artens angivelse som alm. ulvefod.

Nålesumpstrå er angivet i originaldata fra 1994 og 1996 fra floraprøveflade 12 og 19. Der er tale om en fejlbestemmelse for tuekogleaks, *Trichophorum cespitosum*. Vi har medtaget den som tuekogleaks.

Fløjlsgræs (*Holcus lanatus*) er i rådata angivet for flere floraprøveflader i 1994 og 1996, men der var tale om en notatfejl for krybende hestegræs (*Holcus mollis*). Den er her medtaget som krybende hestegræs.

Fåresvingel er overset i floraprøveflade 15 i 1994 og 1996 og er medtaget som bølget bunke. Det har ikke været muligt at korrigere for fejlen.

Mosser og laver. Usikkerheden på bestemmelsen af mos- og lavarter er generelt meget betydelig og stærkt vekslende gennem årene. Inden for begge grupper skifter slægtsnavne endvidere status så hurtigt, at det er nødvendigt at vide, hvilken reference en registrering hentyder til. Det er f.eks. ikke altid, man ved om „*Hypnum sp*." skal henføre til *Pseudoscleropodium purum,* som tidligere hed *Hypnum purum* eller *Hypnum cupressiforme*, som tidligere hed *Stereodon cupressiforme*. I 1937 er der mest registreret "*Tamariscifolium*", som er en for forfatterne ukendt betegnelse.

Rensdyrlaverne og bægerlaverne har også skiftevis været samlet under én slægt (*Cladonia*) eller adskilt i to slægter (*Cladina* og *Cladonia*). Når *Cladonia* er den eneste kategori, der optræder i skemaerne, er det principielt umuligt at vide, om både *Cladina*-arter og *Cladonia* arter er inkluderet, eller om man har holdt sig til at registrere *Cladina*-arter. *Cladina* arterne er som regel både hyp-

pigere og mere synlige, så vi antager, at de er medtaget under kategorien *Cladonia* i de år, hvor *Cladina* ikke er angivet i skemaerne.

Mosserne er ikke medtaget ved den statistisk behandling af data pga. de uregelmæssige og usikre registreringer. Derimod er det valgt at medtage lavregistreringerne i de statistiske behandlinger, men kun som en samlet gruppe af *Cladina* og *Cladonia*. "Mos" og gruppen "Lav (andre laver)" er dog medtaget i oversigten i bilag 2 og 3.

Hansen (1932) har udført en meget nøje undersøgelse af mos- og lavfloraen på heden. I 1994 og 1996 blev der taget enkelte noter om mosserne. For en behandling af mosfloraen henvises derfor til Hansen (1932) og Frandsen (1997).

B4.1.3 Overordnet vurdering af datapålideligheden.
Den svingende kvalitet i artsbestemmelser og artsangivelser har ikke haft nogen særlig betydning for resultaterne og konklusionerne af det samlede materiale, da der oftest er tale om arter, der har fyldt meget lidt. Størst betydning har det haft i fortolkningen af den økologiske tilstand ud fra planternes økologiske optima og livsstrategier. Når planterne indgår i en uvægtet analyse, hvor der ikke er taget højde for planternes betydning (dækning, frekvens), kan fejlbestemte eller udeladte plantearter nogen stor betydning.

B4.2 Trætællingerne

Trætællingerne indeholder tilsvarende en del uoverensstemmelser mellem metoderne i de enkelte undersøgelsesår. Undersøgelsesområdets grænser har varieret mellem de enkelte undersøgelser. Grænserne kan dels variere under optællingen og dels under sammentællingerne.

- I 1921 og 1926 medtalte man ikke træerne på skrænten mod nord og på diget langs syd- og østkanten af heden
- I 1959 bemærkede Løfting (målebog 1959) åbenbart nogle uregelmæssigheder m.h.t. indhegningen og noterer, at han talte træerne uden for hegnet med. Det er uvist præcist, hvor dette hegn var opsat.

Oprindeligt blev kvadratfelterne optalt af to personer som gik med 100 m imellem sig, en gang frem og en gang tilbage gennem hvert kvadratfelt (Oppermann & Bornebusch, 1930). Fremgangsmåden ved de følgende undersøgelser fremgår ikke klart, men i 1974 gik to mand med 10 m imellem sig, idet tilgroningen dengang umuliggjorde en opgørelse i 100 m brede baner (Holmsgaard, pers. medd.). Den stikprøvebaserede prøvetagning i 1994-96 er ofte foregået på ret små arealer. Metodeændringen fra 1921 til 1974 og igen til 1994-96 betyder, at iagttageren kommer tættere og tættere på træerne. Det har muliggjort en nøjere

artsbestemmelse og mere dækkende registrering af de mindre buske og træer.

Optællingen af træer og buske har heller ikke været konsekvent. Buske er aldrig blevet optalt helt konsekvent. Notaterne om de mindre hyppige buske og træer fra 1921 undersøgelsen blev ikke publiceret i 1930 og må regnes som upålidelige i den første undersøgelse. De første pålidelige tællinger af andre end hovedarterne findes først fra 1926.

B4.2.1 Arter

Pilebuske. Der er angivet 4 arter pil fra undersøgelserne. Krybende pil (*Salix repens*) er en meget lav art, som er almindelig på heder. Den er registreret med meget skiftende intensitet og er udeladt i sammentællingerne. Øret pil (*Salix aurita*) og grå pil (*Salix cinerea*) er to meget lignende arter, som adskilles af behåringen på grenene - en karakter, der ikke kan skelnes på afstand. De er forvekslet i undersøgelserne, og der er ikke angivet mere end én af disse arter i nogle af undersøgelserne. Begge arter findes på de fugtige arealer og er her grupperet sammen. Gruppen kan evt. også indeholde seljepil (*Salix caprea*), men denne art er der kun få eksemplarer af. I tabellerne er betegnelsen derfor ændret fra ”Gråpil” til ”Gråpil & øret pil”.

Gran. Registreringerne af de enkelte granarter har været meget inhomogen. Der er ikke skelnet mellem rødgran (*Picea abies*) og hvidgran (*P. glauca*). Sitkagran (*P. sitchensis*) er registreret en enkelt gang i 1937, men kan være overset siden.
1921: Alle individer er registreret som hvidgran.
1926: Opdeling i hvidgran og rødgran med en restgruppe gran.
1931: Hovedparten registreret som gran med undtagelse af enkelte hvidgran.
1937: Alle registreret som gran med undtagelse af en enkelt sitkagran.
1942: Alle på nær et individ registreret som hvidgran.
1949, 1959, 1974: Opdeling i hvidgran og rødgran.
1994: (Registreringer i baner) registreret som gran
1995: (Områdemetoden) opdeling i hvidgran og rødgran
Som konsekvens af inhomogeniteterne er alle tre *Picea* arter samlet under betegnelsen gran (*Picea sp.*).

Ædelgran. Nordmannsgran (*Abies nordmanniana*) blev registreret med 12 individer i 1974, og alm. Ædelgran (*A. alba*) blev registreret i 1995. Et par eksemplerer er definitivt bestemt til alm. ædelgran i 2003. De er nu slået sammen som ædelgran, en betegnelse, der skal forstås som slægten ædelgran (Abies sp.). I 1995 er der registreret 200 individer af ædelgran, men det er værd at bemærke, at de er baseret på én observation i de små trætællingsområder fra 1995.

Andre nåletræer. I 1959 er der registreret en enkelt 1-2 m høj kummerform af østrisk fyr, *Pinus nigra*. Østrisk fyr ligner på afstand mest bjergfyr. Individet og dets eventuelle efterkommere er sikkert siden blevet forvekslet med denne art. For ikke at oprette en særlig kategori til dette ene individ er den regnet sammen med bjergfyr.

Bævreasp. Pålidelige optællinger af bævreasp, *Populus tremula* findes fra 1931. De er kun undtagelsesvis angivet i tidligere publikationer.

Bærmispel. Der er en enkelt usikker bestemmelse af bærmispel som *Amelancier canadensis*, hvilket er lig med alm. Bærmispel (*A. lamarkii*). I 2003 blev der indsamlet et eksemplar af bærmispel, som blev bestemt til aksbærmispel. Det er uvist hvilke arter af bærmispel, der findes i området udover aksbærmispel.

Hyld. Druehyld, *Sambucus racemosa* kan let kendes fra alm. hyld, *Sambucus nigra* på frugtstanden. I vegetativ form kendes de fra hinanden på grenenes farvetone og evt. marven. De kan således sjældent kendes fra hinanden på afstand og er samlet under betegnelsen hyld.

Ribes. Fjeldribs (*Ribes alpinum*) er angivet med 2 fund i 1974. Arten er ved beregninger lagt sammen med de andre ribes arter: ribs (*R. rubrum*), solbær (*R. nigrum*) og stikkelsbær (*R. uva-crispa*) til gruppen ribs (*Ribes sp.*)

Hvidel (*Alnus incana*) er taget ud, da den kun er registreret med rodskud fra et plantet hegn udenfor området (kvadratfelt 18 og 26) og fordi disse træer kun er optalt en enkelt gang.

Snebær (*Symphoricarpus rivularis*) er registreret som tilstede ved flere af undersøgelserne, men den er kun talt i 1931 og 1959. Denne art er taget helt ud af materialet.

BILAG 5. METODEKRITIK OG ANBEFALINGER

B5.1 Floraundersøgelserne

Undersøgelserne blev de første seks gange gennemført hvert 5. år, hvilket var et passende interval til at give et detaljeret billede af de overordnede tendenser. Med årene er der gået længere og længere tid mellem undersøgelserne. Den seneste undersøgelse blev foretaget 20 år efter den forrige, hvilket er for lang tid til at følge successionen af floraen. De katastrofeagtige begivenheder, som er en betydningsfuld faktor i hedens succession, er svære at få registreret, hvis ikke undersøgelsesfrekvensen er hyppig. Det var en tilfældighed, at den enkeltbegivenhed, der har haft størst betydning for successionen - den katastrofeagtige uddøen af hedelyng umiddelbart før 1949 - er blevet registreret, da hedelyng var i minimum. Havde undersøgelsen ligget få år senere, ville man have fået et kaotisk billede, hvor fortolkningsmulighederne ville have været ringe. Man kan sammenligne med bladbilleangrebet i 1928, som blot 3 år senere var svært at erkende i registreringerne.

Et andet eksempel på dårlig tidsopløsning er den næsten komplette overgang fra en blandet græsvegetation af bølget bunke og fåresvingel til sandstar på floraprøveflade 15 i 1974. Skiftet skyldes ikke, at prøvefladen er lagt lidt forkert. Prøvefladen er let at finde, og man kan i dag ikke i de nære omgivelser finde en tilsvarende sandstar-domineret vegetation. Kun en tættere tidsmæssig oplysning kunne have vist, om udviklingen skyldtes en enkelt katastrofe - eller om der var tale om en gradvis udvikling. De lange mellemrum mellem undersøgelserne giver ikke altid mulighed for at tolke vegetationsændringer.

De permanente floraprøveflader er ikke mærkede, men skal udmåles hver gang ud fra koordinater i forhold til kvadratnettet (Oppermann og Bornebusch, 1930). Udmålingen er svær og meget tidskrævende, da pejling og afstandsmåling er vanskeliggjort af tilgroningen. Det har dog næppe den store betydning for tolkningen af resultaterne. Da der er gået 20 år siden den forrige undersøgelse, har variationen på grund af tiden givet betydet mere end variationen på grund af placeringen. Med den stigende tilgroning er det vigtigt, at prøvefladerne bliver målt nøjagtigt ud og hjørnerne markeres permanent i terrænet.

Det er uheldigt, at hegnsudretningen i nord har ramt floraprøvefladerne 8, 9 og 10 (Holmsgaard 1978). Disse prøveflader har derved mistet en stor del af deres forskningsmæssige betydning.

Et andet problem er uregelmæssigheder i registreringer. Nogle af de permanente prøveflader er ikke registreret i 1942 og andre ikke i 1949. En enkelt er tilsyneladende lagt forkert i 1974. Dertil kommer forskelle i floraregistreringerne nævnt i bilag 4.

Fortolkningen af resultaterne fra nogle af prøvefladerne har været vanskeliggjort af, at træerne ikke systematisk og grundigt har været inkluderet i undersøgelserne af floraprøvefladerne og derfor ikke er registreret konsekvent. Trædækket kan derfor i visse tilfælde vise sig som en stærkt faldende dækningsgrad i urtevegetationen som f.eks. i prøveflade 16 og 17, men trædækket bliver tilsyneladende ofte glemt i registreringen, når de er blevet for store. Dette er vigtigt at få registreret ved fremtidige undersøgelser.

B5.2 Optælling af træer og buske

Det største problem med trætællingerne er, at det er blevet umuligt at tælle alle træerne med ca. 400.000 træer på området.

Ligesom undersøgelserne af de permanente floraprøveflader har optællingen af træer og buske ikke været konsekvente. Specielt for buskvegetationen er det meget varierende, hvor grundig registreringen har været. Arter, der er medtaget ved en undersøgelse kan være udelukket i en anden. For de større træarter er dette ikke noget egentligt problem. Ved sammenlægningen af hvidgran, rødgran og sitka i en gruppe "gran (*Picea sp*.)" er man ude over de væsentligste problemer (jfr Bilag 4).

En væsentlig fejlkilde i trætællingerne er, at den nordlige grænse for tællingerne ikke har været konsekvent fastlagt. Samtidig er der netop i det område en voldsom tilgroning, så selv mindre afvigelser har indflydelse på det samlede antal træer.

Ændringen af trætællingsmetoden fra oprindeligt at foregå i 100 m baner til 10 m baner i 1974 og nu detaljerede undersøgelser i områder på 100 - 2500 m^2 har betydet, at færre og færre små træer er blevet overset. En del af den stigning, man finder fra 1921 til 1995, skyldes sandsynligvis ændringen af metoden. Prøvefladerne ved områdemetoden i 1995 blev ikke permanent markeret, hvilket betyder, at man ikke kan lægge prøvefladerne det samme sted ved senere undersøgelser.

Den manglende sammenhæng mellem kvadratfelterne og områdemetoden betyder, at sammenligninger med de tidligere undersøgelser vanskeliggøres og forstyrres af systematiske fejl. Det betyder især meget for de mindre hyppige arter. Det skyldes i bund og grund, at heden er meget heterogen. Bjergfyr spredt fra hegnet giver én gradient, eg fra området omkring Nørholm Gods en anden, birk blander sig klumpvis, hvor der har været forstyrrelser osv.

Det lave antal af stikprøver i tilgroningsområderne har betydning; Totalt blev der optalt 94 stikprøver i de 34 områder, så det gennemsnitlige antal var 2,8 stikprøver/område, hvilket gør usikkerheden stor. Til gengæld er man med områdeundersøgelsen meget sikker på, at der ikke er overset mange små planter i de områder, der er undersøgt.

B5.3 Hovedproblemer

Hovedproblemerne kan opsummeres således:
1. Det bliver stadigt vanskeligere at orientere sig i terrænnet
2. Der er en ringe kobling mellem floraundersøgelserne og trætællingerne
3. Der går for lang tid mellem floraregistreringerne
4. Indvandringen af skovbundsurter er dårligt belyst
5. Overgang til områdemetoden ved trætælling vanskeliggør sammenligningen med tidligere undersøgelser, da der ikke er en kobling mellem tilgroningsområder og kvadratfelterne.
6. Der savnes detaljeret viden om successionsprocesserne lokalt. Der kan være tale om mere detaljerede oplysninger om græsningstryk og hendøen af arter som f.eks. bjergfyr, næringsstofbegrænsninger. Denne viden kan tilvejebringes eksperimentelt.
7. Det er svært at koble specialundersøgelser af nye emner på de hidtidige undersøgelser af træopvæksten, fordi man ikke kan få præcise oplysninger om trævæksten i mindre delområder.

B5.4 Anbefalinger

Ved den næste undersøgelse vil det være væsentligt af få tilrettelagt trætællingerne så de foregår på mindre prøveflader, der kan stedfæstes i terrænet. Det kan ske som et kompromis mellem en lille prøvestørrelse, som betyder, at også opvæksten medtælles og en stor, som giver en rimelig repræsentation af de større træer – også i fremtiden, når træerne når en stor størrelse. Det kan f.eks. overvejes at lave to eller tredelte plots, hvor opvæksten undersøges nøje på et mindre areal, de større træer på et større areal og de sjældnere forekommende arter på det største areal. Samtidig er det vigtigt at sikre repræsentativiteten. Man skal have for øje, at også gradienter og lokale forskelle i træopvæksten så vidt muligt bør afspejles i resultaterne.

Floraprøveflader markeres permanent i terrænet, så tidsforbruget kan begrænses. Det muliggør også en hyppigere frekvens af undersøgelser, da selve floraundersøgelsen ikke tager lang tid. Samtidig bør det overvejes at registrere træopvæksten på prøvefladerne og i deres umiddelbare nærhed mere systematisk samt registrere dækning af træer over Raunkjær cirklerne.

BILAG 6: TILGÆNGELIGE DATAFILER FRA NØRHOLM HEDE

Data fra alle undersøgelserne fra alle årene er nu samlet i nogle få datafiler. Materialet kan rekvireres ved henvendelse til Skov & Landskab, KVL, Afd. for Anvendt Økologi.

Vegetationanalyserne: Filen **NH vegetation 21-96.xls** har alle grunddata, dvs. samtlige arter med frekvens og dækning i samtlige Raunkiær cirkler i alle 20 vegetationsplot og i alle årene. Desuden er kommentarer fra målebøgerne medtaget. Regnearket indeholder desuden beregningsark til sammenstillinger.

Floralisten fra bilag 1 findes i uddybet form elektronisk. Filen **NH floraliste 21-96.xls** indeholder en floraliste med samtlige registrerede arter fra Nørholm Hede. Det fremgår af listen, hvilke år arten er registreret, om den er registreret i Raunkiær cirklerne, på floraprøvefladen eller på heden. Hvis den er registreret i cirklerne fremgår det hvor mange cirkler, den er fundet i.

Trætællingerne: Filen **NH trætælling 21-94.xls** indeholder træarts- og højdefordelinger i kvadratfelter fra alle undersøgelserne på nær den sidste, hvor tællingerne foregik ved områdemetoden. I denne fil er også tibanetællinger og totaloptælling i kvadratfelt 20 i 1994 med.

I 1995 blev trætællingerne på Nørholm Hede foretaget ved optællinger på mindre arealer indenfor de homogene områder mht. trætilgroning, som heden blev delt op i ved områdemetoden Trætællingerne fra alle områder er tilgængelige i filen **NH trætælling 95.xls**. Filen indeholder data fra alle prøveflader optalt efter områdemetoden, hvilke områder de repræsenterer og med hvilket areal disse områder er repræsenteret i de enkelte kvadratfelter.

BILAG 7: LITTERATUR OG MATERIALER FRA NØRHOLM HEDE

Samtlige målebøger fra flora- og træundersøgelserne på Nørholm Hede opbevares på Skov & Landskab, KVL. Her opbevares desuden fotos fra floraprøvefladerne samt jordbundsprofiler. Materialet fra Nørholm Hede er citeret i en række publikationer. I nedestående litteraturliste er kun medtaget publikationer, der alene omhandler Nørholm Hede.

Binding, T., 1997.
Nørholm Hede - Succession eller Pleje? Specialerapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 105 pp.

Bornebusch, C. H., 1938.
Nørholm Hede. Anden beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 15: 33-80.

Bornebusch, C. H., 1952.
Nørholm Hede. Tredje beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 21: 1-41.

Frandsen, B. L., 1997.
Langtidssuccessionsmønstre på Nørholm Hede. Specialerapport, Økologisk Afdeling, Botanisk Institut, Københavns Universitet. 134 s.

Hansen, H. M., 1932.
Nørholm Hede, en formationsstatistisk vegetationmonografi. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter. Naturvid. Og Mat. (9.3.3.): 99-195.

Holmsgaard, J.E., 1986.
Nørholm Hede. 5. beretning. Træernes indvandring og floraændringer på Nørholm Hede 1921-1974. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 40, pp: 271-357.

Løfting, E.C.I. og Scheurer, E., 1963.
Nørholm Hede. 4. beretning. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 28, pp: 35-66.

Oppermann, A. og Bornebusch, C. H. 1930.
Nørholm Skov og Hede. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 11, 257-360.

FORMER ISSUES OF FOREST & LANDSCAPE RESEARCH

(No. 1 - No. 26 issued in "The Research Series" (Forskningsserien)

No. 1-1993 Stofkredsløb i sitkagran, rødgran og bøgebevoksninger i Danmark.
Lars Bo Pedersen
ISBN 87-89822-14-5. *Out of print*

No. 2-1993 Provenienser af stilkeg (*Quercus robur* L.) og vintereg (*Quercus petraea* (Matthuschka) Liebl.) i Danmark.
Jan Svejgaard Jensen
ISBN 87-89822-16-1. DKK 150.00

No. 3-1993 Growth and Yield Estimation from Successive Forest Inventories. Pro-ceedings from the IUFRO Conference, held in Copenhagen, 14-17 June 1993.
J.K. Vanclay, J.P. Skovsgaard & G.Z. Gertner (ed.)
ISBN 87-89822-19-6. DKK 150.00

No. 4-1993 Vanris på dansk stilkeg (*Quercus robur* L.).
Jan Svejgaard Jensen
ISBN 87-89822-22-6. DKK 100.00

No. 5-1994 The Use of Sludge in Forestry and Agriculture. A Comparison of the Legislation in Different Countries.
Merete Morsing
ISBN 87-89822-24-2. DKK 100.00

No. 6-1994 Marginaljorder og landskabet - marginaliseringsdebatten 10 år efter. Rapport fra et tværfagligt seminar afholdt af Dansk Landskabsøkologisk Forening i samarbejde med Institut for Økonomi, Skov og Landskab, KVL, Fredag den 25. september 1992.
Jesper Brandt & Jørgen Primdahl (ed.)
ISBN 87-89822-28-5. *Out of print*

No. 7-1994 Landskabsøkologiske problemer i kystzonen. Rapport fra et tværfagligt seminar afholdt af Dansk Landskabsøkologisk Forening i samarbejde med Institut for Økonomi, Skov og Landskab, KVL, Fredag den 8. oktober 1993.
Erling Andersen (ed.)
ISBN 87-89822-29-3. DKK 75.00

No. 8-1994 Throughfall and Canopy Interactions in Spruce Forest.
Karin Hansen
ISBN 87-89822-30-7. DKK 150.00

No. 9-1994 Genetisk variation i sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i højdevækst, stammeform og frosthærdighed - vurderet ud fra danske proveniens-, afkoms- og klonforsøg.
Ulrik Bräuner Nielsen
ISBN 87-89822-35-8. DKK 200.00

No. 10-1994 Density Variations and Demarcation of the Juvenile Wood in Norway Spruce.
Frede Danborg
ISBN 87-89822-36-6. DKK 100.00

No. 11-1995 Genetics and Silviculture of Beech. Proceedings from the 5th Beech Symposium of the IUFRO Project Group P1.10-00,19-24 September 1994, Mogenstrup, Denmark.
Søren F. Madsen (ed.)
ISBN 87-89822-38-2. DKK 200.00

No. 12-1995 Naturbeskyttelse og det almindelige agerland. Rapport fra det 4. landskabsøkologiske seminar afholdt af Dansk Landskabsøkologisk Forening i samarbejde med Institut for Økonomi, Skov og Landskab, KVL, 11. november 1994.
Jesper Brandt & Jørgen Primdahl (ed.)
ISBN 87-89822-43-9. *Out of print*

No. 13-1996 Bøgeforyngelser i Østjylland.
J.P. Skovsgaard & M. Morsing (ed.)
ISBN 87-89822-45-5. DKK 250.00

No. 14-1996 Bynære landbrugsområder i hovedstadsregionen 1994.
Susanne Ogstrup & Jørgen Primdahl
ISBN 87-89822-47-1. *Out of print*

No. 15-1996 Plantevækst i forbindelse med byggeri. Planlægningens og projekterin-gens indflydelse på vedplanters vækstvilkår i utilsigtet komprimerede jorder.
Thomas Barfoed Randrup
ISBN 87-89822-49-8. DKK 300.00

No. 16-1996 Virkning af slamgødskning på det omgivende miljø og på biomasse-kvantitet og -kvalitet i energiskove af pil.
Keld Hauge Nielsen
ISBN 87-89822-58-7. DKK 150.00

No. 17-1996 Træers forhold til salinitet. En behandling af træers reaktion på salt- og ionstress med vægt på arter fra den tempererede klimazone.
Jens Dragsted
ISBN 87-89822-64-1. DKK 300.00

No. 18-1996 Juvenile Wood in Norway and Sitka Spruce. Anatomy, density, drying properties, visual grading and strength properties.
Frede Danborg
ISBN 87-89822-69-2. *Out of print*

No. 19-1997 Tyndingsfri drift af sitkagran. En analyse af bevoksningsstruktur og vedmasseproduktion i utyndede bevoksninger af sitkagran *(Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i Danmark.
Jens Peter Skovsgaard
ISBN 87-89822-78-1. DKK 300.00

No. 20-1997 Friluftsliv i skovene 1976/77 - 1993/94.
Frank Søndergaard Jensen & Niels Elers Koch
ISBN 87-89822-89-7. DKK 250.00

No. 21-1997 Decline of mires in four Danish state forests during the 19th and 20th century.
Flemming Rune
ISBN 87-89822-94-3. DKK 100.00

No. 22-1997 Fire artikler om nåletræer.
Ellen Juel Christensen (ed.)
ISBN 87-7903-003-3. DKK 125.00

No. 23-1998 Vitalization of mature Norway spruce stands by fertilization and liming.
Morten Ingerslev
ISBN 87-7903-008-4. DKK 250.00

No. 24-1998 Natural forest management among indigenous peoples in Latin America.
Søren Gram
ISBN 87-7903-020-3. DKK 125.00

No. 25-1998 Friluftsliv i det åbne land 1994/95.
Frank Søndergaard Jensen
ISBN 87-7903-021-1. DKK 175.00

No. 26-1999 Forest recreation in Denmark from the 1970s to the 1990s.
Frank Søndergaard Jensen
ISBN 87-7903-058-0. DKK 175.00

No. 27-2000 Offentlige områdeudpegninger i jordbrugslandskabet.
Helle Tegner Anker, Ole Hjort Caspersen, Berit Hasler & Jørgen Primdahl
ISBN 87-7903-068-8. DKK 100.00

No. 28-2000 Anvendelse og betydning af byens parker og grønne områder (Use and importance of urban parks).
Stine Holm
ISBN 87-7903-075-0. DKK 300.00

No. 29-2001 Recirkulering af organisk affald ved kompostering i lokale og større kredsløb.
Ulrik Reeh
ISBN 87-7903-115-3. DKK 150.00

No. 30-2001 Vedvarende græsarealer – landbruget og reguleringen.
Erling Andersen
ISBN 87-7903-135-8. DKK 250.00

No. 31-2002 Landskab, forandring og forvaltning - fem landskabsstudier fra Bjerringbro og Hvorslev
Ole H. Caspersen & Bo Fritzbøger (ed.)
ISBN 87-7903-142-0. DKK 250.00

No. 32-2002 Implementation of Landscape Ecological Methods to GIS-based Procedures for Land Use Analysis and Decision Support in Rural Areas
Ole H. Caspersen
ISBN 87-7903-141-2. DKK 250.00

No. 33-2003 Næringsstofkredsløb i skove - Ionbalanceprojektet
Karin Hansen (ed.)
ISBN 87-7903-156-0. DKK 300.00

No. 34-2003 A study of factors affecting germination, establishment, and competition of the turfgrass species red fescue (*Festuca rubra* L. spp. *litoralis* Vasey), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)
Søren Ugilt Larsen
ISBN 87-7903-202-8. DKK 250.00

No. 35-2005 Nørholm Hede. En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning
Torben Riis-Nielsen, Inger Kappel Schmidt, Bjarke Frandsen & Trine Binding
ISBN 87-7903-249-4. DKK 300.00

Single issues are available from:

Samfundslitteratur KVL-bogladen
Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg C, Denmark
Tel.: (+45) 3535 7622 Fax: (+45) 3535 2790
E-mail: sl@sl.cbs.dk

Forest & Landscape

Forest & Landscape
Research
No. 35 • 2005

**Danish Centre for
Forest, Landscape
and Planning • KVL**

Hørsholm Kongevej 11
DK-2970 Hørsholm
Denmark
Tel. (+45) 3528 1500
www.SL.kvl.dk
SL@kvl.dk

Forest & Landscape is an independent centre for research, education, and extension regarding forest, landscape and planning at the Royal Veterinary and Agricultural University (KVL)

ISBN 87-7903-249-4
ISSN 1601-6734

Nørholm Hede – En langtidsundersøgelse af hedens vegetationsudvikling og tilgroning

No. 35 • 2005