

Statusundersøgelse i ryddede klitplantager

-en undersøgelse af vegetationssammensætning og miljøparametre



Aalborg Universitet 2015

Specialerapport i Biologi

Lasse Søren-Peder Børge Lind

Vejleder: Morten Lauge Pedersen

[tom side]

Datablad

Titel: Statusundersøgelse i ryddede klitplantager

Undertitel: En undersøgelse af vegetationssammensætning og miljøparametre

Forfatter: Lasse Søren-Peder Børge Lind

Vejleder: Morten Lauge Pedersen

Institution: Institut for kemi og biovidenskab, Aalborg Universitet.

Afsluttet d.: 10. oktober, 2015.

Finansiel støtte: Nationalparkfonden Thy –Forskningspuljen.

Sammenfatning: I Nationalpark Thy er påbegyndt rydning af nåletræsplantager til fordel for at øge arealet og forbindelsen mellem klithederne. Denne rapport undersøger status af vegetationssammensætning og miljøparametre i fem ryddede plantager, der er ryddet i en tidsserie fra 4 til 23 år siden, herudover sammenlignes vegetationssammensætning og miljøparametre i tre af de ryddede plantager mellem årene 2014 og 2001.

Resultaterne af undersøgelsen viser en generel tendens til øget udbredelse af dværgbuske, især *Calluna vulgaris*, og *Cladonia cladina* spp. over tid efter rydningen. Der ses herudover tendenser til en forhøjet næringsstofpåvirkning i fire af de undersøgte lokaliteter. Undersøgelsen indikerer endvidere, at fire år efter en rydning er foretaget er *Carex arenaria* hyppigst i vegetationssamfundet, herefter ses tendens til reducere i udbredelsen. I en af de ryddede plantager antydes endvidere en øget tendens til fugtigere arealer på den undersøgte lokalitet.

Undersøgelsen viser ydermere, at de hyppigst registrerede arter på de undersøgte lokaliteter alle er karakteristiske arter for klithede og/eller gråklit. Af undersøgelsen vurderes, at der er et godt potentiale for at vegetationen på de ryddede plantager forbliver karakteriseret af klithede og gråklit arter, med tiden kan der dog blive behov for let afgræsning.

Fotoforside: Klithede i Tved Klitplantage (forgrund) og Stenbjerg Klitplantage (baggrund). Juli, 2014.

Oplagstal: 14

Sideantal: 63

Antal bilag: 14 (1-14)

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

[tom side]

Forord

Følgende specialerapport er udarbejdet ved Sektion for Biologi, Institut for Kemi og Biovidenskab under vejledning af Morten Lauge Pedersen, Sektion for Vand og Miljø, Institut for Byggeri og Anlæg. Begge institutter er en del af Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet.

Der skal lyde en stor tak til min vejleder for hjælp og vejledning i udarbejdelsen af undersøgelsen og rapporten, samt til laboranterne Jytte Dencker og Helle Blendstrup for rådgivning og assistance i forbindelse med laboratoriearbejdet og anskaffelse af udstyr. Herudover skal der lyde en stor tak til Nationalparkfonden Thy for økonomisk støtte til projektet samt stor tak til Signe Kappel Jørgensen (Nationalpark Thy) og Kristian Mandsberg Nielsen (Naturstyrelsen Thy) for rådgivning og vejledning i forbindelse med undersøgelsen og udarbejdelsen af rapporten. Der skal ligeledes lyde en stor tak til Sabine Stosiek (Amphi Consult), Erik Aude (HabitatVision) og Ulrik Søchting (Københavns Universitet) for uvurderlig hjælp til artsbestemmelsen af hhv. karplanter, mosser og laver. Herudover tak til Bryologisk forening og deltagerne ved ”MosCamp 2014” for at introducere mig for en verden af mosser.

Desuden vil jeg også række en stor tak til Ellen og Karsten (Grangaardens gæstebolig), Sanne og Askov, (Nors) samt Sinne og Christian (Thisted) for husly i Thy under feltarbejdet samt tak til Sinne for hjælpen i felten. Endvidere vil jeg sende en stor tak til min mor, Inge, for lån af hendes terrængående bil i forbindelse med feltundersøgelsen, samt stor tak til Jannie for hjælp til korrekturrettelser i rapporten. Sidst, men ikke mindst, vil jeg takke min dejlige kæreste, Tine, som har været tålmodig, hjælpsom og støttende gennem hele projektforsløbet, det har været uvurderligt.

Foruden de overnævnte personer vil jeg også gerne takke øvrige kontakter, medstuderende, venner og familie, der har bidraget til undersøgelsen og rapportens tilblivelse samt støttet mig gennem projektforsløbet.

Læsevejledning

Rapporten er opdelt i fortløbende nummererede kapitler, afsnit og underafsnit. Kildeangivelsen følger MS Word Chicago, 15. udgave med enkelte korrektioner. Litteraturliste og bilag forefindes i rapportens sidste del.

Navngivningen for danske og latinske plante- og lavararter følger DanBIF (2015). Første gang en plante eller lav præsenteres, benævnes det latinske og det danske artsnavn, herefter benævnes arten ved dens latinske navn.

Hvor andet ikke er angivet er figurer, tabeller og fotos af Lasse Lind.

[tom side]

Abstract

In the national park of Thy *Pinus*-plantation is clear-felled to increase the area and the connections of the dune heaths. This rapport examines the status of the vegetation and environmental conditions in five cleared plantation, which has been clear-felled 4 to 23 years ago. In addition to this, the vegetation and environmental conditions in three clear-felled plantations is compared between the years 2014 and 2001.

The result indicates increased coverage of dwarf shrub, especially *Calluna vulgaris*, and *Cladonia cladina* spp. over time after the clear-felling. Furthermore tendencies show an increased amount of nutrients in four out of five clear-felled plantations. Moreover the results indicate that 4 years after a clear-felling *Carex arenaria* is the most frequent species, after some time there is a tendency for reducing in the frequency. Additionally one of the clear-felled plantations shows an increased tendency to more various wet areas alongside drier area located at a higher elevation in clearing.

Furthermore the result shows that the most frequent species are key species which characterizes the dune heath or the grey dune. An overall evaluation for the future vegetation and character of the clear-felled plantations is that the sites in time still can be characterized as dune heath or grey dune. Over time, light grazing of the clear-felled plantations could be recommended to keep variety of dune heath and grey dune species.

Indholdsfortegnelse

1	INTRODUKTION	1
1.1	Udbredelsen af klitnaturen.....	1
1.2	Klitnaturens opbygning og struktur.....	1
1.2.1	<i>Klitdannelse.....</i>	2
1.2.2	<i>Klitsystemets vegetationsbælter.....</i>	2
1.3	Trusler og forvaltning af klithedearealer	6
1.3.1	<i>Plejeforanstaltninger</i>	7
1.3.2	<i>Naturplejeprojekter og genskabelse af klitheder</i>	8
2	PROBLEMFORMULERING	9
3	METODER OG MATERIALER	11
3.1	Valg af lokaliteter.....	11
3.1.1	<i>Bekræftelse af lokaliteterne</i>	13
3.2	Vegetationsundersøgelse	16
3.2.1	<i>Artsbestemmelse af vegetationen</i>	16
3.3	Undersøgelse af miljøparametre.....	17
3.3.1	<i>Jordprofiler i lokaliteterne.....</i>	18
3.3.2	<i>Udtagning af jordprøver</i>	18
3.3.3	<i>Glødetab og organisk stofmængde</i>	19
3.3.4	<i>Konduktivitet og pH</i>	20
3.3.5	<i>Plantetilgængelige kvælstofforbindelser</i>	20
3.4	Statistisk databehandling og analyse	21
3.4.1	<i>Samfundsstruktur af vegetationsgrupperne.....</i>	21
3.4.2	<i>Ordination og klassificering af lokaliteterne.....</i>	21
4	RESULTATER.....	23
4.1	Vegetationsundersøgelse	23
4.1.1	<i>Samfundsstruktur for vegetationsgrupperne</i>	27
4.1.2	<i>Ordination af lokaliteternes artsmatrice</i>	29
4.1.3	<i>Klassificering af lokaliteterne.....</i>	33
4.2	Miljøparametre.....	35
4.2.1	<i>Jordbundsparametre.....</i>	36
4.3	Opsummering af resultater	39
4.3.1	<i>Ændringer i lokaliteterne fra 2001 til 2014.....</i>	40
4.3.2	<i>Sammenligning af lokaliteter med samme alder og forskellig afstand til havet.....</i>	41
5	DISKUSSION	43
5.1	Status af vegetation og miljøparametre.....	43
5.2	Komparative analyser	48
5.2.1	<i>Sammenligning mellem lokalitet 1R, 2R og 5R i 2001 og 2014</i>	48
5.2.2	<i>Sammenligning af lokaliteter med samme alder og forskellig afstand til havet.....</i>	50

5.3	Retrospektiv analyse af metode og resultater	51
5.4	Fremtidig udvikling af lokaliteterne	52
6	KONKLUSION.....	55
7	REFERENCELISTE.....	57
	BILAGSOVERSIGT.....	63

[tom side]

1 Introduktion

Klitheder er en bevaringsværdig naturtype, da disse bidrager både kultur- og naturhistorisk til samfundet i form af den biologiske mangfoldighed og dens økosystemer samt for rekreativ brug af naturområderne (Tybrik, 1998). Klitheden på den jyske vestkyst er mange steder præget af indvandring af primært *Pinus mugo* (bjerg-fyr) fra omkringliggende plantager, ydermere er en øget tilførsel af kvælstofforbindelser fra atmosfæren med til at klithedens nøjsomme arter udkonkurreres (Naturstyrelsen, 2015a). Klitheden er beskyttet under det Europæiske Habitatdirektiv hvilket betyder, at Danmark er forpligtet til at beskytte naturtypen med dennes flora og fauna og samtidig opretholder en gunstig bevaringsstatus (Skov- og Naturstyrelsen, 2005; Sand-Jensen (ed), 2007). Beskyttelsen under habitatdirektivet betyder bl.a., at Danmark hvert sjette år er forpligtet til at rapportere bevaringsstatus for naturtypen og de tilhørende arter samt forvaltningsindsatsen i naturtypen (Fredshavn, et al., 2014). I Nordvestjylland er der foretaget flere rydninger af nåletræsplantage til fordel for klitheden bl.a. for at skabe forbindelse mellem klithederne (Naturstyrelsen, 2015b; Jensen, et al., 2015) og dermed sikre en god bevaringsstatus.

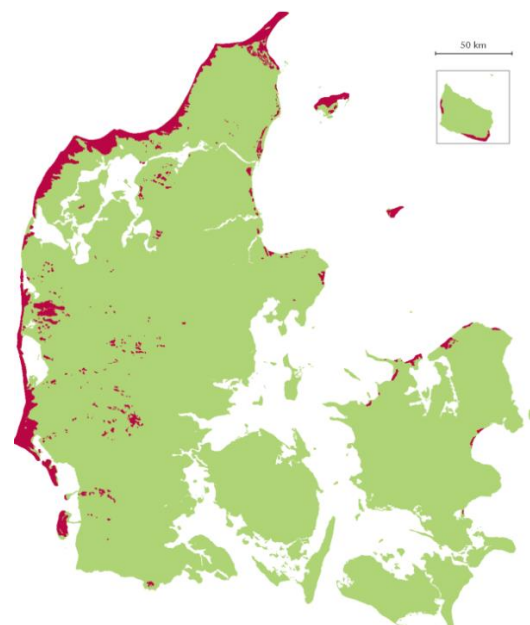
1.1 Udbredelsen af klitnaturen

I Europa er klitheden en forholdsvis sjælden naturtype og findes typisk som smalle bælter langs kysten (Naturstyrelsen, 2015c). Den danske klitheder er unikke i forhold til klithederne i Europa, da størrelse samt stor udbredelse og sammenhæng mellem klithederne er særligt unik for Danmark, derfor er Danmark særligt forpligtet til at beskytte naturtypen (Skov- og Naturstyrelsen, 2005). Det danske klitareal udgør ca. 10 % af det samlede europæiske klitareal, hvoraf ca. 6 % er klithede (Sand-Jensen (ed), 2007; Skov- og Naturstyrelsen, 2005).

I Figur 1.1 ses udbredelsen af større klitarealer i Danmark. Der går en næsten 300 km udbrudt linie af kystklitter langs den jyske vestkyst, der strækker sig fra Skagen til Skallingen, som er fra 100 m til 10 km bred. Udover den jyske vestkyst findes større klitsystemer også på Læsø og Anholt samt Sjællands nordlige kyster, andre steder i landet findes ligeledes mindre klitområder (Sand-Jensen (ed), 2007; Sand-Jensen (ed), 2012).

1.2 Klitnaturens opbygning og struktur

Klitheden er en naturtype, der består af stabiliserede klitter bag de ydre, oftest mere dynamiske klitsystemer. For at beskrive hvordan klitheden indgår som en del af den omkringliggende natur, redegøres, for helhedens skyld, i hovedtræk for hele klitsystemets opbygning, dog med fokus på klitheden.



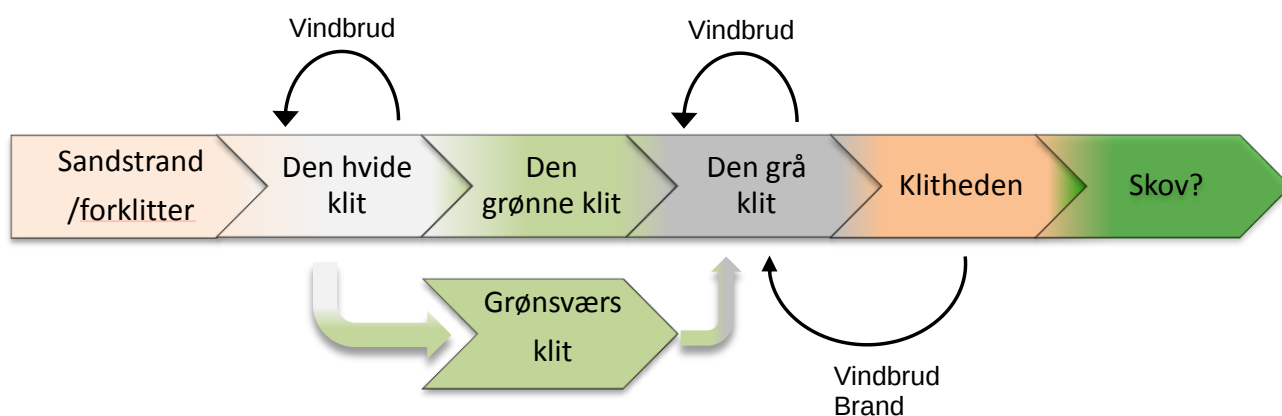
Figur 1.1. Udbredelsen i Danmarks af større klitarealer (fra Sand-Jensen (ed), 2007).

1.2.1 Klitdannelse

Klitter kan opdeles i botaniske bælter, hvor forstyrrelserne i klitten falder med øget vegetationsdækning (Sand-Jensen (ed), 2012). En klit er en ophobning af sand, som dannes, når vinden blæser sand fra sandstranden ind over landskabet. Sandet aflejres når vindhastigheden falder. Sandets aflejres primært efter to vindaflejningsmønstre; ruhedsbetinget og obstruktionsbetinget vindaflejring. Ruhedsbetinget aflejring er aflejring af sand, som opstår når vinden fører sandet fra et fast underlag til et underlag, der er løsere pakket. Herved nedsænkes transportkapaciteten og sandet aflejres. Obstruktionsbetinget aflejring er aflejring af sand ved læ- og stedbundne objekter, f. eks. vegetation eller sten (Sand-Jensen (ed), 2012). Det er oftest obstruktionsbetingede klitter, der ses langs de danske kyster, hvor vindaflejringen er betinget af sandaflejring ved f.eks. *Ammophila arenaria* (sand-hjælme). *A. arenaria* bidrager yderligere til klittens vækst, da sandaflejring fremmer væksten af *A. arenaria*, som vokser igennem sandet og på ny bliver lægiver for sandet. Disse klitformationer kaldes tue- og tungeklitter (Sand-Jensen (ed), 2012; Kuhlman, 1994). Tue- og tungeklitter er de første stadier til de større klitbælter, der findes langs kysten. Når tue- og tungeklitterne dannes på bagstranden, kan der opstå yderligere klitter foran disse. Ydreiggende tue- og tungeklitterne kan vokse sammen og blive til tværklitter, der strækker sig parallelt med kystlinien. Disse klitter kan på den jyske nordvestkyst, fra kystsiden, blive op til 30 m høje. Klitternes højde afhænger af den lokale vindhastighed på klittoppen (Sand-Jensen (ed), 2012; Kuhlman, 1994). Vegetationen indvandrer på klitterne, og de inderste liggende klitter har oftest den største vegetationsdækning (Fredshavn & Ejrnæs, 2009). Hvis vegetationsdækningen brydes i en vegetationsdækket klit, kan der dannes vindbrud og vandreklitter, hvilket er med til at skabe dynamik i klitnaturen (Sand-Jensen (ed), 2012).

1.2.2 Klitsystemets vegetationsbælter

Klitnaturen kan, som nævnt, opdeles i vegetationsbælter, der ligger til grund for opdelingen af klitnaturens naturtyper. Opdelingen introduceres i E. Warmings værk: Dansk Plantevækst – Klitterne, udgivet i 1909 (Hansen, 1994), og er i dag stadig benyttet til beskrivelse af naturtyperne i klitnaturen (Damgaard, et al., 2008). Bælternes opdeling er, fra hav mod land, følgende; den hvide klit, den grønne klit eller grønsværsklitten, den grå klit og klitheden (Figur 1.2).



Figur 1.2 Vegetationsbælter i klitnaturen, angivet som udvikling fra sandstrand til klithede, ved særlige kalk- og næringsforhold afløses den grønne klit af grønsværsklitten (efter Sand-Jensen (ed), 2007).

Kliternes bælt vil dog ikke altid være tydeligt afgrænset. Erosion og sandomlejring af klitsandet er dynamiske processer, der kan forskyde bæltene, og skabe et varieret landskab med en mosaik af naturtyperne (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). Vegetationen og bælternes udbredelse afhænger i stor grad af udgangsmaterialets fysiske og kemiske egenskaber. Klitsystemet afspejler dog en vis kontinuitet. Tættest på havet ses typisk et højere salt- og kalkindhold, samt en højere pH, da havet og vinden med strandsandet tilfører kalk og salte til klitsandet. Længere inde i landskabet og i de ældre klitter er indholdet af salte og kalk lavere på grund af udvaskning og en lavere tilførsel. I disse områder findes også en lavere pH (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). Afstanden til havet har derfor en betydning for vegetationen i klitnaturen, hvor vegetationssammensætningen kan ændres med afstanden fra havet (Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008). Alderen i selve klitten kan også spille en afgørende rolle for indvandringen af forskellige arter, f. eks. *Cladonia cladina* spp. (renskyrlav) og *Calluna vulgaris* (hedelyng) (Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008). Når klitten over tid udvaskes for kalk og salte giver dette grobund for andre arter end de først tilkommende arter. Pålejres kysten endvidere sand vil succession langt sigt udvikle hvidklit til klithede (Sand-Jensen (ed), 2007). Afstanden til havet, alderen af klitsystemet og ikke mindst de dynamiske processer er alle betydende faktorer for vegetationssammensætningen i klitterne (Sand-Jensen (ed), 2007; Skov- og Naturstyrelsen, 2005).

Generelt er vandindholdet i klitnaturen lav, da sandet binder vandet dårlig samt sol og vind udtørre sandet. Visse steder, hvor vinden har eroderet klitten ned til grundvandspejlet, kan der opstå fugtige områder, og hvis grundvandsspejlet står lavt under erosionen og efterfølgende stiger, kan der endvidere dannes klitsøer (Sand-Jensen (ed), 2007).

Den hvide klit

Den hvide klit er vegetationsbæltet tættest på havet (Figur 1.2). I den hvide klit er tilførslen af salte fra havet med vinden forholdsvis højt og pH er ligeledes forholdsvis høj (Sand-Jensen (ed), 2007). Den organiske stofmængde i klitten er begrænset, da organiske materialer, f.eks. planterester, oftest blæser væk (Sand-Jensen (ed), 2007). Vegetationen er spredt, og sandet ses ofte tydeligt mellem forekomsterne af planterne. De typiske arter er kendetegnet ved at kunne klare et højt saltindhold, en højere pH end de indre klitter samt et fysisk forstyrret miljø (Sand-Jensen (ed), 2007). Den dominerende art er *Ammophila arenaria*, desuden ses også indslag af *Leymus arenarius* (marehalm), *Sonchus arvensis* (ager-svinemælk), *Eryngium maritimum* (strand-mandstro) og *Calystegia soldanella* (stand-snerle) (Damgaard, et al., 2008; Sand-Jensen (ed), 2007; Fredshavn, et al., 2011). *A. arenaria* og *L. arenarius* har et omfattende rodnet, hvor det gennemvævende rodnet er en stabiliserende faktor for klitten. Væksten for disse arter øges ved tildækning af sand, hvor planten vokser igennem sanddækket og herved øger sit rodnet (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). *A. arenaria* og *L. arenarius* kan tildækkes og gennemvokse sandlag op til 35-40 cm (Sand-Jensen (ed), 2007).

Den grønne klit

Den grønne klit (Figur 1.2) er mindre dynamisk end den hvide klit, hvilket skyldes et tættere vegetationsdække. I den grønne klit bliver der dog ligeledes aflejret en vis mængde mineralrigt sand

(Sand-Jensen (ed), 2007). Surhedsgraden er omtrent den samme som i den hvide klit og den organiske stofmængde er ligeledes begrænset (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007).

Vegetationen i klitten består i høj grad af græsser og urter, hvor *Festuca rubra* (rød svingel) ofte er den mest dominerende art (Sand-Jensen (ed), 2007). Der findes en række arter fra den hvide klit, heriblandt *Ammophila arenaria* og *Sonchus arvensis*, derudover findes ligeledes en række urter fra den grå klit (Sand-Jensen (ed), 2007). Blandt mosarterne findes *Syntrichia ruraliformis* (spidsbladet hårstjerne), *Brachythecium albicans* (hvidlig kortkapsel) og *Hypnum cupressiforme* (alm. cypresmos). Mosarterne er endvidere med til at holde på sandet ved hjælp af deres rhizoider, som vokser omkring sandkornene (Sand-Jensen (ed), 2007).

Grønsværsklit

Grønsværsklitten findes bag den hvide klit, hvis der findes særlige kalkholdige og næringsrige betingelser (Figur 1.2) (Damgaard, et al., 2008). I denne klittype er pH højere end i den grønne klit, vegetationsdækningen er ligeledes højere og gør klitten mindre sårbar overfor vinderosion (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). Grønsværsklitten kan opstå når skalbanke i havet ud fra kysten indgår i sandet eller når undergrunden er særligt kalkholdig, grønsværsklitten er dog ikke almindelig i Danmark, men ses få steder bl.a. ved Bulbjerg og Tværsted (Sand-Jensen (ed), 2007). Grønsværsklitten er rigt domineret af græsser og urter, såsom *Carex arenaria* (sand-star), *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris* (alm. hvene), *Galium verum* (gul snerre), *Hypochoeris radicata* (alm. kongepen), *Festuca ovina* (fåre-svingel), *Pilosella officinarum* (håret høgeurt), *Rumex acetosella* (rødknæ), *Luzula campestris* (mark-frytle), *Anthoxanthum odoratum* (vellugtende gulaks) og *Achillea millefolium* (alm. røllike) (Damgaard, et al., 2008). Herudover ses også hyppigt mosarterne *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium* (alm. kløvtand), *Brachythecium albicans*, *B. rutabulum* (alm. kortkapsel) og *Rhytidiadelphus squarrosus* (plæne-kransemos) (Damgaard, et al., 2008).

Den grå klit

Den grå klit er mere stabiliseret i forhold til den hvide og den grønne klit. Dette skyldes, at vegetationsdækningen næsten er total (Fredshavn, et al., 2011), bortset fra ved vindbrud (Figur 1.2). Klitten modtager meget begrænset nyt saltholdigt sand og i klitten udvaskes salt og kalken, så pH falder i forhold til de to ydre klitsystemer (Sand-Jensen (ed), 2007). Surhedsgraden er omkring pH 4-6, sandet er næringsfattigt og ligesom de to ydre klitsystemer indeholder den grå klit en lav organisk stofmængde (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008).

Vegetationen er kendetegnet ved at være nøjsom og lavtvoksende (Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008). Karakteristiske arter for klittypen er *Carex arenaria*, *Corynephorus canescens* (sandskæg), *Ammophila arenaria* og *Deschampsia flexuosa* (bølget bunke), herforuden ses også pletter med *Empetrum nigrum* (revling) og *Calluna vulgaris* (Damgaard, et al., 2008). Endvidere findes også *Jasione montana* (blåmunke), *Hieracium umbellatum* (smalbladet høgeurt) (Sand-Jensen (ed), 2007). Mosarterne, der er tilpasset den grå klit, er typisk akrokarpe mosser (Sand-Jensen (ed), 2007; Atherton, et al., 2010), såsom hårspidset *Polytrichum piliferum*

(jomfruhår), *Dicranum scoparium*, *Racomitrium* spp. (børstemos), men også *Pleurozium schreberi* (trind fyrremos) og *Hypnum jutlandicum* (hede-cypresmos), som er pleurokarpe mosser, kan findes på den grå klit. Herforuden ses også den invasive *Campylopus introflexus* (stjerne-bredribbe) (Damgaard, et al., 2008; Atherton, et al., 2010). Der findes også særligt mange lavarter, hvor *Cladonia*-slægten, herunder *C. cladina* spp., og *Cetraria* spp. (tjørnelav) er meget rigt repræsenteret (Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008). Laver trives godt på det næringsfattige sand, da laverne får næring fra luften og regnvandet. Den høje artsforekomst af laver gør den grå klit til det artsrigeste vegetationsbælte i klitsystemet (Sand-Jensen (ed), 2007).

Klitheden

Klitheden er naturtypen længst fra havet i klitsystemet og kan grænse op til skov (Figur 1.2). Klitheden er en relativ stabil klittype med en høj vegetationsdækning (Damgaard, et al., 2008). Den er karakteriseret ved en lav pH (omkring pH 4) samt lav kalk- og næringsstofindhold, da disse forbindelser udvaskes (Nygaard, et al., 2014; Fredshavn & Ejrnæs, 2009), der er dog stadig en vis saltpåvirkning fra havet ved kraftig pålandsvind (Sand-Jensen (ed), 2007). Det organiske indhold i klitheden er højt og øger evnen til at holde på fugtigheden i forhold til klitsandets ellers ringe evne. Jordprofilen består af typisk af sand og et overliggende lag af organisk materiale bestående af dødt plantemateriale (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). Der findes store mængde af kvælstof i det organiske lag. Disse er bundet i organiske forbindelser, som ikke er plantetilgængelige (Sand-Jensen (ed), 2007). Nedbrydningen af det organiske lag, og dermed frigivelsen af plantetilgængelige næringsstoffer er lav, hvilket bl.a. skyldes, at lyngplanterne udskiller et stof, der hæmmer aktiviteten hos jordbundslevende dyr, som blander det organiske materiale med det underliggende mineraljord (Sand-Jensen (ed), 2007). Der foregår dog stadig en mindre nedbrydning af det organiske materiale, hvor mikroorganismer frigiver små mængder af ammonium og nitrat (Sand-Jensen (ed), 2007; Damgaard, et al., 2008).

Klitheden er, i modsætning til indlandsheden, en del af en naturlig successionsrække i en næringsfattig klitnatur, fra hvid klit til klithede (Tybirk, 1998; Sand-Jensen (ed), 2007). Overgangen fra den grå klit til klithede sker med indvandringen af *Empetrum nigrum* og senere *Calluna vulgaris*, som bidrager yderligere til det organiske lag og herved forbedres forholdene yderligere for disse arter (Nørrevang, et al., 1980).

Naturtypen kan opdeles i tør og våd klithede. Klithedens dominerende arter på tørre klitheder er *Empetrum nigrum* og afhængig af alder *Calluna vulgaris*. Her findes også hyppigt flere mosarter, særligt *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi* og *Dicranum scoparium* (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011). Andre hyppige arter på den tørre klithede er *Carex arenaria*, *Deschampsia flexuosa*, *Ammophila arenaria* og *Polypodium vulgare* (alm. engelsød) (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011). På de mest tørre steder i klitheden, f. eks. sydvendte skråninger og på sandet efter vindbrud, findes flere arter fra den grå klit, hvor især lavarter og *Corynephorus canescens* er pionerarter på det blotlagte sand (Sand-Jensen (ed), 2007). På våde klitheder finder man ofte *Erica tetralix* (klokkelyng), *Vaccinium uliginosum* (mosebølle), *E. nigrum*, *Vaccinium oxycoccos* (tranebær) samt slægter af *Sphagnum* spp. (tørvemosser), *Hypnum jutlandicum*, *Polytrichum commune* (alm. jomfruhår), *Pleurozium schreberi* og *Pseudoscleropodium purum*

(hulbladet fedtmos) (Damgaard, et al., 2008). Vegetationen på den våde del af klitheden kan sammenlignes med våd hede (Nygaard, et al., 2014). Klitheden kan være en mosaik af arter fra den tørre og våde klithede samt indslag af arter fra den grå klit. Artssammensætningen er i høj grad præget af hvor vindudsat, næringsfattigt og saltpåvirket klitheden er samt forstyrrelserne i de enkelte områder (Naturstyrelsen, 2015c).

1.3 Trusler og forvaltning af klithedearealer

Klitheden er påvirket af en række menneskeskabte faktorer, hvilket påvirker udviklingen og udbredelsen af klitheden. Disse påvirkninger ændrer levevilkårene for klithedens flora og fauna, deres konkurrencefordele reduceres og arterne bliver på sigt udkonkurreret (Skov- og Naturstyrelsen, 2005). De mest fremtrædende trusler mod klitheden i dag er manglende naturlige dynamiske forhold, atmosfærisk kvælstofberigelse, tilgroning af klitheden samt forekomst af invasive arter. Herudover har klimaforandringer, afvanding, tilskudsfodring af græssende dyr samt rekreative forstyrrelser ligeledes en mindre påvirkning på klithedens natur (Sand-Jensen (ed), 2007; Nygaard, et al., 2014)

Klithedens naturlige dynamik begrænses af den manglende sandfygning og vindbrud, som de sandflugtsdæmpende tiltag, heriblandt klitplantager og beplantning med *Ammophila arenaria*, modvirker. Mange af klithedens plantearter er netop kendetegnet ved at være nøjsomme planter, der indvandrer på blotlagt sand, og manglende dynamik nedsætter derfor deres konkurrencefordel (Skov- og Naturstyrelsen, 2005).

Eutrofiering af klitheden medvirker til at klithedens typiske arter forsvinder til fordel for græsser, halvgræsser, buske og højere vedplanter (Fredshavn & Ejrnæs, 2009; Fredshavn, et al., 2014), øget kvælstofpåvirkning har også vist at give en mørkfærvning og misvækst af visse lavarter, samt øget vækst af mosser på lavfloraens bekostning (Damgaard, et al., 2008). Den øgede kvælstofberigelse stammer fra landbrugets husdyrsproduktion og trafikken (Sand-Jensen (ed), 2007; Naturstyrelsen, 2015a)

Tilplantningen af klitheder med plantage er i første omgang sket som værn mod sandflugt med start i 1700-tallet, hvor *Pinus mugo* viste sig særdeles effektiv (Naturstyrelsen, 2015a), senere plantedes *Pinus* spp. i forbindelse skovbrug (Sand-Jensen (ed), 2010; Thy Statsskovdistrikt, 2006). Tilplantningen er op gennem tiden fortsat, dog er den ekstensiveret i de senere år, og i dag udføres udelukkende sanddæmpende arbejde, hvis samfundsværdier er udsat (Naturstyrelsen, 2015a; Sand-Jensen (ed), 2007).



Figur 1.3. Indvandring af *Pinus* sp. i klithede.

Klitheden afgræsses ikke i samme grad som før i tiden, og derfor er selvsåning af *Pinus* sp. fra plantagerne en trussel mod tilvoksningen af klitheden (Skov- og Naturstyrelsen, 2005; Sand-Jensen (ed), 2007; Phil, et al., 2000).

I klitheden findes endvidere en række invasive arter, der fortrænger de hjemmehørende arter og påvirker økosystemet negativt. De hyppigste arter er *Pinus mugo*, *Rosa rugosa* (rynket rose) og *Campylopus introflexus* (Bruus, et al., 2010). *P. mugo* stammer oprindeligt fra Mellem- og Sydeuropas bjergområder (Mossberg & Stenberg, 2007), og er plantet i klitplantager samt som prydpilte i sommerhusområder (Sand-Jensen (ed), 2007). *R. rugosa* er oprindeligt fra Østasien, og er udplantet som prydpilte i sommerhusområder. *R. rugosa* kan i løbet af få år danne en kraftig høj buskdannede vækst og har et omfattende rodnet (Sand-Jensen (ed), 2007). *C. introflexus* er oprindeligt fra New Zealand (Sand-Jensen (ed), 2007) og sandsynligvis indslæbt omkring starten af 1970'erne (Andersen, et al., 1976; Klinck, 2009). Den spreder sig hastigt i klithederne og med tæppe- til pudedækkende flader fortrænger den laver og andre mosarter, desuden forhindrer den frøspredere, såsom *Calluna vulgaris*, i at etablere sig (Phil, et al., 2000; Sand-Jensen (ed), 2007).

1.3.1 Plejeforanstaltninger

Konsekvensen af overstående trusler er at klitheden med tiden vil vokse til i skov og krat. Derfor er naturpleje nødvendig for at holde klitheden lysåben, hvilket kan gøres ved afgræsning, afbrænding eller slåning. Hvor indvandringen af f. eks. *Pinus* spp. er særligt kraftig kan maskinel rydning af træerne i klitheden være en fordel (Skov- og Naturstyrelsen, 2005). *Calluna vulgaris* forynges ved pleje i form af f.eks. afgræsning eller afbrænding, hvor den skyder fra stubbe og grene. Har afbrændingen været særlig kraftig kan *C. vulgaris* skyde fra frø, som kan være lagret i det organiske lag i årtier inden spiring (Sand-Jensen (ed), 2007). *C. vulgaris* har en levetid på omkring 100 år, hvis den ikke plejes. Når *C. vulgaris* dør kan andre urter og græsser overtage pladsen, og i nogle tilfælde udkonkurrere arten, hvilket accelererer hvis næringsstofniveauet er højt (Sand-Jensen (ed), 2007).

Metoder til bekæmpelse af invasive arter i klitheden er afhængig af art og område, fælles for *Pinus mugo* og *Rosa rugosa* er dog brugen af rydning enten manuelt eller maskinelt, afbrænding af områder er ligeledes en mulig løsning (Thy Statsskovdistrikt, 2006). Der er efter søgning i litteraturen ikke fundet eksempler på egentlig bekæmpelse af *Campylopus introflexus* i klitnaturen i Danmark, dog undersøges bekæmpelsesmulighederne i et specialeprojekt fra 2009 (Klinck, 2009), desuden skal arten registreres i alle naturtyper jf. teknisk anvisning for ”Overvågning af terrestriske naturtyper” (Fredshavn, et al., 2015). I Holland har man forsøgt at bekæmpe *C. introflexus* ved afskrælning af det organiske lag med moderat succes, da arten er en pionerart og indvandrer hurtigere end sandskæg og lav på det blotlagte sand (Sand-Jensen (ed), 2007).

For at skabe større dynamik med sandflugt og vindbrud er sandflugtbekæmpelsen, som nævnt, ekstensiveret (Skov- og Naturstyrelsen, 2005), når sandflugten ikke bliver dæmpet, giver det anledning til en vis dynamik, og kan dermed være medvirkende til at klitheden holdes i et ungt successionsstadium (Fredshavn, et al., 2014). I nogle klitheder er klitlavningerne tørre på grund af dræning eller vandindvinding. Ved at nedbryde disse dræn og genskabe de hydrologiske forhold kan klitlavningerne igen blive fugtigere (Skov- og Naturstyrelsen, 2005; Fredshavn, et al., 2014).

1.3.2 Naturplejeprojekter og genskabelse af klitheder

I 2001-2005 administrerede Naturstyrelsen et større projekt for at forbedre forholdene for klitheden langs den jyske vestkyst. Igen fra 2013-2018 gennemføres ligeledes tiltag, som skal forbedre naturen langs vestkysten. Forbedringerne omfatter bl.a. afbrænding af klithede, rydning af spredt opvækst i klitheden, genskabelse af hydrologiske forhold samt genskabelse af klithede ved rydning af klitplantager (Naturstyrelsen, 2015b; Naturstyrelsen, 2015d).

Plantagerne ryddes for at øge arealet og sammenhængen i mellem eksisterende klithedearealer. Rydningen sker manuelt eller med skovrydningsmaskiner, og det fældede træ flises og køres væk, hermed bidrager træet ikke næringsstoffer (Naturstyrelsen, 2015b). Plantagerne, der ryddes, har som regel meget lav biologisk værdi. Mange af disse er opført som værnsskov for at begrænse sandflugten, herved blev der mulighed for at oprette plantager på østsiden. Værnsskovene har mange steder opfyldt deres funktion, og står typisk som sammenfaldne *Pinus mugo*-plantager, der forholdsvis hurtigt kan udvikle sig til klithede efter fældning (Naturstyrelsen, 2015d).

Foruden de omfattende klithede-projekter findes der flere danske undersøgelser, der omhandler påvirkningsfaktorers effekt på vegetationen i klitheden (Christensen, 1989; Nielsen, et al., 2000; Christensen & Johnsen, 2001; Abrahamsen, 2002; Damgaard, et al., 2013; Vestergaard & Alstrup, 2015). Langsigtede undersøgelser af vegetationsudviklingen i en ryddet klitplantage er en proces, der tager mange år. Løbende statusundersøgelser kan klargøre, hvordan vegetationen udvikles og hvilke andre parametre, der gør sig gældende ved udviklingen af ryddet plantage til klithede. Hvor den ryddede plantage allerede har karakter af klithede kan statusundersøgelser endvidere give et vist indblik i vegetationssammensætningen og udviklingen i klitheder.

2 Problemformulering

I dette projekt undersøges status for vegetationssammensætningen og udvalgte miljøparametre på lokaliteter med fældede klitplantager i Nationalpark Thy, Vestjylland. Formålet med undersøgelsen er at udvide kendskabet til vegetationssammensætningen og miljøparametrene i de udvalgte lokaliteter, der er blevet ryddet over en årrække. Ved indbyrdes sammenligning af rydningerne, der er undersøgt i nærværende undersøgelse, og sammenligning med en tilsvarende undersøgelse foretaget for samme rydninger i 2001, kan projektet være med til at belyse successionen i ryddede klitplantager. Det er håbet, at projektets resultater vil være til gavn for forvaltningen af ryddede klitplantager og øge viden om den biologiske mangfoldighed på disse arealer.

Der vil i projektet blive undersøgt følgende problemstillinger:

1. Hvad er status for vegetationen og de undersøgte miljøparametre på de ryddede lokaliteter?
2. Hvilken udvikling ses i vegetationssammensætningen og miljøparametrene i rydningerne undersøgt fra 2001 til 2014?
3. Hvilke forskelle og ligheder ses i vegetationssammensætningen og miljøparametrene mellem rydninger, der har samme alder efter rydningen og forskellige afstande til havet?
4. Hvilken slags natur kan rydningerne, ud fra projektets statusundersøgelser, betegnes som?

Afgrænsning:

Der anvendes flere forskellige metoder for rydning af klitplantager. Dette projekt vil udelukkende fokusere på status af fældede klitplantager. Vurdering af hvilken metode, som er mest fordelagtig ud fra et økonomisk og naturmæssigt aspekt ligger uden for rammerne af dette projekt.

På baggrund af projektets tidsramme er der ikke undersøgt miljøparametre i samtlige plot fra vegetationsundersøgelsen. Det ville ligeledes have været ønskeligt at undersøge alle rydninger undersøgt 2001 samt klithede- og plantagereferencerne. Der er dog ikke undersøgt referencearealer (klithede og plantage), da hovedformålet har været at undersøge status for selve rydningerne samt at bestemme forskellen over tid og i forhold til afstand til havet.

[tom side]

3 Metoder og materialer

Projektet tager udgangspunkt i en vegetationsundersøgelse og en miljøundersøgelse. Ønsket er at undersøge status for vegetationen og udvalgte miljøparametre (dækningsgrad, hældning, relativ fugtighed, glødetab, konduktivitet, pH og plantetilgængelige kvælstofforbindelser) i ryddede plantager, samt at undersøge forskellen i rydningerne med data fra en lignende undersøgelse udført i 2001. De ryddede plantager er herefter benævnt lokaliteter.

Dataindsamlingen er foretaget i Nationalpark Thy, Nordvestjylland (Figur 3.1).

Vegetationsundersøgelsen er foregået medio juli til medio august 2014 samt den første uge af september. Vejrforholdene under vegetationsundersøgelsen var tørt og solrigt med meget få regnbyger. Miljø- og jordbundsundersøgelser er foregået primo oktober, hvor vejrforholdene var forholdsvis tørre dog få dage med regn.

Der er, som nævnt ovenfor, sammenlignet med data fra en lignende undersøgelse på samme lokaliteter. Denne data er venligst udlånt af Bodil Abrahamsen og er fra førnævntes specialeprojekt fra 2002, hvor dataindsamlingen foregik i juli og august, 2001 (Abrahamsen, 2002). Der angives løbende i rapporten, hvornår data fra 2001 er anvendt. Vegetationsundersøgelsen i nærværende undersøgelse er udført efter samme metode som Abrahamsen (2002), der er designet ud fra Kent og Coker (1992) og Økland (1990). Ligeledes er bestemmelse af miljøparametrene udført efter samme metode, hvor det har været muligt.

3.1 Valg af lokaliteter

Der er primært udvalgt forholdsvis kystnære lokaliteter undtaget én mere indlandsliggende lokalitet. Yderligere er lokaliteterne udvalgt efter følgende kriterier; at de overvejende er tørre, ikke er indhegnet eller anvendt til afgræsning, ikke umiddelbart er ved at blive til skov samt de er ryddet efter samme metode. Rydningen af lokaliteterne foregår ved at nåletræerne fældes manuelt med motorsav eller maskinelt med skovningsmaskiner. Efter en vis tørretid flises træerne til træflis og køres væk, bortset fra skovningsmaskinerne påvirkes jorden ikke (Nielsen, 2014, pers. komm). Stubbene fra træerne fjernes ikke, og kan forblive synlige i årtier herefter, mens de nedbrydes langsomt (pers. obs.).

Formålet med at benytte ovenstående kriterier er at reducere variationer mellem lokaliteterne til alder efter rydning samt afstand til havet.



Figur 3.1. De fem udvalgte lokaliteters placering. Fra den sydligste lokalitet til den nordligste lokalitet er afstanden omkring 24 km (Danmarks-Miljøportal, 2015).

Der er udvalgt fem lokaliteter til undersøgelsen. Tre lokaliteter i Stenbjerg Klitplantage (1R, 2R og 6R) og en lokalitet i Tved Klitplantage (5R), der alle er en del af Natura2000 overvågningsprogrammet (Naturstyrelsen, 2015e) samt en lokalitet i Tvørup Klitplantage (7R) (Figur 3.1). Lokalitet 1R, 2R og 5R er tilsvarende lokalitet 1R, 2R og 5R i Abrahamsen (2002), hvor der ligeledes indgår fem lokaliteter fortløbende fra 1R til 5R. Lokalitet 3R og 4R undersøges ikke i dette projekt, men benævnelsen af de øvrige lokaliteter er bibeholdt, derfor benævnes de to øvrige lokaliteter, der undersøges i dette projekt, for lokalitet 6R og 7R.

Lokaliteterne, der er tilplantet i første del af 1900-tallet, er ryddet over en periode fra 1992 til 2011 og har alle været tilplantet med *Pinus* spp., primært *P. mugo* (Naturstyrelsen, 2015f) (Tabel 3.1). Alderen efter rydningen er beregnet som vækstsæsoner (i år) efter rydningen, sæsonen for undersøgelsen 2014 er medregnet. Afstanden fra havet varierer i lokaliteterne fra 0,6 km (lokalitet 7R) til 4,1 km (lokalitet 5R). I lokaliteternes undersøgelsesfelts nordvestlige hjørne noteres GPS-koordinatet og hjørnerne afmærkes med markeringspæle til senere genlokalisering. GPS-koordinater, arealet af de ryddede lokaliteter samt detaljeret kort over de enkelte lokaliteters placering findes i Bilag 1.

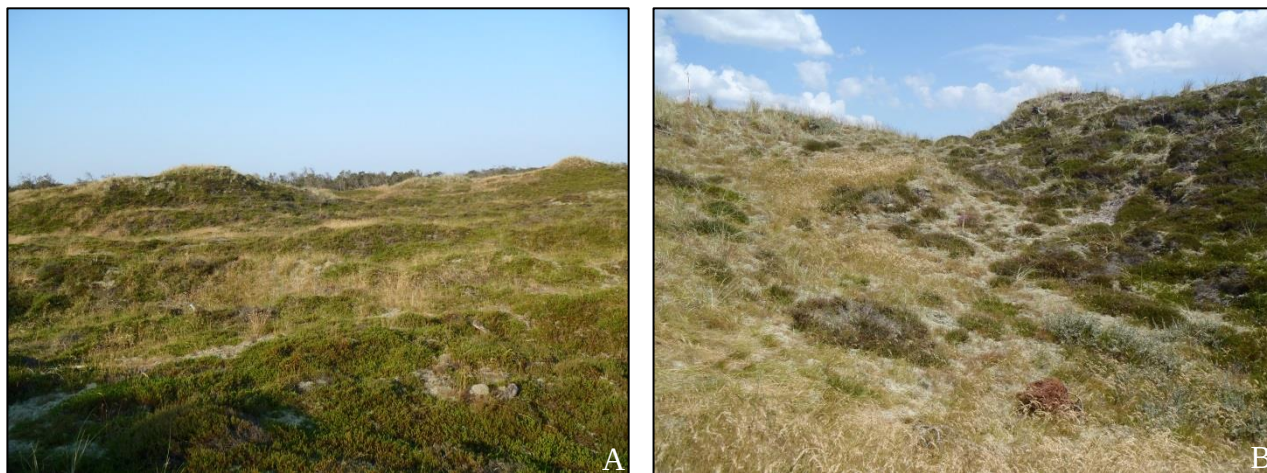
Tabel 3.1. Infotabel for de undersøgte lokaliteter i Nationalpark Thy.

Lokalitet	Sted	Plantet ¹	Ryddet	År efter rydning	Afstand til hav, km ⁽⁴⁾
1R	Stenbjerg	1912	1992 ⁽²⁾	23	1,2
2R	Stenbjerg	1912	1998 ⁽²⁾	17	1,7
5R	Tved	1940	1994 ⁽²⁾	21	4,1
6R	Stenbjerg	1915	2003 ⁽³⁾	12	1,7
7R	Tvorup	1901	2011 ⁽³⁾	4	0,6

Kilde: 1 (Naturstyrelsen, 2015f). 2 (Abrahamsen, 2002). 3 (Nielsen, 2014, pers. komm). 4 (Danmarks-Miljøportal, 2015).

3.1.1 Bekskrivelse af lokaliteterne

Lokalitet 1R ligger i den vestlige del af Stenbjerg Klitplantage og består af et terræn med flere små og store klitter. I lokalitet 1R indgår en større parabelklit (Figur 3.2B), hvor vegetationen på den sydvestlige side domineres af *Empetrum nigrum* med indslag af *Ammophila arenaria*, og den sydøstlige side domineres af *Deschampsia flexuosa*, *Cladonia cladina* spp., *Hypnum* spp. med få *A. arenaria*. På lokaliteten domineres vegetationen af en mosaik af *Carex arenaria*, *E. nigrum*, *Calluna vulgaris* med indslag af *D. flexuosa* samt adskillige arter af *Cladonia* spp., *Hypnum* spp. samt *Dicranum scoparium* (Figur 3.2A).



Figur 3.2. Oversigt over lokalitet 1R. Billede A; lokaliteten set mod syd, i forgrunden ses et område med *Empetrum nigrum*. Billede B; i lokaliteten indgår en større parabelklit, hvor den sydøst og sydvest vendte side domineres af forskellig vegetation.

Lokalitet 2R ligger ligeledes i den vestlige del af Stenbjerg Klitplantage, hvor lokaliteten ligger med redningsvejen på den østlige side. De resterende sider grænser op til en plantage med fældet *Pinus mugo*, der endnu ikke er bearbejdet yderligere (Figur 3.3). Terrænet er meget fladt med fugtige områder i midten af lokaliteten. Vegetationen på lokaliteten er domineret af *Deschampsia flexuosa* med indslag af *Empetrum nigrum* og *Carex arenaria*. I bundvegetationen ses hyppigt *Hypnum* spp., *Pleurozium schreberi* og *Dicranum scoparium* og på åben fritlagt førne ses indslag af *Cladonia* spp.



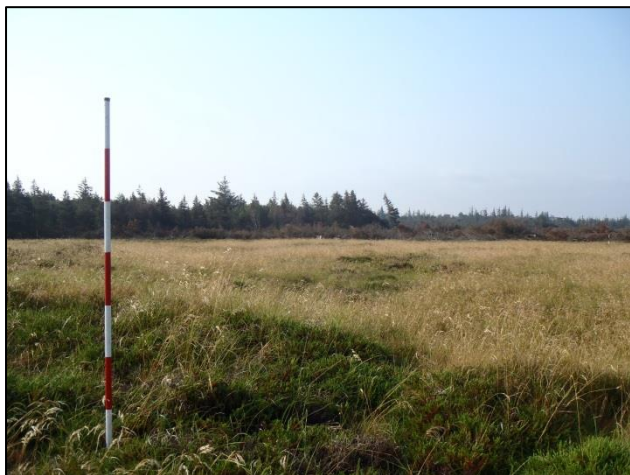
Figur 3.3. Oversigt over lokalitet 2R set mod nordvest. I baggrunden ses en større fældet plantage.

Lokalitet 5R ligger i den nordvestlige del af Tved Klitplantage grænsende op mod Hanstholm Vildtreservat. Det ryddede areal er lettere kuperet terræn med få mindre klitter. Klitterne er dækket af vegetation, der ses dog enkelte vindbrud på lokaliteten (Figur 3.4A). Derudover bevidner flere veksler og adskillige fald om forholdsvis højt aktivitet af vildt, der fouragerer i området (Figur 3.4B). På de omkringliggende arealer findes mange store våde områder. Undersøgelsesfeltet i lokaliteten er tør med undtagelse af et mindre areal i det sydvestlige hjørne, der indgår dog ikke plot fra dette område i undersøgelsen. Vegetationen domineres umiddelbart af *Carex arenaria* og *Deschampsia flexuosa*, der ses yderligere en del *Calluna vulgaris* og *Empetrum nigrum* og få steder indslag af *Erica tetralix*. I bundvegetationen ses hyppigt *Dicranum scoparium* og *Hypogymnia physodes* (alm. kvistlav), åbne pletter domineres af *Cladonia cladina* spp.



Figur 3.4. Oversigt over lokalitet 5R. Billede A; lokaliteten set mod nordøst. I forgrunden ses et mindre vindbrud. Billede B; lokaliteten set mod øst. En veksler, der benyttes af vildtet, ses skære gennem billedet.

Lokalitet 6R ligger i Stenbjerg Klitplantage. Lokalitetens østlige side grænser op til et mindre areal med *Pinus mugo* (Figur 3.5), og lokalitetens sydlige side grænser op til samme plantage med fældede *P. mugo* som lokalitet 2R omkranses af. Terrænet er fladt, få steder dog lettere kuperet med få våde pletter hist og her. Vegetationen dommineres af *Deschampsia flexuosa*, *Carex arenaria* og *Empetrum nigrum*. I bundvegetationen findes *Pleurozium schreberi*, *Hypnum* spp., *Dicranum scoparium* og *Pseudoscleropodium purum* yderligere findes *Cladonia* spp. pletvist på blotlagt førne.



Figur 3.5. Oversigt over lokalitet 6R set mod sydøst. I baggrunden ses et mindre areal med *Pinus mugo* (t.v.), samt en større fældet plantage (t.h.).

Lokalitet 7R ligger i Tvorup klitplantage. Terrænet er fladt med flere klitter, hvor vegetationen er fuldstændig dækkende (Figur 3.6A). Der ses grannåle og kviste i bunden af vegetationen, samt pletter med flis i den sydøstlige og nordvestlige ende af lokaliteten (Figur 3.6B). Den sydøstlige side grænser op til en plantage med *Pinus mugo* ca. 200 m fra selve lokaliteten, nordsiden grænser ligeledes op til en plantage med *P. mugo* ca. 50 m fra lokaliteten (Naturstyrelsen, 2015f). Vest for lokaliteten findes et område, der er afbrændt, som en del af plejeforanstaltningerne i 2013 (Nielsen, 2014, pers. komm). Midten af lokaliteten er vegetationen særligt domineret af *Carex arenaria*. En optrådt vandresti krydser lokaliteten, samt *Deschampsia flexuosa* dominerer et næsten tilvokset hjulspor. *Empetrum nigrum* findes hyppigt og i bundvegetationen findes spinkle individer af *Pleurozium schreberi*. På kviste i lokaliteten ses hyppigt *Hypogymnia physodes* og *Plastimatia glauca* (blågrå papirlav).



Figur 3.6. Oversigt over lokalitet 7R. Billede A; lokaliteten set mod sydøst. Der ses et fladt terræn primært med *Carex arenaria*. Billede B; lokaliteten set mod nordvest. Hvor der ses pletter med flis (pil).

3.2 Vegetationsundersøgelse

Vegetationsundersøgelsen består af en registrering af arter indenfor karplanter, mosser og laver. Registreringen af arter foregår i ét undersøgelsesfelt pr. lokalitet. Undersøgelsesfelterne er udvalgt efter størst mulig sammenlignelighed med hensyn til placering i landskabet ud fra et subjektivt skøn af lokaliteterne. Et undersøgelsesfelt er et kvadrat (50x50m) opdelt i 2x2 m plot, hvoraf 20 plot forinden feltundersøgelsen udvælges tilfældigt med en tilfældighedsgenerator til registreringen af vegetationen (Intermodino, 2015) (Tabel 3.2). Ét plot er opdelt i 64 subplot (0,25x0,25 m), hvoraf arterne registreres i hvert anden subplot ud fra presence/absence, herved opnås en maksimal frekvens på 32 registreringer pr. individ pr. plot og 640 registreringer pr. individ pr. lokalitet. Metoden følger Abrahamsen (2002).

Registreringen af vegetationen foregår ved at en metalramme (1x1 m) udlægges i det forinden opmålte plot. Metalrammen er opdelt med snore i 16 subplot (Figur 3.7). Hvis det udvalgte plot ikke var muligt at undersøge, blev plottet flyttet til et lignende nærliggende plot. Kun enkelte plot blev flyttet, primært på grund af et åbent vandspejl i plottet, der gjorde registreringen umulig.



Figur 3.7. Metalrammer til registrering af vegetation. Det sydøstlige hjørne af plottet er afsat ved markeringspælen. Billedet er fra lokalitet 6R.

Tabel 3.2. Oversigt af størrelse og antal af undersøgelsesfelter, plot og subplot.

	Lokalitet	Under-søgelsesfelt	Plot	Subplot
Mål (m)	-	50x50	2x2	0,25x0,25
Pr. lokalitet	-	1	20	640
Total	5	5	100	3200

3.2.1 Artsbestemmelse af vegetationen

Karplanter, mosser og laver artsbestemmes, hvis muligt, i felten. Ukendte arter blev registeret med belæg til senere artsbestemmelse på universitet.

Ideel opbevaring af karplanter er som pres, hvor planterne presses ved moderat tryk ved 50-70 °C (Mossberg & Stenberg, 2007). Mosser og laver opbevares ideelt i små papæsker eller konvolutter (Søchting, 2001; Atherton, et al., 2010). Af praktiske årsager er karplanter indsamlet i plastposer, der presses lufttomme og pakkes lufttæt samt mosser og laver er indsamlet i 50 ml. tubes [Cell-star®]. En ideel opbevaring sikrer, at belægget ikke nedbrydes inden artsbestemmelsen, f.eks. kan lav blive angrebet af skimmelvækst (Søchting, 2001). Indtil artsbestemmelsen blev karplante- og mosbelæggene opbevaret i kølerum ved 5 °C, lavbelæggene blev opbevaret ved 21 °C. Enkelte belæg af karplanter og laver blev nedbrudt inden artsbestemmelsen, det vurderes dog ikke at have større betydning for det samlede analyseresultat.

Artsbestemmelsen af vegetationsbelæggene foregik primo 2015. Til artsbestemmelse af karplanter anvendtes følgende litteratur; ”Dansk flora” (Frederiksen, et al., 2012), ”Ny Nordisk Flora” (Mossberg & Stenberg, 2007) og ”Feltfloraen” (Mossberg. & Stenberg, 2010). Til artsbestemmelse af mosser blev anvendt følgende; ”Den Danske Mosflora” (Andersen, et al., 1976), ”Mosses and Liverworts of Britain and Ireland -a field guide” (Atherton, et al., 2010), ”Vejledning til bestemmelse af bladmosser” (Goldberg, 2005). Alle karplante- og mosbelæg med tvivl om hvorvidt artsbestemmelsen var korrekt blev verificeret af Sabine Stosiek, Amphi Consult (karplanter) og Erik Aude, HabitatVision (mosser). Til artsbestemmelse af lav blev følgende litteratur anvendt; ”Dansk Lavflora” (Søchting, 2001), ”Laver i Tidsvilde Hegn” (Hørnell, et al., 2004), ”Norsk lavflora” (Holien & Tønsberg, 2008), ”Lichens An Illustrated Guide to the British and Irish Species” (Dobson, 2000), ”Bregner, mosser, laver i Mellem-, Nord- og Vesteuropa” (Christiansen & Jahns, 1981) samt websider fra Norsk Nationalhistorisk museum (Timdal, 2015) og www.irishlichens.ie (Seawright, 2013). Verificering af alle belæg fra *Cladonia*-slægten samt enkelte andre lav-belæg er foretaget af Ulrik Søchting, Københavns Universitet.

Websiderne www.fugleognatur.dk og www.allearter.dk er benyttet som supplement til artsbestemmelsen af alle 3 vegetationsgrupper. Karplanter og mosser er bestemt til art. Laver er ligeledes bestemt til art, dog er gruppen *Cladonia cladina* bestemt til subslægt, da arterne er meget nemt forvekslelige. *Cladonia merochlorophaea* og *C. chlorophaea* (brungrøn bægerlav) er sammenlagt, da disse er morfologiske meget ens (Timdal, 2015; Hørnell, et al., 2004), og derfor kan være blevet forvekslet i felten. Arter fra *Cetraria* er bestemt til slægt, skorpeformede laver er ikke bestemt yderligere end skorpeformet lav.

For sammenligning af artslisterne mellem nærværende projekt og Abrahamsen (2002) er følgende arter sammenlagt i artslisten fra Abrahamsen (2002): *Cladonia chlorophaea* og *C. merochlorophaea*, arter fra slægten *Cetraria* og arter fra sub-slægten *Cladonia cladina*. *Hypnum cupressiforme* og *H. jutlandicum* (hede-cypresmos) samt *Cladonia floerkeana* (lakrød bægerlav) og *C. macilenta* (indsvunden bægerlav) er ligeledes sammenlagt på grund af arternes store sammenlignelighed. De sammenlagte arter betegnes herefter *Cladonia chlorophaea*, *C. floerkeana* og *Hypnum cupressiforme*. Slægten *Cetraria* og sub-slægten *Cladonia cladina* benævnes *Cetraria* spp. og *Cladonia cladina* spp. Arterne er sammenlagt velvidende, at en eller flere arter kan være tilstede i samme subplot.

3.3 Undersøgelse af miljøparametre

I hver af vegetationsundersøgelsens 20 plot registreres dækningsgraden, hældningen og fugtigheden. Dækningsgraden registreres som dækningen af vegetationen i %. Hældningen noteres ud fra en forenklet fordeling af Kent & Coker (1992), fugtigheden registreres subjektivt i 3 niveauer; under middel, middel, over middel (Tabel 3.3).

Terrænet er fladest for lokalitet 2R, 6R og 7R, hvorimod lokalitet 1R og 5R ligger i et mere kuperet terræn, hvilket også afspejles af plottenes hældning (Tabel 3.3). Der er ikke en markant forskel på plottenes hældning i 2014 og 2001, dog er flere vest/sydøstlige liggende plot undersøgt i lokalitet 5R i 2014 end i 2001, hvilket sandsynligvis skyldes tilfældigheder og ikke terrænændring i

lokaliteten. Fugtigheden for hovedparten af lokaliteterne er middel, denne tendens er også gældende for undersøgelsen i 2001 (Tabel 3.3).

Til jordbundsprøverne udtages tilfældigt 6 plot fra vegetationsundersøgelsens 20 plot, jordprofilet undersøges i ét repræsentativt plot for hver lokalitet, plottet udvælges subjektivt. Metoden for analyse af jordbundsprøver for glødetab, kvælstofforbindelser og pH følger med enkelte korrektioner Schierup & Jensen (1981). Alle jordprøverne analyseres med dobbeltbestemmelse.

Vegetationshøjden er ligeledes udmålt i hvert plot for jordbundsundersøgelserne ud fra en vurderet gennemsnitshøjde af vegetationen.

Tabel 3.3. Fordelingen af hældning og relativ fugtighed i lokaliteternes plot for vegetationsundersøgelsen.

Kompasretning								
År for undersøgelse	2014					2001		
Lokalitet	1R	2R	5R	6R	7R	1R	2R	5R
Fladt terræn	6	19	6	20	15	6	20	9
N, NØ	0	0	1	0	3	3	0	3
NV, Ø	3	0	5	0	0	0	0	5
V, SØ	3	0	5	0	0	4	0	0
S, SV	8	1	3	0	0	7	0	3
Fugtighed								
Under middel	2	1	7	0	1	9	0	0
Middel	15	19	12	17	18	11	17	17
Over middel	3	0	1	3	1	0	3	3

3.3.1 Jordprofiler i lokaliteterne

I hvert lokalitet graves et hul på 50x50x50 cm for at undersøge jordprofilet. Udgravningen sker skånsomt og der efterlades mindst mulig spor af hullet ved efterfølgende tildækning og pålægning af vegetationsfladen. Jordprofilet opdeles i horisonter, som afmåles og noteres efter FAO's standarder for jordhorisonter (Petersen, 1994). Horisonterne er inddelt til øvre horisonter, hvor O og H samt A og E horisonten er slået sammen og benævnes O/H og A/E. O/H-horisonten beskriver et organisk lag med organisk materiale, der ikke er nedbrudt eller er helt eller delvist nedbrudt. A/E horisonten beskriver et mineraljordlag, hvori der findes organisk materiale, såsom humus. B horisonten beskriver en nedre mineralhorisont, der indeholder materialer udvasket fra de øvre lag eller ændringer af et jordlag, f.eks. farveændring, hvis der findes mere end en B-horisont benævnes disse B₁, B₂, B_i. C-horisonten beskriver udgangsmateriale og udgør det materiale jorden er dannet ud fra (Petersen, 1994; Loll & Møldrup, 2000).

3.3.2 Udtagning af jordprøver

Prøven til jordbundsanalyserne udtages i plottenes sydøstlige hjørne i en ca. 30 cm kvartcirkel inden for plottet, jordprøven udtages med et jordspyd (Ø2,5cm). Det organiske lag udmåles til 1 cm nøjagtighed og noteres. Opdelingen af det organiske lag og det underliggende mineraljordlag er tydeligt afgrænset (Figur 3.8). Der udtages jordprøver i tre dybder; det organiske lag samt jordlaget 0-10 cm og 10-20 cm under det organiske lag. For at få et repræsentativt udsnit af det organiske lags tykkelse og for at have tilstrækkeligt med materiale til senere analyser udtages fem jordprøver fra hvert plot. Alle fem prøver fra hvert jordlag puljes, så der for hvert plot er tre jordprøver (Tabel

3.4). Jordprøverne indsamles i plastposer, presses lufttomme og pakkes lufttæt, herefter opbevares poserne i køletasker ved ca. 5-10 °C (i felten) og senere i kølerum ved 5 °C.



Figur 3.8. Udsnit af jordspyd med øverste del af en jordprøve. Der ses, at overgangen mellem det organiske lag og det underliggende jordlag tydeligt er afgrænset. Jordprøven er fra lokalitet 1R.

Tabel 3.4. Antal af prøver med jordspyd og sammenlagte jordprøver i plot og lokaliteter.

	Pr. plot	Pr. lokalitet	Totalt
Prøver med jordspyd	5	30	150
Jordprøver (organisk lag, 0-10 cm og 10-20 cm)	3	18	90

3.3.3 Glødetab og organisk stofmængde

Til glødetabsanalysen afvejes 20 g frisk jord på analysevægt [Mettler AE200] til forinden afvejede aluminiumsbakker, prøverne tørres i 3 døgn ved 110 °C i tørreovn [Mettler tørreovn] (Schierup & Jensen, 1981). Herefter overføres prøverne til eksikator og afvejes på analysevægt, hvorefter vandindholdet beregnes (Ligning 3.1).

Ligning 3.1

$$[\text{vandindhold, \%}] = \frac{[\text{frisk jord}] - [\text{tørret jord}]}{[\text{frisk jord}]} * 100$$

Prøverne anbringes efterfølgende i en muffelovn [W.C. Heraeus hanau] ved 550 °C i 3 timer. På baggrund af forundersøgelser erfares 3 timer at være en optimal glødetid (Bilag 2). Efter 3 timer omrøres prøverne forsigtigt for at kontrollere om alt organisk stof er glødet væk, hvis ikke glødes prøverne yderligere. Glødetabet beregnes som procent tab af tørret jord (Ligning 3.2).

Ligning 3.2

$$[\text{glødetab, \%}] = \frac{[\text{tørret jord}] - [\text{glødet jord}]}{[\text{tørret jord}]} * 100$$

Det organiske lags tykkelse kan variere i tæthed og kan derfor være uhensigtsmæssigt udelukkende at anvende som mål for den organiske stofmængde. Derfor er stofmængden for lokaliteterne også beregnet som kg organisk stof/m², hvor tørvægtene er beregnet ud fra den totale indsamlede friskvægt fra hver jordprøve og arealet er svarende til overfaldearealet af 5 prøver med jordspyd (Ligning 3.3).

Ligning 3.3

$$\text{kg/m}^2 = \frac{[\text{tørvægt af org. stof prøve}] * [\text{glødetab, \%}]}{5 * r^2 * \pi}$$

3.3.4 Konduktivitet og pH

I Forundersøgelser udledes, at konduktiviteten mest fordelagtigt kunne bestemmes ved 20 g frisk jord og 50 ml demineraliseret vand (dm-vand) (Bilag 3). Ved måling af konduktivitet afvejes derfor 20 g frisk jord til 250 ml. PE-beholder [Lamaplast], der nedfryses (-18 °C) til senere analyse. Inden målingen tilsættes de afvejede jordprøver 50 ml dm-vand, herefter rystes prøverne på rystebord i 90 min [Gerhardt Bonn 02117051], hvorefter de hensættes til sedimentering i 30 min. Konduktivitetsproben [WTW multi3430] skylles efter hver prøve i dm-vand. Konduktiviteten i dm-vandet, der benyttes til ekstrahering af jordprøverne og skylning af proben, måles dagligt i forsøgsperioden og lå mellem $4,5 \pm 0,2 \mu\text{S/cm}$.

Konduktivitets- og pH-målingerne foregår samtidigt i samme prøver, dog måles pH efter konduktiviteten, da der i forundersøgelser erfarer, at rester fra kaliumchlorid-opløsningen (KCl-opløsning), som pH-elektroden opbevares i, forurener prøven. Efter hver prøve skylles pH-elektroden i dm-vand, og pH-meteret [PHM210 Standard pH-meter] kalibreres dagligt med pH-buffer 4 og pH-buffer 7 [AVS Titrinorm[®]]. Der er i Abrahamsen (2002) ikke angivet, at pH er korigeret for "saltfejlen" ved måling af pH i en kaliumchlorid-opløsning. Forinden sammenligningen med nærværende undersøgelse er pH-data fra Abrahamsen (2002) derfor adderet med 0,9 (Borggaard, et al., 1988).

3.3.5 Plantetilgængelige kvælstofforbindelser

Jordprøverne analyseres for ammonium, nitrat og nitrit. Dette gøres med en kaliumchlorid-ekstraktion, da flere forsøg har vist, at der er en sammenhæng mellem de plantetilgængelige koncentrationer og kaliumchlorid-ekstraherbare koncentrationer af ammonium, nitrit og nitrat (Schierup & Jensen, 1981).

Til analysen afvejes 10 g frisk jord, som overføres til 250 ml PE-beholder, der nedfryses til senere analyse. Til ekstraktionen tilsættes prøverne 50 ml 1M kaliumchlorid, derefter ekstraheres prøverne på rystebord i 90 min. 10 ml delprøve udtages og centrifugeres ved 3500 omdrejninger/min i 5 min [SIGMA Laboratory Centrifuges 3-15]. Supernatanten filtreres gennem et GF75-filter (pore str. 0,3 μm), hvoraf de første 1-2 ml kasseres og den resterende væske (min. 3 ml) filteres til en vial (vol.: 5 ml). Prøverne nedfryses og analyseres senere med Auto Analyser Techicon Traacs 800TM.

Analyseresultaterne omregnes fra $\text{mg-N}/L_{\text{prøve}}$ til $\text{mg/kg}_{\text{frisk jord}}$ jævnfør nedenstående beregningseksempler:

Ligning 3.4

$$[\text{mg}_{\text{NH}_4-\text{N}}/L_{\text{prøve}}] * \frac{([L_{\text{KCl-opløsning}}] + [\%_{\text{vandindhold}}] * [\text{kg}_{\text{frisk jord}}])}{[\text{kg}_{\text{frisk jord}}]} = [\text{mg}_{\text{NH}_4-\text{N}}/\text{kg}_{\text{frisk jord}}]$$

Ligning 3.5

$$\frac{[\text{mg}_{\text{NH}_4-\text{N}}/\text{kg}_{\text{frisk jord}}]}{[Mw]_N} * ([Mw]_N + 4[Mw]_H) = [\text{mg}_{\text{NH}_4}/\text{kg}_{\text{frisk jord}}]$$

3.4 Statistisk databehandling og analyse

Datasæt fra vegetationsundersøgelserne og miljøparametrene fra nærværende undersøgelse og undersøgelsen i 2001 (Abrahamsen, 2002), der beskrives ved statistiske analyser, er undersøgt for normalfordeling. De statistiske analyser er udført på baggrund af, om data er normalfordelt eller ikke er normalfordelt. ANOVA og Tukey's parvise test samt Students t-test er anvendt for normalfordelte datasæt, og Kruskal-Wallis og Bonferroni korrigeret Mann-Whitney parvise test samt Mann-Whitney-test for to datasæt er anvendt datasæt der ikke er normalfordelte. Signifikante forskelle er angivet ved $p < 0,05$. Der foretages sammenligning af udviklingen over tid og afstand fra havet på datasæt fra begge undersøgelser. Der er ikke foretaget sammenligninger mellem konduktivitet og koncentrationer af plantetilgængeligt kvælstof, da disse parametre udelukkende er undersøgt i dette projekt. Alle statistiske beregninger er foretaget i PAST v3.06 (Hammer, et al., 2001).

3.4.1 Samfundsstruktur af vegetationsgrupperne

Analysen af vegetationssamfundsstrukturen er opdelt i fire dele og analyseret med de totale artslister for lokaliteternes plot samt separat for artslisterne af karplanter, mosser og laver. Samfundsstrukturens fire dele består af middelværdi og standardafvigelse af plottene i lokaliteterne for; antal arter, hyppighed, beregnet som antal registreringer pr. plot, Shannon-Wieners diversitetsindeks samt Fishers α . Shannon-Wieners diversitetsindeks og Fishers α er begge beregnet i PAST v3.06 (Hammer, et al., 2001). Shannon-Wieners diversitetsindeks, der i beregningen angives ved H' (Ligning 3.6), er et kombineret richness og evenness indeks, som hyppigt anvendes i litteraturen (Jacobsen, 1998). Fishers α , der i beregningen angives ved α (Ligning 3.7), er et richness indeks og er forholdsvis ufølsomt overfor prøvestørrelse samt kan anvendes ved sammenligning af ens og uens prøvestørrelser. Indekset beregnes i PAST v3.06 ved isolering af α i Ligning 3.7.

Ligning 3.6

$$H' = - \sum_i (p_i) * \ln(p_i)$$

hvor $p_i = (n_i/N)$, n_i = antallet af i 'te individer og N = antallet af individer (Jacobsen, 1998)

Ligning 3.7

$$S = \alpha * \ln(1 + n/\alpha)$$

hvor S = antallet af taxa og n = antallet af individer (Hammer, 2015)

3.4.2 Ordination og klassificering af lokaliteterne

Vegetationsvariationen mellem lokaliteternes plot er undersøgt med ordinationen *detrended correspondence analysis* (DCA) med PAST v3.06 (Hammer, et al., 2001) ved brug af de individuelle artslister for hvert plot i lokaliteterne. DCA har dog fået kritik for dens matematiske begrænsninger, men bliver stadigvæk meget benyttet, og er i mange tilfælde bedre end andre ordinationsmetoder (Kent, 2012; Nygaard, et al., 2014). DCA-analyserne er udført på de totale artslisters samt artslisternes for karplanter, mosser og laver. Lokaliteterne er yderligere klassificeret ud fra plottenes artslisters med *two way indicator species analysis* (TWINSpan) i PC-ORD v6

(McCune & Mefford, 2011). TWINSpan operer med parametre, der fastsættes inden analysens start. Parametrene er følgende; pseudospecies cut levels sat til 0, 5, 10, 15 og 25, som er afpasset efter maksimum hyppighed på 32, maksimum antal af indikator arter pr. opdelingen er sat til 5, maksimum niveauer af opdelinger er sat til 4, minimum størrelse for grupper er sat til 20, resterende indstillinger er standardindstillinger i PC-ORD. Startparametre for TWINSpan følger Abrahamsen (2002). TWINSpan er blevet kritiseret på baggrund af dens opbygning på første akse af en *Correspondence Analysis* (CA) (Økand, 1990; McCune, et al., 2002) af denne årsag udføres også en *similarity analysis* (cluster-analyse), der anbefales som et alternativ til TWINSpan (McCune, et al., 2002). TWINSpan anvendes dog stadig i økologiske undersøgelser (Martínez, et al., 2013; Nygaard, et al., 2014; Kent, 2012). Cluster-analysen er udført som en *classic hierarchical cluster analysis* i PAST v.3.06 (Hammer, et al., 2001) med algoritmen *Wards method* og Euclidean distance (i PAST v.3.06 under *Similarity index*-menu) for artslisterne for lokaliteterne. Wards algoritmer vælges ud fra anbefalinger fra Kent & Coker (1992).

Foruden den statistiske databehandling er miljøparametrene analyseret ved *principal component analysis* (PCA). PCA-ordinationer anbefales til ordination af miljøparametre og er en af de mest effektive ordinations-modeller til dette formål. Den anbefales dog ikke til floristiske datasæt på grund af den underliggende lineære matematiske model (Kent & Coker, 1992).

4 Resultater

4.1 Vegetationsundersøgelse

I denne vegetationsanalyse er der i alt fundet 54 arter fordelt på 24 karplantearter, 10 mosarter og 20 lavarter. De hyppigste karplanter er *Carex arenaria*, *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris* (Tabel 4.1). Udelukkende for *E. nigrum* er fordelingen mellem lokaliteterne ikke signifikant forskellige (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4). Der registreres markant færre *D. flexuosa* og *C. vulgaris* på lokalitet 7R, og for *D. flexuosa* er denne forskel signifikant i forhold til de øvrige lokaliteter. Det ses endvidere, at der er signifikant flest registreringer af *D. flexuosa* på lokalitet 2R. På lokalitet 1R og 5R registreres *C. vulgaris* markant flere gange end på lokalitet 2R, 6R og 7R, forskellen er signifikant til lokalitet 2R og 7R og mellem lokalitet 5R og 6R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4). Herudover skal det bemærkes, at der på lokalitet 5R også registreres et vist antal *Vaccinium uliginosum*, *Erica tetralix*, *Hypochoeris radicata* og *Juncus squarrosus* (børste-siv) samt i lighed med lokalitet 1R registreres et vist af antal *Ammophila arenaria* og *Corynephorus canescens*, hvoraf sidst nævnte også registreres på lokalitet 7R (Tabel 4.1). *V. uliginosum* er på lokalitet 7R registreret dobbelt så mange gange som på lokalitet 5R. På lokalitet 7R er arten dog primært registreret på 3 ud af 20 plot, hvor den på lokalitet 5R er registreret på 9 af 20 plot. *Salix arenaria* (gråris) registreres udelukkende på lokalitet 6R og 7R (Tabel 4.1). Der er herforuden på lokalitet 5R registreret *Anemone vernalis* (vår-kobjælde), der er en fredet rødlistet art (Wind, 2011; retsinformation.dk, 2009).

I gruppen af mosser er *Hypnum cupressiforme* og *Dicranum scoparium* talrigt repræsenteret på alle lokaliteterne (Tabel 4.1), på nær lokalitet 5R, hvor *H. cupressiforme* registreres signifikant færre gange i forhold til de øvrige lokaliteter. Der ses ingen signifikant forskel mellem lokaliteterne for antallet af registreringer af *D. scoparium* (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$, Bilag 4). *Pleurozium schreberi* og *Pseudoscleropodium purum* registreres hyppigst på lokalitet 2R, 6R og 7R, hvor forskellen er signifikant forskellig fra lokalitet 1R og 5R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4), endvidere er *Campylopus introflexus* og *Ptilidium ciliare* (alm. frynsemos) registreret markant flest gange på lokalitet 5R. Der registreres ligeledes et lille antal af *Gymnocolea inflata* (opblæst blæremos) og *Sphagnum fimbriatum* (frynset tørvemos) på lokalitet 5R (Bilag 5). I Tabel 4.1 ses, at *Lophocolea bidentata* (sylspidset kamsvøb) udelukkende registres på lokalitet 2R og 7R.

De hyppigst registrerede laver er *Cladonia cladina* spp., *Cladonia chlorophaea*, *Hypogymnia physodes* og *Platismatia glauca* (Tabel 4.1). *C. cladina* spp. registreres signifikant flere gange på lokalitet 1R og 5R i forhold til lokalitet 2R, 6R og 7R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4). Der ses i Tabel 4.1, at *C. chlorophaea* registres omkring 120 gange i alle lokaliteter på nær ved lokalitet 2R, hvor antallet af registreringer er omtrent det halve, der ses dog ingen signifikant forskel i antallet af registreringer af *C. chlorophaea* mellem lokaliteterne (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$, Bilag 4). *H. physodes* registreres hyppigst på lokalitet 7R og 5R. Arten er registreret markant færre gange på de øvrige lokaliteter. På lokalitet 7R er forskellen signifikant i forhold til lokalitet 1R, 2R og 6R, mens der for lokalitet 5R udelukkende er signifikant forskel mellem 5R og 2R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4). *P. glauca* registreres udelukkende på lokalitet 1R, 5R og 7R, hvor antallet af registreringer

er signifikant lavest på lokalitet 1R. Derudover registreres *Cladonia floerkeana*, *C. glauca* (grågrøn bærerlav) og *C. uncialis* (pigget bærerlav) i langt højere grad på lokalitet 5R end på de øvrige lokaliteter (Tabel 4.1). Lokalitet 5R indeholder flere lavarter, der er registreret ≥ 10 gange, end de øvrige lokaliteter (Bilag 5).

Tabel 4.1. Heatmap for registreringer af de hyppigste arter i vegetationsundersøgelserne i 2014 og 2001, opdelt efter karplanter, mosser og lav. Tabellen er rangeret efter højeste antal registreringer for vegetationsundersøgelsen udført i 2014 med øget farveintensitet ved stigende artshyppighed. Det maksimale antal registreringer pr. lokalitet er 640.

	Latinsk navn	1R 2014	2R 2014	5R 2014	6R 2014	7R 2014	1R 2001	2R 2001	5R 2001
Karplanter	<i>Carex arenaria</i>	369	274	533	371	528	596	497	363
	<i>Deschampsia flexuosa</i>	355	621	387	556	126	125	186	640
	<i>Empetrum nigrum</i>	357	273	274	377	278	161	202	56
	<i>Calluna vulgaris</i>	224	80	288	116	62	96	10	15
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	1	0	48	3	90	0	0	7
	<i>Erica tetralix</i>	19	1	91	0	2	0	6	12
	<i>Hypochoeris radicata</i>	0	0	109	0	1	73	0	0
	<i>Corynephorus canescens</i>	19	0	31	0	31	97	0	0
	<i>Ammophila arenaria</i>	48	0	32	0	0	157	0	0
	<i>Salix arenaria</i>	0	0	0	17	23	16	0	0
Mosser	<i>Hypnum cupressiforme</i>	371	447	21	277	398	308	263	476
	<i>Dicranum scoparium</i>	280	219	275	207	149	385	124	535
	<i>Pleurozium schreberi</i>	58	348	85	328	185	37	253	221
	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	3	95	5	126	171	0	5	66
	<i>Campylopus introflexus</i>	0	0	165	0	0	46	14	0
	<i>Ptilidium ciliare</i>	21	22	83	7	0	46	108	531
	<i>Lophocolea bidentata</i>	0	56	0	0	30	0	0	19
	<i>Cladonia cladina</i> spp.	400	69	306	35	1	532	12	155
Laver	<i>Cladonia chlorophaea</i>	118	63	119	127	130	315	130	545
	<i>Hypogymnia physodes</i>	48	4	142	23	211	41	161	381
	<i>Platismatia glauca</i>	14	0	103	0	156	58	58	174
	<i>Cladonia floerkeana</i>	37	15	169	22	0	261	3	276
	<i>Cladonia glauca</i>	18	20	92	33	8	254	50	432
	<i>Cladonia uncialis</i>	15	0	124	0	0	62	0	20

Ændring af vegetationssammensætningen i lokaliteterne fra 2001 til 2014

Sammenlignes hyppigheden for hver art mellem vegetationsundersøgelserne i 2014 og 2001, for de samme lokaliteter, ses visse forandringer i artssammensætningen, der ses dog, at de hyppigste arter omtrent er de samme. På lokalitet 1R er registreringerne af *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris* signifikant større i 2014 end i 2001 (Tabel 4.2). Der er endvidere sket en vis stigning i antallet af *Hypnum cupressiforme*. Der ses et signifikant fald i antallet af registreringer af *Carex arenaria*, *Dicranum scoparium* og laverne *Cladonia cladina* spp., *C. chlorophaea* og *Platismatia glauca* (Tabel 4.2), herudover ses fald i antallet af registreringer af *Ammophila arenaria*, *Corynephorus canescens*, *Cetraria* spp. samt flere arter fra *Cladonia*-slægten heriblandt *C. floerkeana* og *C. glauca* (Bilag 5). I vegetationsundersøgelsen i 2014 blev 7 nye arter registreret i forhold til undersøgelsen i 2001, hvoraf *Erica tetralix* og *Cladonia squamosa* (skælklædt bærerlav) registreres >10 gange. 16 arter blev ikke genregistreret i forhold til 2001, hvoraf *Aira praecox* (tidlig dværgbunke), *Hypochoeris radicata*, *Salix arenaria*, *Campylopus introflexus*, *Ceratodon purpureus* (rød horntand) og *Cladonia diversa* (rød bærerlav) blev registreret >10 gange i 2001 (Bilag 6, Tabel 1).

Tabel 4.2. Middelverdier med standardafvigelse ($\pm$) for antal registreringer af hyppigste arter pr. plot i 2014 og 2001 fra samme lokaliteter. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Mann-Whitney-test. For alle datasæt er $n=20$ pr. lokalitet og signifikant forskel er angivet ved $p<0,05$.

Hyppigste arter						
Lokalitet	1R	1R	2R	2R	5R	5R
Undersøgelses år	2014	2001	2014	2001	2014	2001
<i>C. arenaria</i>	18,5 $\pm$ 10,2	29,8 $\pm$ 3,9	13,7 $\pm$ 10,2	24,9 $\pm$ 11,7	26,7 $\pm$ 6,6	18,2 $\pm$ 8,8
<i>D. flexuosa</i>	17,8 $\pm$ 10,9	6,3 $\pm$ 8,3	31,1 $\pm$ 2,4	9,3 $\pm$ 9,7	19,4 $\pm$ 10,7	32,0 $\pm$ 0,0
<i>E. nigrum</i>	17,9 $\pm$ 10,4	8,1 $\pm$ 11	13,7 $\pm$ 9,3	10,1 $\pm$ 11,3	13,7 $\pm$ 10,2	2,8 $\pm$ 5,8
<i>C. vulgaris</i>	11,2 $\pm$ 8,8	4,8 $\pm$ 5,8	4,0 $\pm$ 5,2	0,5 $\pm$ 0,9	14,4 $\pm$ 9,9	0,8 $\pm$ 1,1
<i>H. cupressiforme</i>	18,6 $\pm$ 7,1	15,4 $\pm$ 6,5	22,4 $\pm$ 5,6	13,2 $\pm$ 12,7	1,1 $\pm$ 1,8	23,8 $\pm$ 6,5
<i>D. scoparium</i>	14,0 $\pm$ 7,3	19,3 $\pm$ 7,8	11,0 $\pm$ 8,1	6,2 $\pm$ 7,4	13,8 $\pm$ 1,5	26,8 $\pm$ 4,0
<i>P. schreberi</i>	2,9 $\pm$ 5,8	1,9 $\pm$ 7,2	17,4 $\pm$ 8,0	12,7 $\pm$ 12,7	4,3 $\pm$ 7,9	11,1 $\pm$ 8,2
<i>P. purum</i>	0,2 $\pm$ 0,7	0,0 $\pm$ 0,0 ¹	4,8 $\pm$ 6,8	0,25 $\pm$ 1,1	0,3 $\pm$ 1,1	3,3 $\pm$ 3,7
<i>C. cladina</i> spp.	20,0 $\pm$ 10,3	26,6 $\pm$ 4,6	3,5 $\pm$ 5,6	0,6 $\pm$ 2,3	15,3 $\pm$ 12,1	7,8 $\pm$ 8,5
<i>C. chlorophaea</i>	5,9 $\pm$ 6,6	15,8 $\pm$ 9,2	3,2 $\pm$ 5,2	6,5 $\pm$ 5,5	6,0 $\pm$ 6,5	27,3 $\pm$ 5,1
<i>H. physodes</i>	2,4 $\pm$ 2,1	2,1 $\pm$ 2,3	0,2 $\pm$ 0,5	8,1 $\pm$ 8,5	7,1 $\pm$ 8,0	19,1 $\pm$ 6,9
<i>P. glauca</i>	0,7 $\pm$ 1,2	2,9 $\pm$ 2,8	0,0 $\pm$ 0,0 ¹	2,9 $\pm$ 4,3	5,2 $\pm$ 7,0	8,7 $\pm$ 5,6

1. Ingen registreringer af arten på lokaliteten pågældende år.

På lokalitet 2R er registreringerne af *Deschampsia flexuosa* og *Hypnum cupressiforme* steget markant, der ses herforuden en vis stigning af *Empetrum nigrum*, *Calluna vulgaris* og af mosserne *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi* og *Pseudoscleropodium purum* samt *Cladonia cladina* spp. (Tabel 4.1). Stigningen for alle ovennævnte arter er signifikante på nær ved *E. nigrum*, *C. vulgaris* og *P. schreberi* (Tabel 4.2). *Carex arenaria*, *Ptilidium ciliare*, *C. chlorophaea* og *Hypogymnia physodes* er faldet i antal registreringer i forhold til 2001. Faldet er signifikant for *C. arenaria* og *C. chlorophaea* (Tabel 4.2). Der er registreret 7 nye arter i 2014 i forhold til undersøgelsen i 2001, hvoraf *Solidago virgaurea* (alm gyldenris), *Lophocolea bidentata* og *Cladonia cornuta* (syl-bægerlav) registreres >20 gange. 7 arter er ikke genregistreret i 2014, hvoraf *Pinus sylvestris* (skov-fyr) og *Platismatia glauca* registreres >20 gange i 2001 (Bilag 6, tabel 2).

På lokalitet 5R er registreringen af *Carex arenaria*, *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris* steget signifikant i forhold til 2001 (Tabel 4.2), der ses ligeledes en stigning i antallet af registreringer af *Vaccinium uliginosum*, *Erica tetralix*, *Cladonia cladina* spp. og *C. uncialis* (Tabel 4.1). *Deschampsia flexuosa*, der blev registreret 640 gange i 2001 (maksimal for en art/lokalitet) og flere arter af mos, heriblandt *Hypnum cupressiforme* og *Dicranum scoparium*, er alle faldet signifikant i forhold til 2001 (Tabel 4.2). Adskillige arter fra *Cladonia*-slægten, bl.a. *C. chlorophaea* og *C. glauca*, samt *Hypogymnia physodes* og *Platismatia glauca* er ligeledes faldet markant i antal registreringer i forhold til 2001 (Bilag 6, tabel 3). I vegetationsundersøgelsen 2014 registreres 12 ny arter i forhold til undersøgelsen i 2001, hvoraf *Hypochoeris radicata* og *Campylopus introflexus* registreres >100 gange, herudover registreres 4 andre arter >10 gange. 12 arter registret i 2001 blev ikke genfundet i 2014, heraf blev *Barbilophozia attenuata* (tynd flerfligmos), *B. barbata* (skægget flerfligmos) og *Lophocolea bidentata* registreret >10 gange i 2001 (Bilag 6, tabel 3).

Sammenligning af lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet

Sammenligningen er foretaget ud fra lokalitet 1R fra 2001 (1,2 km fra havet) og 6R fra 2014 (1,7 km fra havet), hvor rydningen på undersøgelsestidspunktet er foretaget for hhv. 10 og 12 år siden, og lokalitet 7R fra 2014 (0,6 km fra havet) og 2R fra 2001 (1,7 km fra havet), hvor rydningen på undersøgelsestidspunktet er foretaget for 4 år siden.

Tabel 4.3. Middelverdier med standardafvigelse ($\pm$) for antal registreringer af hyppigste arter pr. plot for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Mann-Whitney-test. For alle datasæt fra 2014 og 2001 er $n = 20$ pr. lokalitet. Signifikant forskel er angivet ved $p < 0,05$.

Hyppigste arter				
Lokalitet	1R	6R	7R	2R
Undersøgelses år	2001	2014	2014	2001
År efter rydning	10	12	4	4
Afstand til hav (km)	1,2	1,7	0,6	1,7
<i>C. arenaria</i>	29,8 $\pm$ 3,9	18,6 $\pm$ 9,3	26,4 $\pm$ 8,9	24,9 $\pm$ 11,7
<i>D. flexuosa</i>	6,3 $\pm$ 8,3	27,8 $\pm$ 3,9	6,3 $\pm$ 9,3	9,3 $\pm$ 9,7
<i>E. nigrum</i>	8,1 $\pm$ 11	18,9 $\pm$ 8,6	13,9 $\pm$ 9,7	10,1 $\pm$ 11,3
<i>C. vulgaris</i>	4,8 $\pm$ 5,8	5,8 $\pm$ 6,9	3,1 $\pm$ 6,4	0,5 $\pm$ 0,9
<i>H. cupressiforme</i>	15,4 $\pm$ 6,5	13,9 $\pm$ 9,2	19,9 $\pm$ 7,7	13,2 $\pm$ 12,7
<i>D. scoparium</i>	19,3 $\pm$ 7,8	10,4 $\pm$ 8,1	7,5 $\pm$ 6,3	6,2 $\pm$ 7,4
<i>P. schreberi</i>	1,9 $\pm$ 7,2	16,4 $\pm$ 6,8	9,3 $\pm$ 9,1	12,7 $\pm$ 12,7
<i>P. purum</i>	0,0 $\pm$ 0,0 ¹	6,3 $\pm$ 7,3	8,6 $\pm$ 8,7	0,25 $\pm$ 1,1
<i>C. cladina</i> spp.	26,6 $\pm$ 4,6	1,8 $\pm$ 3,6	0,1 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 2,3
<i>C. chlorophaea</i>	15,8 $\pm$ 9,2	6,4 $\pm$ 8,0	6,5 $\pm$ 6,3	6,5 $\pm$ 5,5
<i>H. physodes</i>	2,1 $\pm$ 2,3	1,2 $\pm$ 1,5	10,6 $\pm$ 8,7	8,1 $\pm$ 8,5
<i>P. glauca</i>	2,9 $\pm$ 2,8	0,0 $\pm$ 0,0 ¹	7,8 $\pm$ 6,4	2,9 $\pm$ 4,3

1. Ingen registreringer af arten på lokaliteten pågældende år.

Sammenlignes lokaliteter med samme alder efter rydning og med forskellige afstande til havet ses det, at registreringen af *Carex arenaria*, *Hypnum cupressiforme* og *Dicranum scoparium* er hyppigst på lokaliteterne tættest mod havet, og registreringen af *Deschampsia flexuosa* og *Pleurozium schreberi* er hyppigst på lokaliteterne længst fra havet. Der ses dog udelukkende signifikante forskelle mellem lokalitet 1R (2001) og 6R (2014) på nær for *H. cupressiforme* (Tabel 4.3). Der ses yderligere, at registreringen af *Platismatia glauca* er signifikant højere på lokaliteterne tættest på havet. *P. glauca* er dog ikke registreret på lokalitet 6R (2014). Registreringen af *Hypogymnia physodes* er endvidere hyppigst på lokaliteterne tættest på havet, uden at dette dog er signifikant (Tabel 4.3). Herudover ses ikke en entydig lighed mellem lokaliteterne. For de øvrige hyppigste arter registreres færrest *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris* samt flest *Cladonia cladina* spp. og *C. chlorophaea* på lokalitet 1R (2001) i forhold til lokalitet 6R (2014), hvor forskellene er signifikante for alle arter undtagen *C. vulgaris*. Tilfældet er modsat for lokalitet 7R (2014) og 2R (2001), dog ses ingen signifikant forskel blandt hyppigheden af arterne (Tabel 4.3).

4.1.1 Samfundsstruktur for vegetationsgrupperne

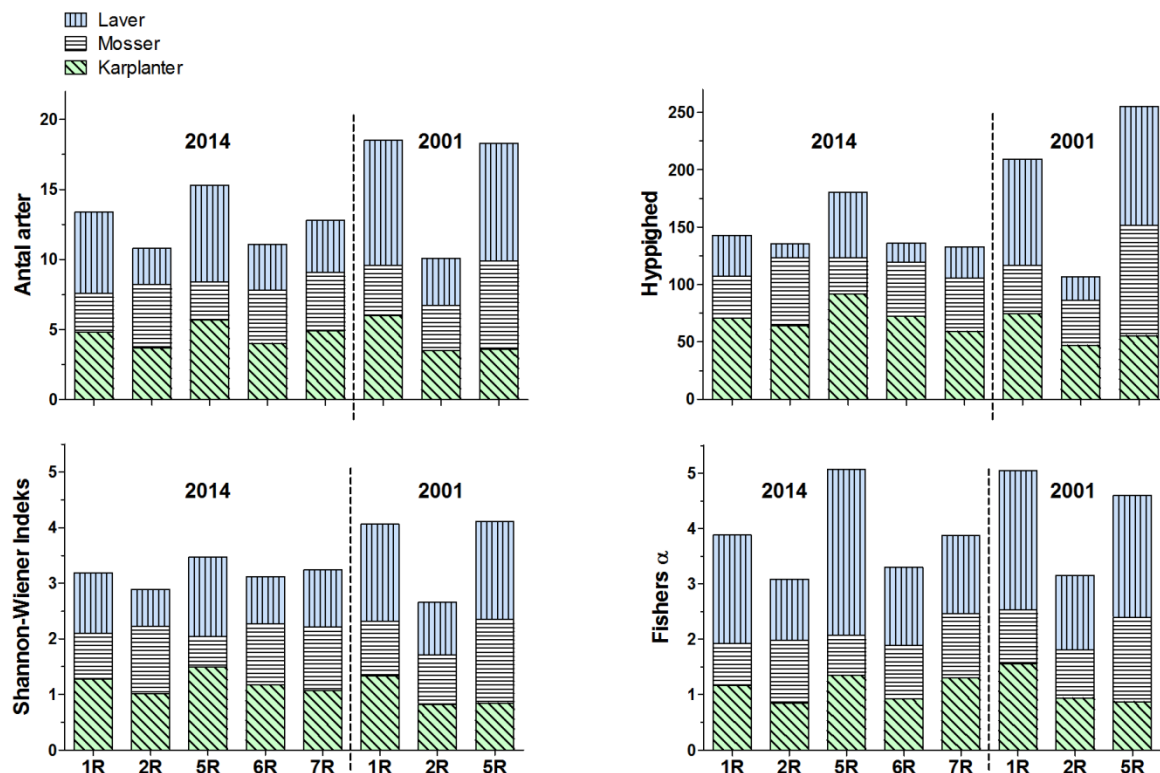
Generelt ses en vis opdelingen af lokaliteterne i forhold til samfundsstrukturanalyserne undersøgt i 2014. Der ses af Figur 4.1, at lokalitet 5R og i nogen grad lokalitet 1R adskiller sig fra lokalitet 2R, 6R og 7R. På lokalitet 1R og 5R er middelværdierne for karplanter og laver samt middelværdierne for den totale vegetation højest i alle analyserne, samt middelværdien for mosser er lavest, hvilket er signifikant gældende i adskillige tilfælde.

Der ses af Figur 4.1, at for karplanter og laver er det gennemsnitlige antal af arter pr. plot højest på lokalitet 5R, hvor forskellen er signifikant højere end lokalitet 2R og 6R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Middelværdien for antallet af lav- og mosarter pr. plot er for antallet af mosarter signifikant lavere, og for lavarter signifikant højere på lokalitet 1R og 5R end på lokalitet 2R, 6R og 7R. Dette mønster gentager sig for de tre øvrige analyser dog med varierende signifikans. Lokalitet 2R er ved alle fire analyser for mos signifikant højere end lokalitet 1R og 5R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1).

Middelværdien for hyppigheden for den totale vegetation, karplanter og lav er størst på lokalitet 5R (Figur 4.1), for den totale vegetation og karplanter er hyppigheden signifikant, der ses ligeledes at hyppigheden af mosser er signifikant lavere på lokalitet 5R i forhold til lokalitet 2R, 6R og 7R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Ydermere ses, at hyppigheden for den totale vegetation og karplanter for de øvrige lokaliteter ikke er signifikant forskellige og ligger hhv. omkring 130-140 og 60-75 registreringer pr. plot. Hyppigheden af mosser er signifikant højest på lokalitet 2R, hvor hyppigheden af laver er mindst (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1).

Shannon-Winners diversitetsindeks ligger for alle lokaliteter for den totale vegetation omkring 2 (Bilag 7, tabel 1). Indekset for lokalitet 5R er dog signifikant højere end for lokalitet 2R, 6R og 7R. Ud fra Figur 4.1 ses, at indekset for karplanter er højest på lokalitet 5R, hvilket også er signifikant, bortset fra signifikant forskel mellem lokalitet 1R og 2R, er de øvrige lokaliteters indeks ikke signifikant forskellige (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Shannon-Winners diversitetsindeks for mosarter er højst på lokalitet 2R, 6R og 7R (Figur 4.1), og alle tre lokaliteter er signifikant forskellige fra lokalitet 1R og 5R, der ses ingen indbyrdes signifikant forskel mellem lokalitet 2R, 6R og 7R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Indekset for lav er højest for lokalitet 5R, hvor indekset er signifikant forskellig fra lokalitet 2R, 6R og 7R.

I Figur 4.1, ses at Fishers α for karplanter er højest på lokalitet 5R og dernæst lokalitet 7R, lokaliteterne er signifikant højere end lokalitet 2R, endvidere er lokalitet 5R signifikant højere end lokalitet 6R. Middelværdien pr. plot for Fishers α for mosser er højest på lokalitet 2R, 6R og 7R, der ses dog udelukkende signifikant forskel til lokalitet 1R og 5R for lokalitet 2R og 7R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Lokalitet 5R har, for laver, det højeste Fishers α indeks, dette er dog kun signifikant forskellig fra lokalitet 2R, da der er en forholdsvis stor spredning for middelværdierne på lokaliteterne. Ingen af indeksene for Fishers α for laver på de øvrige lokaliteter er signifikant forskellige. For den totale vegetation er indekset højest for lokalitet 5R og herefter 1R, indeksene er signifikant højere end lokalitet 2R, endvidere er Fishers α for lokalitet 5R større end indekset for lokalitet 6R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1).



Figur 4.1. Middelverdier for samfundsstrukturer for vegetationsgrupperne pr. plot. I diagrammerne beskriver søjlerne til venstre for den stiplede linie samfundsstrukturer for lokaliteterne i 2014 og søjlerne til højre beskriver samfundsstrukturer for lokalitet 1R, 2R og 5R i 2001. Angivelse af signifikante forskelle mellem lokaliteterne findes i Bilag 7. Bemærk summen af søjlerne for vegetationsgrupperne for Shannon-Wieners diversitetsindeks og Fishers α ikke er sammenlignelige med den totale vegetation, der findes i Bilag 7.

Ændring i samfundsstrukturen i lokaliteterne fra 2001 til 2014

På lokalitet 1R ses, ud fra Figur 4.1, at alle middelværdier for samfundsstrukturelle parametre er lavere i 2014 end i 2001. Mange af samfundsstrukturene er endvidere signifikant lavere i 2014, dog ikke hyppigheden af mosser og karplanter samt for Shannon-Wieners diversitetsindeks for karplanter (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 2).

På lokalitet 2R er middelværdien for alle samfundsstrukturer højere i 2014 end i 2001 på nær for laver (Figur 4.1). Der er signifikant forskel for hyppighed ved alle vegetationsgrupperne og antal arter af mos samt for Shannon-Wieners diversitetsindeks for karplanter (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 2).

Der ses ligeledes af Figur 4.1, at middelværdien for samfundsstrukturelle parametre for lokalitet 5R er lavere i 2014 bortset fra karplanter og Fishers α for laver. Der er signifikant forskel for hovedparten af de samfundsstrukturelle parametre (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 2).

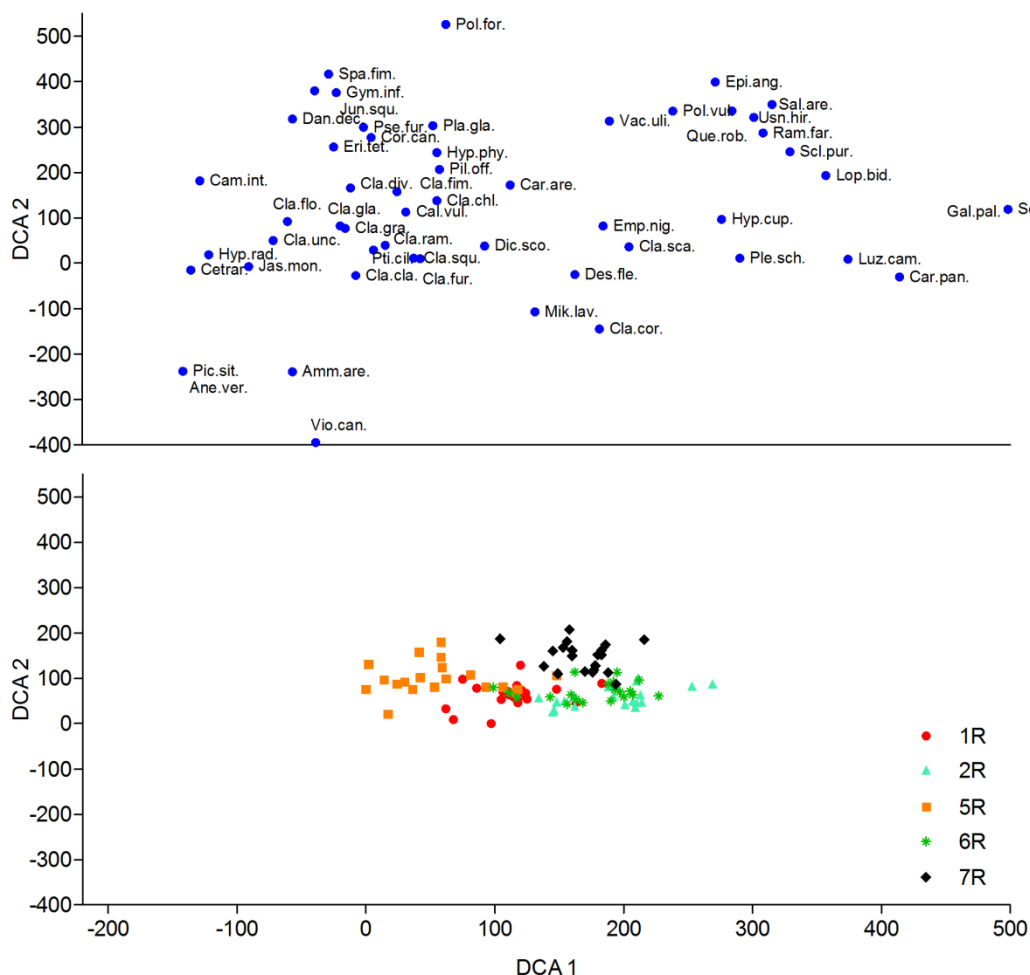
Sammenligning af lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet

Ved sammenligningen ses en primær tendens med varierende signifikans til at alle middelværdier for samfundsstrukturelle parametre er størst på lokaliteter tættest havet (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 3). Mellem lokalitet 1R (2001) og lokalitet 6R (2014) er de samfundsstrukturelle parametre for mosser dog højere på lokaliteten længst fra til havet.

4.1.2 Ordination af lokaliteternes artsmatrice

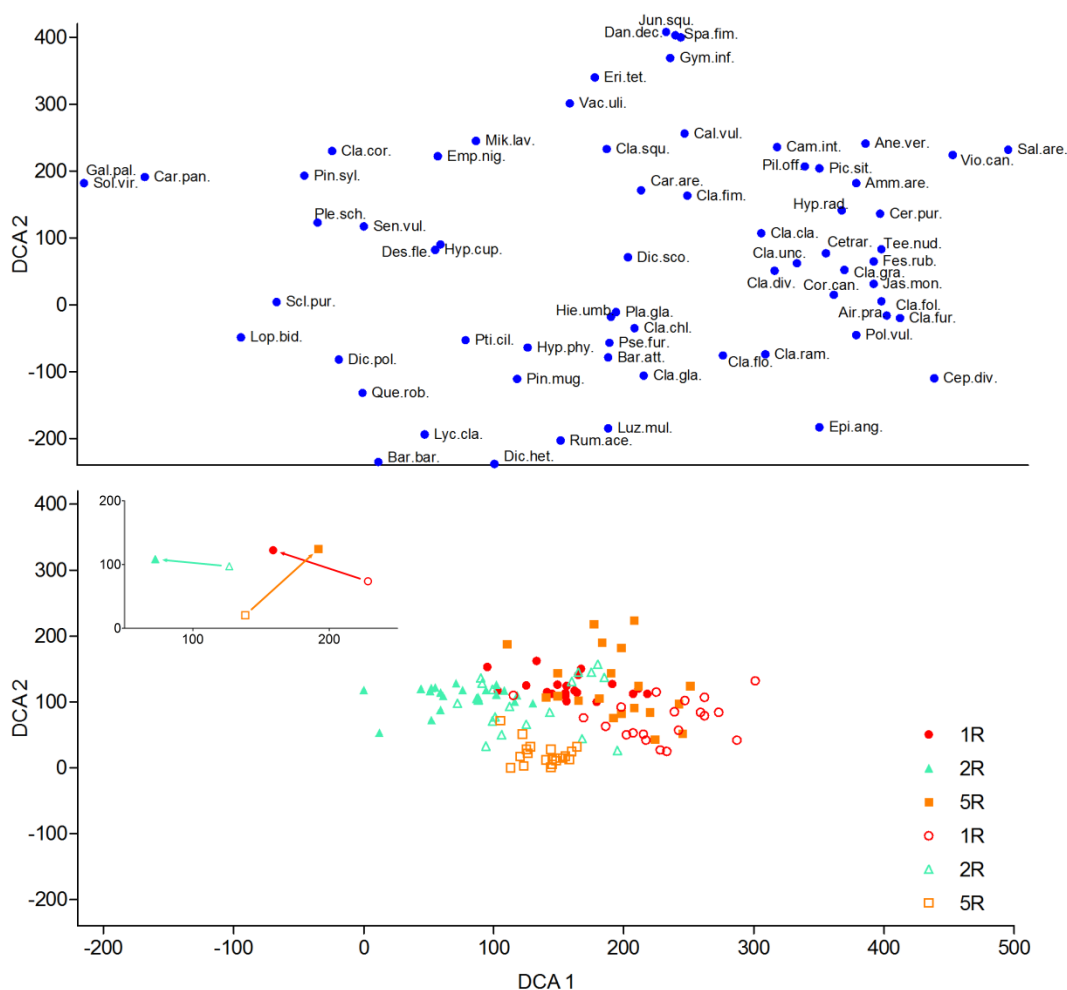
Nedenstående afsnit beskriver DCA-ordinationer af artmatricerne for de 5 undersøgte lokaliteter. Øverst i hver figur (Figur 4.2 til Figur 4.4) ses arternes gruppering i ordinationen og nederst i hver figur ses plottenes gruppering i ordinationen. De udskrevne artsnavne for forkortelserne i figurene findes i Bilag 5. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler/farver (n=20 pr. lokalitet). Lokaliteter fra 2014 har farvefyldte symboler og lokaliteter fra 2001 har udelukkende farvet kontur. Der er udover nedenstående ordinationer udført ordinationer for hver af vegetationsgrupperne (karplanter, mos, lav). I disse ordinationer ses generelt den samme tendens af grupperingerne som for ordinationen af den totale vegetation (Bilag 8, Bilag 9, Bilag 10).

I Figur 4.2 ses ordinationen af artsmatricen fra undersøgelsen i 2014. Der ses en tendens til, at plottene deles vertikalt ved omtrent 130 på DCA1-aksen, hvor lokalitet 1R og 5R trækker til venstre og lokalitet 2R, 6R og 7R trækker til højre, endvidere ses en tendens til at plot fra samme lokalitet grupperes. Der ses, at lokalitet 2R og 6R har til tendens til at grupperes samlet i højre side af ordinationen næsten parallelt med DCA1-aksen, trækkende mod arter såsom *Empetrum nigrum*, *Deschampsia flexuosa*, *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Cladonia scabriuscula* (ru bægerlav). Yderligere ses en vis tendens til at lokalitet 2R og 6R grupperes i to grupper. Over lokalitet 2R og 6R ligger hovedparten af plottene fra lokalitet 7R trækkende mod arter såsom *Vaccinium uliginosum* og *Ploypodium vulgare*. I venstre side af ordinationen grupperes plottene fra lokalitet 5R, dog med en forholdsvis stor spredning. Lokalitet 5R grupperes sammen med størstedelen af laverne samt *Calluna vulgaris*. Plottene for lokalitet 1R er grupperet mellem lokalitet 5R og lokalitet 2R og 6R.



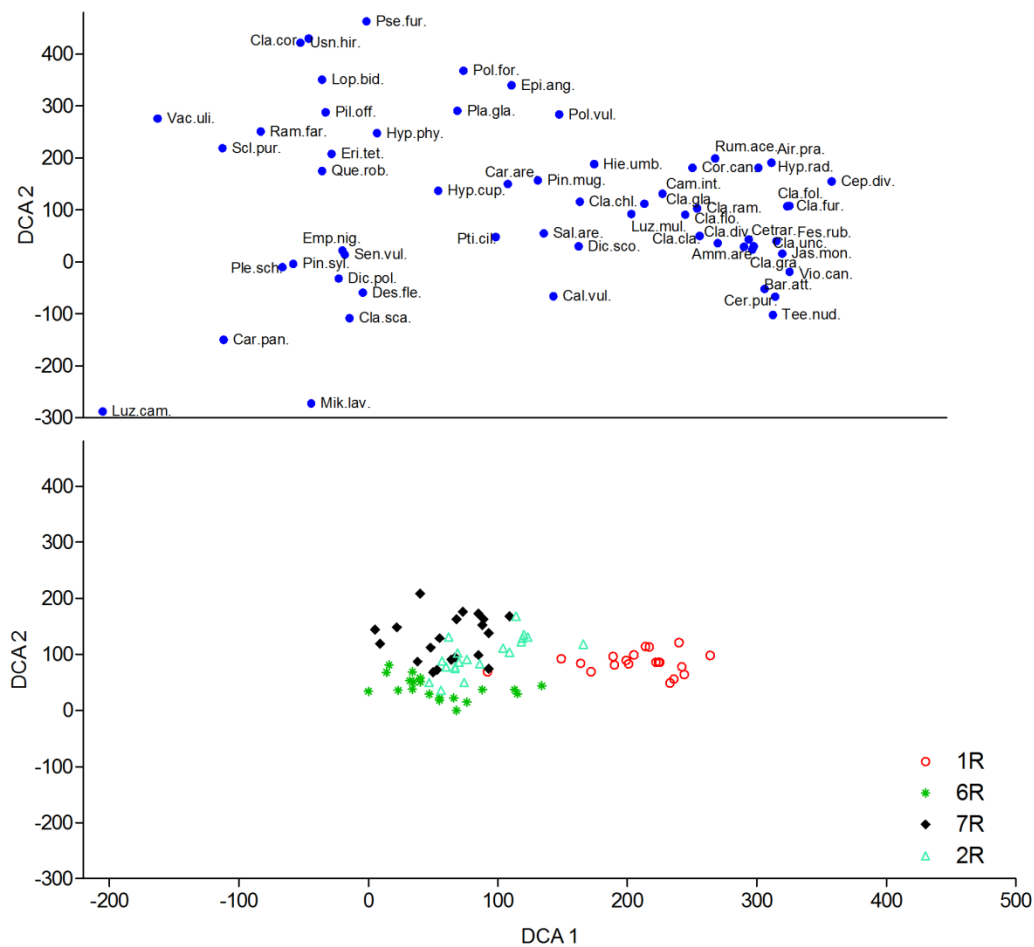
Figur 4.2. DCA-ordination af lokaliteterne undersøgt i 2014 på baggrund af den samlede artsmatrice. Øverst ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler/farver (n=20 plot pr. lokalitet). Der ses i ordinationen en vis gruppering af plot fra samme lokalitet.

I Figur 4.3 ses ordinationen for lokalitet 1R, 2R og 5R udført baggrund af artsmatricerne fra 2014 og 2001. Der ses en generel ændring i artssammensætningen på lokaliteterne mellem årene, dog ses ikke en entydig udvikling mellem lokaliteterne. Lokalitet 1R og 2R trækker mod højre i omtrent samme retning og lokalitet 5R trækker diagonalt modsat de 2 øvrige lokaliteter. I 2001 har lokalitet 5R en meget homogen sammensætning og i 2014 en mere heterogen sammensætning af plottene, hvor 4-5 plot trækker mod *Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum* og *Erica tetralix* og *Cladonia squamosa*. På lokalitet 1R ses en mere heterogen sammensætning i 2001 og en mere homogen sammensætning i 2014, dog med visse outliers. Lokaliteten hælder i en vis grad mod *Empetrum nigrum*. Lokalitet 2R er heterogent spredt i både 2001 og 2014, og ud fra plottene ses kun en svag tendens til at trække mod venstre mod *Deschampsia flexuosa*, *Hypnum cupressiforme* og *Senecio vulgaris* (alm. brandbæger).



Figur 4.3. DCA-ordination for lokalitet 1R, 2R og 5R undersøgt i 2014 (fyldte) og 2001 (kontur) på baggrund af den totale artsmatrice. Øverst ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler (n=20 plot pr. lokalitet). Der ses, i ordinationen, en ændring i artssammensætningen på lokaliteterne fra 2001 til 2014.

I Figur 4.4 ses DCA-ordinationer for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet. Ordinationen er udført på baggrund af de totale artsartsmatricer fra 2014 og 2001. Sammenlignes lokalitet 1R (2001) med 6R (2014) ses ud fra nedenstående figur, at lokaliteterne har forskellige artssammensætninger. Denne tendens ses til dels også for lokalitet 2R (2001) og 7R (2014) dog i langt svagere grad. Der er en generel tendens til at lokalitet 1R (2001) grupperes separat fra de tre andre lokaliteter, der er grupperet mere samlet. Plottene fra lokalitet 1R er trækkende mod grupperingen af størstedelen af laverne og lokalitet 2R (2001), 6R (2014) og 7R (2014) er trækkende mod grupperingen af karplanter og mosser.



Figur 4.4. DCA-ordination på baggrund af artsmatricer for 2 par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig. Øverst ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler (n=20 plot pr. lokalitet). Lokaliteterne undersøgt i 2014 har farvefyldte symboler og lokaliteterne undersøgt 2001 har farvet kontur. På lokalitet 1R (2001) og 6R (2014) er rydningerne på undersøgelsestidspunkterne foretaget for hhv. 10 og 12 år siden. På lokalitet 7R (2014) og 2R (2001) er rydningerne på undersøgelsestidspunkterne foretaget for 4 år siden.

4.1.3 Klassificering af lokaliteterne

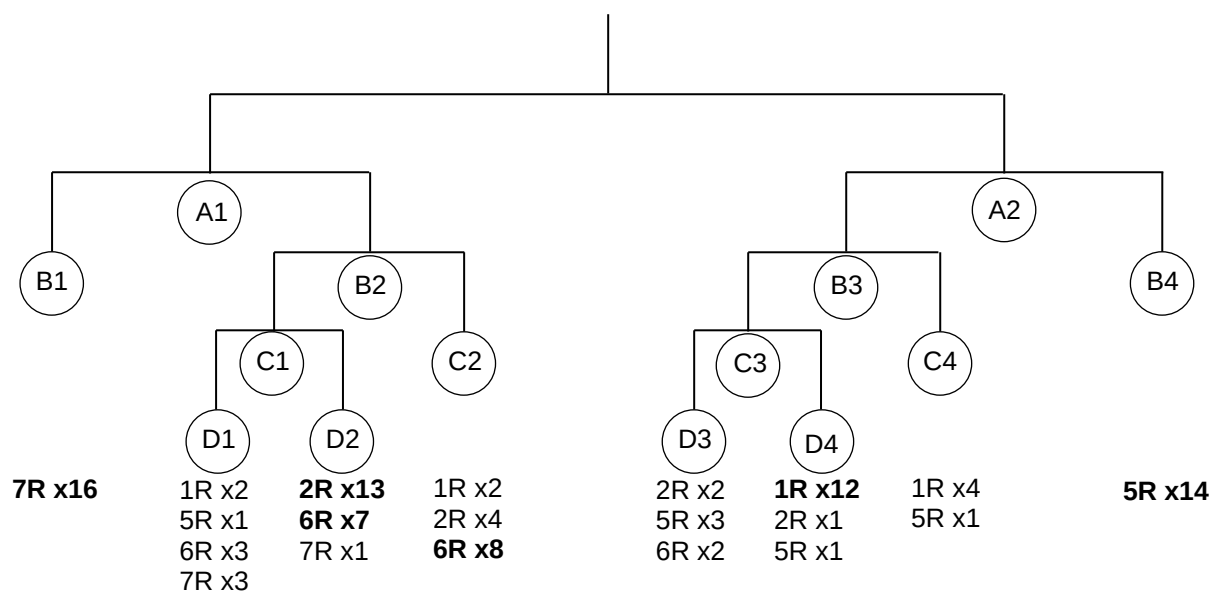
I Figur 4.5 ses resultatet af TWINSPAN udformet som et dendrogram. Ved dendrogrammets forgreninger ses et bogstav og nr., som henviser til tabellen i figuren, der angiver hvilke arter, der medvirker til klassificeringen af lokaliteterne. I dendrogrammets yderste forgreninger ses hvilke lokaliteters plot og antal plot, der grupperes hertil. Markeringer med fed skrift angiver hovedparten af en lokalitets plots grupperingen.

TWINSPAN viser en gruppering der er sammenlignelig med grupperingen i cluster-analysen (Bilag 11). Der ses i Figur 4.5, at den første opdeling af plottene, A1 og A2, klassificerer lokalitet 1R og 5R fra lokalitet 2R, 6R og 7R. Denne klassificering sker på baggrund af arterne *Pleurozium schreberi* og *Pseudoscleropodium purum*, som lokalitet 2R, 6R og 7R fordeles efter, og fire arter fra *Cladonia*-slægten, som lokalitet 1R og 5R fordeles efter.

A1 og A2 er forgrenet i hhv. B1 og B2 samt B3 og B4 (Figur 4.5). Ved B1 og B2 opdeles hovedparten af plottene fra lokalitet 7R fra lokalitet 2R og 6R på baggrund af den markante tilstedeværelse af *Carex arenaria*, *Hypogymnia physodes* og *Platismatia glauca* på lokalitet 7R. Den hyppigere tilstedeværelse af *Deschampsia flexuosa* og *Empetrum nigrum* på lokalitet 2R og 6R i forhold lokalitet 7R medvirker ligeledes til opdelingen af lokaliteterne. B2 forgrenes yderligere i to grene, C1 og C2. Der ses, at plottene for lokalitet 6R er opdelt i to hovedgrupper D2 (under C1) og C2, hvor grupperingen for C2 adskilles fra C1 ved antallet af en række arter fra *Cladonia*-slægten, herunder er visse arter sammenlignelige med arter i A2 (f. eks. *Cladonia cladina* spp., *C. floerkeana* og *C. glauca*). I grupperingen for C1 ses et langt hyppigere *Pseudoscleropodium purum*, hvor denne art er næsten fraværende i grupperingen for C2 (Bilag 11). Grupperingen for C1 er endvidere opdelt i D1 og D2, hvor D2 indeholder, som tidligere nævnt, den ene hovedpart af plot fra lokalitet 6R, herudover indeholder grupperingen hovedparten af plot fra lokalitet 2R. Denne gruppering adskiller sig fra D1 ved *Lophocolea bidentata*, da arten er næsten fraværende i grupperingen for D1 (Bilag 11). Gruppe D1 og D2 opdeles ligeledes på baggrund af fraværet af *Vaccinium uliginosum* samt den mindre hyppighed af *Calluna vulgaris* i grupperingen for D2.

I grupperingen under A2 klassificeres hovedparten af plottene fra lokalitet 1R og 5R i B3 og B4. Disse to grupperinger opdeles først og fremmest på baggrund af *Erica tetralix*, *Hypochoeris radicata* og *Campylopus introflexus* (Figur 4.5), som udelukkende findes i grupperingen for B4, hvor hovedparten af plot fra lokalitet 5R er grupperet. Herudover ses en større hyppighed af *Vaccinium uliginosum* samt et fravær af *Hypnum cupressiforme* og *Dicranum scoparium* i B4 i forhold til B3 (Bilag 11). B3 opdeles yderligere og hovedparten af plottene for lokalitet 1R grupperes under D4, denne opdeles fra D3 grupperingen på baggrund af en tilstedeværelsen af *Pleurozium schreberi* i D3.

Der kan konstateres, at der ikke er en entydig opdeling af lokaliteternes plot, dog ses en vis tendens til at lokalitet 1R og 5R har en mere sammenlignelig vegetation i forhold til de resterende lokaliteter, men opdeles dog separat ved yderligere klassificering. Lokalitet 2R og 6R har endvidere en mere sammenlignelig vegetation i forhold til lokalitet 7R. Lokalitet 6R har dog en tendens til at indeholde flere *Cladonia*-laver end lokalitet 2R. Lokalitet 7R har en tendens til at gruppere sig separat på grund af *Carex arenaria* og enkelte vedvoksende laver.



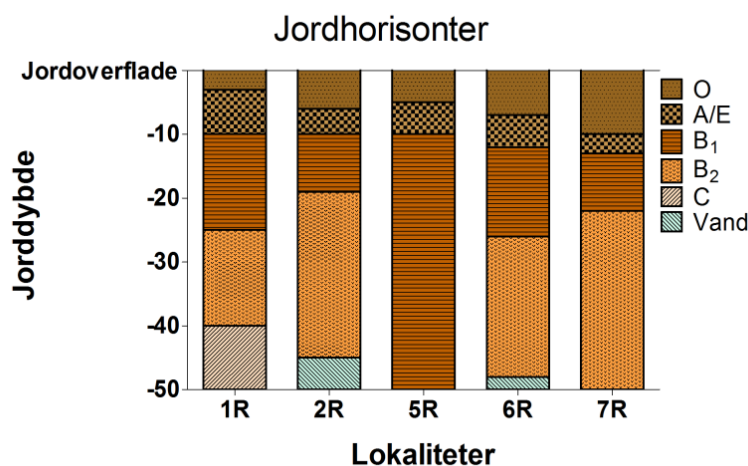
Opdeling	A	B	C	D
Skillearter mellem grupper	A1: <i>P. schreberi</i> <i>P. purum</i> A2: <i>C. cladina</i> spp. <i>C. floerkeana</i> <i>C. glauca</i> <i>C. uncialis</i>	B1: <i>C. arenaria</i> <i>P. vulgare</i> <i>H. physodes</i> <i>P. glauca</i> B2: <i>D. flexuosa</i> <i>E. nigrum</i>	C1: <i>P. purum</i> C2: <i>C. chlorophaea</i> <i>C. cladina</i> spp. <i>C. cornuta</i> <i>C. floerkeana</i> <i>C. glauca</i> <i>C. ramulosa</i> <i>C. scabriuscula</i>	D1: <i>C. vulgaris</i> <i>V. uliginosum</i> D2: <i>L. bidentata</i>
		B3: <i>D. scoparium</i> <i>H. cupressiforme</i> B4: <i>E. tetralix</i> <i>H. radicata</i> <i>V. uliginosum</i> <i>C. introflexus</i>	C3: <i>E. nigrum</i> C4: <i>A. arenaria</i>	D3: <i>P. schreberi</i> D4: -

Figur 4.5. TWINSPLAN af artsmatricen fra vegetationsundersøgelsen 2014 udformet som et dendrogram. Dendrogrammets forgreninger er navngivet med et bogstav og nr. som henviser til ovenstående tabel, der angiver hvilke arter, der medvirker til klassificering af lokaliteternes plot (n= 100). Markeringer med fed skrift angiver ,hvor hovedparten af en lokalitets plot er grupperet.

4.2 Miljøparametre

Nedenstående afsnit beskriver indledningsvist jordprofilerne i lokaliteterne, herefter præsenteres forholdene for lokaliteternes glødetab, konduktivitet, pH og indhold af plantetilgængelige kvælstofforbindelser i 3 dybder. Afslutningsvist beskrives forholdene mellem lokaliteternes organiske stofmængde, tykkelse af det organiske lag samt dækningsgrad.

Jordprofilerne for lokaliteterne er overvejende ens i udseende, der ses dog forskellige tykkelser af horisonterne mellem lokaliteterne (Figur 4.6). Det organiske lag for alle lokaliteter består af en begrænset mængde af humus, døde og levende og plantedele samt nedbrudt organisk materiale. A/E horisonten kan beskrives som en grålig til sort sandagtig horisont. B₁ horisonten kan for alle lokaliteterne beskrives som gullig sand med mørke nuancer, hvor de mørke nuancer kan stamme fra nedbrudte rødder. For lokaliteter med en B₂ horisont ses sandet at være mørkegult til gråt med mørke nuancer. I B₂ horisonten i lokalitet 2R ses øverst udfældningsaftegninger, hvilket kan være aftryk fra grundvandspejlet (Bilag 12). Efter rydning af plantagen på lokaliteten kan grundvandsspejlet være hævet, hvorefter det igen er sænket, aftrykket kan også afspejle grundvandstanden i vintermånederne. C horisonten ses udelukkende i 1R og kan beskrives som gulligt/brunt sand. I lokalitet 2R og 6R står grundvandet forholdsvist højt, da det fremkom i <50 cm dybde. I Bilag 12 findes afbildningen af jordprofilerne for lokaliteterne.



Figur 4.6. Oversigt af jordprofilerne for lokaliteterne underøgt 2014. Jordprofilet er undersøgt til en dybde af 50 cm. I lokalitet 2R og 6R fremkom grundvandet i < 50 cm dybde.

4.2.1 Jordbundsparametre

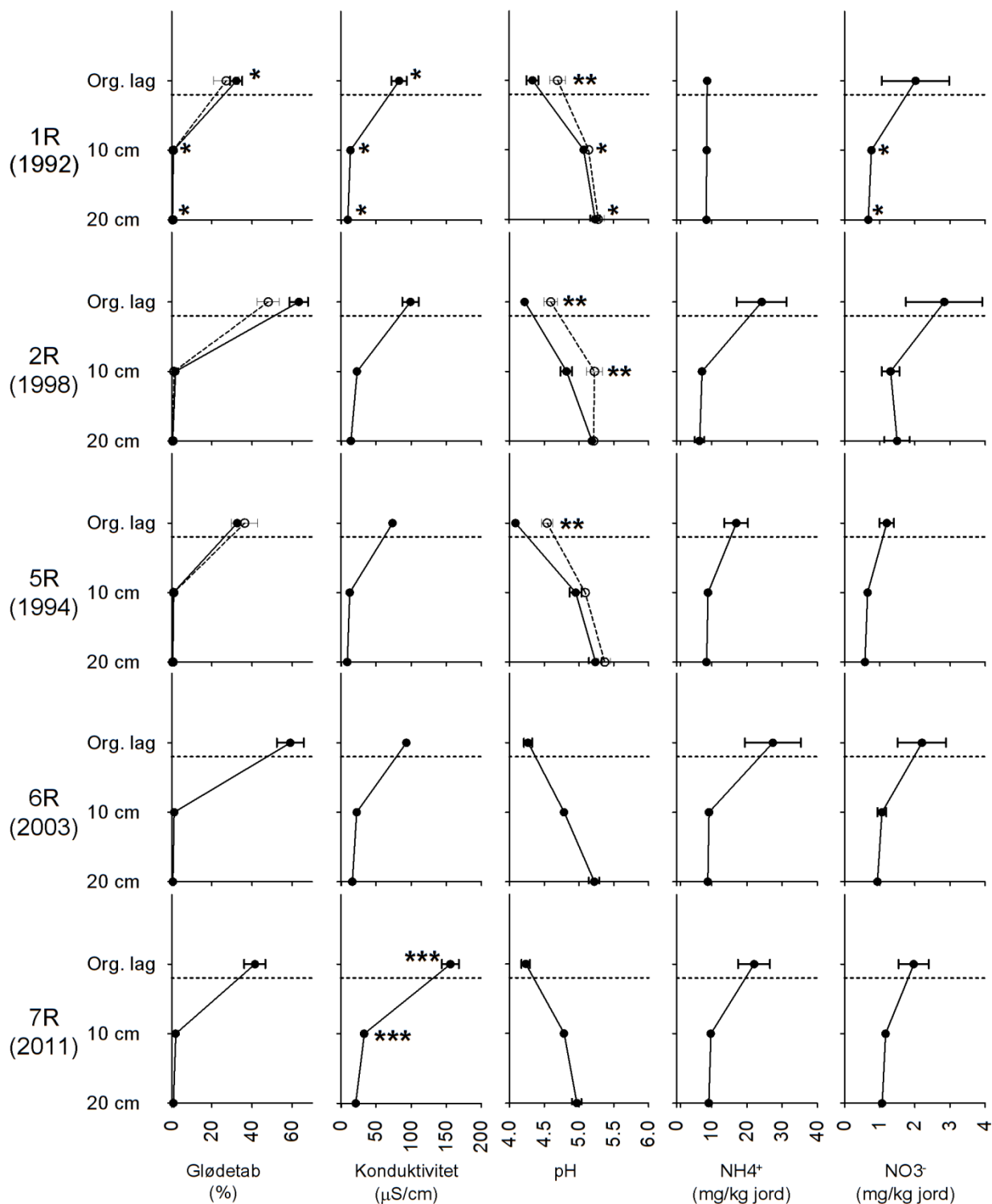
I Figur 4.7 ses, at næsten alle målte jordbundsparametre er signifikant forskellige i mellem lokaliteterne i 2014, udelukkende ved ammonium koncentrationen samt pH og nitrat koncentrationen i det organiske lag findes der ikke signifikant forskel mellem lokaliteterne. Ved den efterfølgende post hoc analyse ses ikke et entydig billede af hvilke lokaliteter, der er signifikant forskellige fra de øvrige, dog ses, at lokalitet 1R og 5R samt lokalitet 2R og 6R færrest gange er signifikant forskellige ved sammenligning af lokaliteterne (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1).

I Figur 4.7 ses, at middelværdien for glødetabet på lokalitet 1R og 5R er signifikant lavere end på lokalitet 2R og 6R (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1). På lokalitet 7R ses et lavere glødetab i det organiske lag i forhold til lokalitet 2R og 6R, denne forskel er signifikant mellem lokalitet 2R og 7R. I lagene under det organiske lag ses en vis tendens til at glødetabet er højere på de yngre lokaliteter (Figur 4.7). I laget 0-10 cm under det organiske lag er glødetabet for lokalitet 2R og 7R signifikant højere end lokalitet 1R og 5R, dog er glødetabet i lagene under det organiske lag forholdsvis begrænset ($\leq 2\%$), da disse lag i alle lokaliteterne primært består af sand.

Konduktiviteten er signifikant højest på lokalitet 7R i det organiske lag og laget 0-10 cm under det organiske lag, samt konduktiviteten i laget 10-20 cm under det organiske lag er signifikant højere end lokalitet 1R, 2R og 5R, der ses ingen signifikant forskel mellem de øvrige lokaliteter i det organiske lag (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1). Der ses endvidere af Figur 4.7, at middelværdien for lagene under det organiske på lokalitet 1R og 5R er omtrent halvdelen af middelværdierne for lokalitet 2R, 6R og 7R. Konduktiviteten for lokalitet 5R er endvidere signifikant lavere end lokalitet 2R, 6R og 7R i lagene under det organiske lag (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1).

På lokaliteterne ses omtrent de samme middelværdier for pH i de 3 dybder (Figur 4.7), pH er ikke signifikant forskellige mellem lokaliteterne i det organiske lag (ANOVA, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1). I laget 0-10 cm under det organiske lag er lokalitet 1R signifikant højere end lokalitet 2R, 6R og 7R. Alle lokaliteterne har en stigende pH mod laget 10-20 cm under det organiske lag (Figur 4.7). ANOVA-testen giver anledning til signifikant forskel mellem lokaliteterne i laget 10-20 cm under det organiske lag, men den efterfølgende post hoc test viser ingen signifikant forskel (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1).

I det organiske lag ses middelværdien for ammonium koncentrationen på lokalitet 1R at være markant lavere end de øvrige lokaliteter, dog er denne forskel ikke signifikant, ydermere ses en anseelig stor standardfejl for de øvrige lokaliteter i det organiske lag. I lighed med ammonium-koncentrationen ses også en stor standardfejl for nitrat koncentrationen i det organiske lag. Kruskal-Wallis-testen giver anledning til signifikant forskel i lokaliteterne i lagene under det organiske lag, der ses dog ingen signifikante forskelle ved den efterfølgende post hoc test (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1), der ses dog en tendens til at de højeste koncentrationer af nitrat findes i lokalitet 2R, 6R og 7R. I analysen for ammonium, nitrat og nitrit er nitrit fraværende i 95 % af prøverne, og vil på grund af det meget begrænsede sammenligningsgrundlag ikke blive behandlet yderligere.



Figur 4.7. Middelverdier med standardfejl for glødetab, konduktivitet, pH, ammonium- og nitrat koncentration for undersøgelsen 2014 (n =6 pr. datapunkt). Ved glødetab og pH på lokalitet 1R, 2R og 5R ses endvidere analyseresultaterne for 2001 (tom cirkel med stiplet linie, n =4 pr. datapunkt).

* signifikant forskel mellem lokaliteterne i 2014 i denne dybde (angivet ved lokalitet 1R).

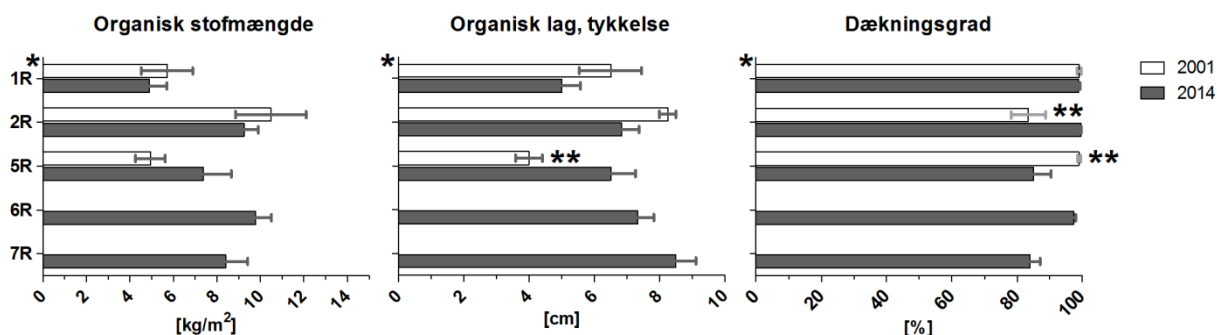
** signifikant forskel i denne dybde i mellem datasættene på lokaliteten fra 2001 til 2014.

*** signifikant forskel fra alle øvrige lokaliteter i 2014 i denne dybde.

Signifikant forskel ved $p < 0,05$. Yderligere fordeling af signifikante forskelle findes i Bilag 13.

I Figur 4.8 ses, at den organiske stofmængde, det organiske lags tykkelse og dækningsgraden er signifikant forskellige i mellem lokaliteterne i undersøgelsen i 2014 ($p < 0,05$, ANOVA). Der er en tendens til at mængden af det organiske stof samt tykkelsen på det organiske lag er mindre på lokalitet 1R og 5R end på lokalitet 2R, 6R og 7R. Der er for den organiske stofmængde en signifikant forskel for lokalitet 1R fra lokalitet 2R og 6R, og der er for det organiske lags tykkelse en signifikant forskel mellem 1R og 7R (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1). Vegetationsdækningsgraden er næsten 100 % for lokalitet 1R, 2R og 6R, hvor lokalitet 1R og 2R er signifikant forskellige fra 5R og 7R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1).

Vegetationshøjden, der måles ved hvert plot, hvor jordbundsanalysen foretages, viser en naturlig sammenhæng mellem vegetationssamfundet og -højden, hvilket vil sige, at i plot hvor vegetationen er præget af laver er vegetationshøjden lav og i plot hvor vegetationen er præget af *Carex arenaria* eller *Deschampsia flexuosa* er vegetationshøjden højere.



Figur 4.8. Middelværdier med standardfejl for den organiske stofmængde, organiske lags tykkelse og vegetationsdækningsgraden for undersøgelsen 2014 . I figuren er inkluderet analyseresultater fra 2001 for lokalitet 1R, 2R og 5R (hvide søjler). For alle datasæt fra 2014 er $n = 6$ pr. søjle, og for alle datasæt fra 2001 er $n = 4$ pr. søjle, dog er $n = 20$ pr. søjle for dækningsgraden i datasæt fra begge år.

* signifikant forskel mellem lokaliteterne i 2014 .

** signifikant forskel mellem datasættene på lokaliteten fra 2001 til 2014.

Signifikant forskel ved $p < 0,05$. Yderligere fordeling af signifikante forskelle findes i Bilag 13.

En PCA-ordination for miljøparametre viser ikke yderligere sammenhænge mellem lokaliteterne end Figur 4.7 og Figur 4.8. Plottene grupperes omtrent efter lokaliteterne, og der ses umiddelbart ikke nogen yderligere strukturer for lokaliteternes miljøparametre i et multivariabelt rum (Bilag 14).

Ændring af miljøparametre i lokaliteterne fra 2001 til 2014

Sammenlignes glødetabet for lokalitet 1R, 2R og 5R for undersøgelsen i 2001 med undersøgelsen i 2014 ses ingen signifikante forskelle mellem datasættene (Figur 4.7). På lokalitet 1R og 2R ses en tendens til at glødetabet er større i 2014 i det organiske lag og laget 0-10 cm under det organiske lag og på lokalitet 5R ses den omvendte tendens (Figur 4.7). Generelt for alle lokaliteterne ses, at pH i det organiske lag er signifikant lavere i 2014 end 2001, herforuden er pH signifikant lavere i laget 0-10 cm under det organiske lag i 2014 på lokalitet 2R (t-test, $p < 0,05$, Figur 4.7). I de øvrige datasæt ses ligeledes en tendens til at pH er lavere i 2014, der er dog ingen signifikant forskel.

Den gennemsnitlige organiske stofmængde er mindre i 2014 for lokalitet 1R og 2R, der ses dog ingen signifikant forskel (t-test, $p < 0,05$, Figur 4.8). Der ses endvidere, at den organiske stofmængde og tykkelse er signifikant større i 2014 på lokalitet 5R i forhold til 2001.

Vegetationsdækningsgraden viser en minimal forskel mellem 2001 og 2014 på lokalitet 1R, og forskellen er ikke signifikant. Dækningsgraden for lokalitet 2R er i 2014 signifikant større (16 %) end i 2001. På lokalitet 5R er der ligeledes signifikant forskel for dækningsgraden mellem årene. Der ses at denne er omtrent 14 % lavere i 2014 i forhold til 2001 (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Figur 4.8).

Sammenligning af lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet

Glødetabet er højere på lokalitet 6R (2014), som ligger længst fra havet, i forhold lokalitet 1R (2001) (Figur 4.7), denne forskel er endvidere signifikant for det organiske lag og laget 0-10 cm under det organiske lag (t-test, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3). Der ses ydermere, at pH er signifikant lavere i de to øverste lag på lokalitet 6R (2014). Af Figur 4.8 ses, at den organiske stofmængde samt det organiske lags tykkelse er større på lokalitet 6R (2014), forskellen er endvidere signifikant for den organiske stofmængde (t-test, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3). Vegetationsdækningsgraden for lokalitet 1R (2001) er signifikant højere end lokalitet 6R (2014) (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3), differencen mellem dækningsgraderne på de to lokaliteter er dog begrænset (1,6 %).

Sammenlignes lokalitet 7R (2014) og 2R (2001) ses et højere glødetab i det organiske lag for lokalitet 2R (2001), som ligger længst fra havet, forskellen er dog ikke signifikant (t-test, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3). I forhold til lokalitet 7R (2014) er pH signifikant højere på lokalitet 2R (2001) i alle dybder (t-test, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3). Der ses ligeledes, at der er tendens til at den organiske stofmængde er højere på lokaliteten længst fra havet, lokalitet 7R (2014), hvorimod det organiske lags tykkelse dog er lavest på lokalitet 2R (2001) (Figur 4.8). Der ses ingen signifikante forskelle for den organiske stofmængde og det organiske lags tykkelse (t-test, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 3). Ud fra Figur 4.8 ses, at middelværdien af vegetationsdækningsgraden er sammenlignelige, dog er der store standardafvigelser for begge lokaliteter (Bilag 13, tabel 3).

4.3 Opsummering af resultater

Resultaterne af vegetationsanalysen i 2014 viser, at de hyppigste registrerede arter er *Carex arenaria*, *Deschampsia flexuosa*, *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris*, mosserne *Hypnum cupressiforme* og *Dicranum scoparium* samt laverne *Cladonia cladina* spp. og *C. chlorophaea*. Fordelingen af disse arter mellem lokaliteterne er langt fra ligelig på nær fordelingen af *E. nigrum*. I Tabel 4.4 ses hvilke arter der er kendetegnende for hver lokalitet ud fra deres hyppighed. Denne fordeling følger ligeledes den overordnede tendens der ses i DCA og TWINSpan. I DCA-ordinationen ses en generel gruppering af plot i forhold til lokaliteterne. Lokalitet 1R og 5R grupperes lavt på DCA1-aksen og lokalitet 2R og 6R grupperes højere på DCA1-aksen. Lokalitet 7R grupperes over lokalitet 2R og 6R. I DCA og TWINSpan ses en tendens til at lokalitet 6R grupperes i to grupper. I analysen af samfundsstrukturer ses en vis opdelingen af lokaliteterne, hvor

lokalitet 1R og 5R adskilles fra lokalitet 2R, 6R og 7R på baggrund af den højere tilstedeværelse og mangfoldighed af karplanter og laver samt lavere tilstedeværelse og mangfoldighed af mosser.

Tabel 4.4. Arter som kendetegner lokaliteterne ud fra antallet af registreringer (hyppighed). Arterne er rangeret alfabetisk.

Lokalitet	1R	2R	5R	6R	7R
Karplanter	(<i>A. arenaria</i>) <i>C. vulgaris</i>	<i>D. flexuosa</i>	<i>C. arenaria</i> <i>C. vulgaris</i> <i>E. tetralix</i> <i>H. radicata</i> (<i>V. uliginosum</i>) Få registreringer af <i>J. squarrosus</i>	<i>D. flexuosa</i>	<i>C. arenaria</i> (<i>V. uliginosum</i>)
Mosser	-	<i>P. purum</i> <i>P. schreberi</i>	<i>C. introflexus</i> <i>P. ciliare</i> Få registreringer af <i>G. inflata</i> og <i>S. fimbriatum</i>	<i>P. purum.</i> <i>P. schreberi</i>	<i>P. purum.</i> <i>P. schreberi</i>
Laver	<i>C. cladina</i> spp. Mange registreret	Få registreret	<i>C. cladina</i> spp. Mange registrerede arter	Få registreret	<i>H. physodes</i> <i>P. glauca</i> Få registreringer af <i>C. cladina</i> spp.

I miljøundersøgelserne ses, at jordprofilen for lokaliteterne overordnet er sammenlignelige, det bemærkes dog at i lokalitet 2R og 6R står grundvandet forholdsvis høj (<50 cm dybde). I resultaterne for jordbundundersøgelserne ses en tendens til at glødetabet, den organiske stofmængde, tykkelsen af det organiske lag samt koncentrationen af ammonium og nitrat er lavest i lokalitet 1R og 5R. På lokalitet 7R ses ligeledes et lavt glødetab, som skyldes en høj tilstedeværelse af sand i det organiske lag. På lokalitet 7R ses endvidere, at konduktiviteten i det organiske lag og 0-10 cm under det organiske lag er signifikant højere end på de øvrige lokaliteter. I alle lokaliteterne ses omtrent den samme pH, hvor pH er stigende ned mod laget 10-20 cm under det organiske lag. Yderligere ses, at vegetationsdækningsgraden for alle lokaliteter er ≥ 84 %.

Der ses en generel tendens til at lokalitet 1R og 5R, der har været ryddet længst, har tilnærmelsesvist sammenlignelig vegetation og miljøparametre i forhold til de resterende lokaliteter. Der ses yderligere, at lokalitet 2R og 6R, som er de tættest liggende lokaliteter, ligeledes har flere sammenlignelige parametre. Lokalitet 7R adskiller sig ved flere parametre, herunder vegetationssammensætning og miljøparametre, fra de øvrige lokaliteter, men er dog mest sammenlignelig med lokalitet 2R og 6R.

4.3.1 Ændringer i lokaliteterne fra 2001 til 2014

Ændringerne på lokalitet 1R, 2R og 5R er ikke entydige, der ses dog særligt en forskel i vegetationssammensætningen. Der er endvidere en generel tendens til at hyppigheden af *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris* er steget på lokaliteterne. Der er sket en markant tilbagegang af *Carex arenaria* og fremgang af *Deschampsia flexuosa* hhv. på lokalitet 1R og 2R, hvor *D. flexuosa* er blevet den dominerende art på lokalitet 2R, hvor *C. arenaria* var det i 2001. På lokalitet 1R registres et større fald af *Ammophila arenaria* og *Dicranum scoparium* samt af lavarter. På lokalitet 2R ses

en stigning af de hyppigst registrerede mosser samt *Cladonia cladina* spp. herudover ses et fald i *Hypogymnia physodes*. På lokalitet 5R er *C. arenaria* blevet den domminerende art, hvor *D. flexuosa* var det i 2001, herudover registreres et stort fald i mos- og lavararter på lokalitet 5R. Arterne *Hypochoeris radicata* og *Campylopus introflexus* er indvandret i større grad på lokalitet 5R. Herforuden er der sket en stigning af *Erica tetralix*, *Vaccinium uliginosum*, samt der er registreringer af *Danthonia decumbens* (tandbælg), *Juncus squarrosus*, *Gymnocolea inflata* og *Sphagnum fimbriatum*.

Der er i analysen af samfundsstrukturene en tendens til at de samfundsstrukturelle parametre på lokalitet 1R og 5R er lavest i 2014, bortset fra parametrene for karplanter, modsat ses en tendens til at de samfundsstrukturelle parametre for lokalitet 2R er højest i 2014 på nær for lav, hvor udelukkende Fishers α er højest i 2014. Der er ikke en tydelig udvikling af lokaliteterne i DCA-ordinationen. Lokalitet 1R og 2R trækker mod højre i ordinationen og lokalitet 5R trækker mod venstre. Der ses endvidere en større heterogenitet i plot for lokalitet 5R i 2014, hvor der på lokalitet 1R ses en større homogenitet i 2014 i forhold 2001.

Ved sammenligning af miljøparametrene ses ingen signifikante forskelle for glødetabet, dog ses udelukkende en tendens til at glødetabet er lavere i 2014 på lokalitet 5R. Der ses en tendens til, at den organiske stofmængde samt den organiske tykkelse er mindre i 2014 på lokalitet 1R og 2R, dog ses ingen signifikans. Der ses endvidere, at pH er signifikant lavere i 2014 i det organiske lag for alle lokaliteter, samt i laget 0-10 cm under det organiske lag for lokalitet 2R.

Vegetationsdækningsgraden er signifikant højere på lokalitet 2R og signifikant lavere på lokalitet 5R i 2014, der ses en minimal difference på lokalitet 1R mellem 2014 og 2001.

4.3.2 Sammenligning af lokaliteter med samme alder og forskellig afstand til havet

Sammenligningen foretages mellem lokalitet 1R (2001) og 6R (2014) samt lokalitet 2R (2001) og 7R (2014), der på undersøgelsestidspunkterne er hhv. ca. 10 år og 4 år. Lokalitet 1R, 6R, 7R og 2R ligger hhv. 1,2 km, 1,7 km, 0,6 km og 1,7 km fra havet. Der ses ikke et entydig registreringer af de hyppigste arter for sammenligningen, dog ses, at lokaliteterne tættest havet har en tendens til større hyppighed af *Carex arenaria*, *Dicranum scoparium*, *Platismatia glauca*, *Hypogymnia physodes*, og lokaliteterne længere fra havet har en tendens til større hyppighed af *Deschampsia flexuosa* og *Pleurozium schreberi*, der ses udelukkende signifikant forskel mellem lokalitet 1R (2001) og 6R (2014). Ud fra de samfundsstrukturelle parametre ses en generel tendens til at parametrene er højest på lokaliteterne tættest havet. I DCA-ordinationen grupperes lokalitet 1R separat fra de øvrige lokaliteter, der grupperes mere samlet. Lokalitet 1R trækker mod størstedelen af laverne, hvorimod 2R (2001), 6R (2014) og 7R (2014) grupperes mod karplanter og mosser.

Ved sammenligning af miljøparametrene mellem lokaliteterne er glødetabet i det organiske lag og stofmængden højere på lokaliteterne længst fra havet, forskellen er udelukkende signifikant mellem lokalitet 1R (2001) og 6R (2014). Endvidere er den organiske stofmængde udelukkende højere på lokalitet 6R (2014) i forhold til 1R (2001). For pH er lokalitet 1R (2001) højere end lokalitet 6R (2014) og lokalitet 7R (2014) lavere end 2R (2001). Forskellene for pH er signifikant i alle jordlagene bortset mellem 1R (2001) og 6R (2014) i laget 10-20 cm under det organiske lag.

[tom side]

5 Diskussion

5.1 Status af vegetation og miljøparametre

Projektets vegetationsundersøgelse viser, at de hyppigste registrerede arter på alle lokaliteter er typiske arter fra klithede og gråklit (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011). Fredshavn, et al. (2011) oplister en række arter, hvor en eller flere ofte findes i klitheden, herudaf registreres 7-10 arter i hver lokalitet i vegetationsundersøgelsen. Herforuden registreres *Corynephorus canescens* samt arter fra *Cladonia*-slægten herunder underslægten *C. cladina*, som er beskrevet karakteristiske for gråklit. Det kan derfor konstateres, at alle lokaliteterne kan karakteriseres som klithede, samt til dels også at være gråklit, hvilket gælder lokalitet 1R og 5R.

Det kan være svært at lave skarpe opdelinger af naturtyperne i klitnaturen (Damgaard, et al., 2008). Klitheden er en mosaik af mange habitater, heriblandt våde, tørre og mere eller mindre næringsstofpåvirket områder samt være påvirket af andre faktorer (Damgaard, et al., 2008; Naturstyrelsen, 2015c). Dette virker til at være tilfældet for de undersøgte lokaliteter, hvilket konstateres i nedenstående diskussion.

På baggrund af projektets resultater kan de undersøgte lokaliteter opdeles i fire grupperinger. Den første gruppering består primært af plot fra lokalitet 1R og den anden gruppering består udelukkende af plot fra lokalitet 5R. Den tredje gruppering består primært af plot fra lokalitet 2R og 6R og den sidste gruppering består af hovedparten af plottene fra lokalitet 7R. Jævnfør undersøgelsen drages de største paralleller i grupperingerne mellem lokalitet 1R og 5R samt lokalitet 2R og 6R.

Lokalitet 5R og til dels 1R har generelt de højeste værdier for antal arter, hyppighed, Shannon-Weiners diversitetsindeks og Fishers α for karplanter, laver og for den totale vegetation. Det kan dermed konstateres, at disse to lokaliteter, ud fra den totale vegetation, har tendens til at have den største mangfoldighed og hyppighed af arter. Det skal dog pointeres, at det kun er for lokalitet 5R, der er signifikant forskelle til de øvrige lokaliteter (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). Den større mangfoldighed skyldes i høj grad, at der på lokalitet 1R og 5R registreres flere og hyppigere forekomster af lavarter, og på lokalitet 5R flere registreringer af karplanterarter.

De høje værdier for de samfundsstrukturelle parametre for laver indikerer en mere udbredt gråklit vegetation på lokalitet 1R og 5R i forhold til de øvrige lokaliteter. Det skal påpeges, at disse to lokaliteter samlet også indeholder den største hyppighed af dværgbuske, heriblandt *Empetrum nigrum* og *Calluna vulgaris*, der kendetegner klitheden (Damgaard, et al., 2008). Dette giver disse to lokaliteter et præg af en mosaik mellem gråklit og klithede.

Yderligere kan den hyppigere registrering af laver, heriblandt *Cladonia cladina* spp., på lokalitet 1R og 5R, indikere et lavere næringsstofpåvirkning på lokaliteterne i forhold til de øvrige lokaliteter. Med færre næringsstoffer tilgængelig udkonkurreres laverne ikke af højere og mere næringskrævende planter, heriblandt græsser (Sand-Jensen (ed), 2007). En udvaskning til lavere områder, f. eks. klitlavninger, kan være årsag til lavere næringsstofpåvirkning på lokalitet 1R og

5R. Lokaliteterne ligger i umiddelbar nærhed af våde klitlavninger, hvortil en vis udvaskning kan foregå (pers. obs., Naturstyrelsen, 2015e). Herudover registreres en vis afgræsning fra vildtet på lokalitet 5R, hvilket kan have en positiv effekt på udbredelsen af laver. Let afgræsning kan give en varieret vegetation, og kan forårsage små vindbrud i vegetationsfladen ved oprykning af planter eller ved tramp. Det er som pionerarter på disse vindbrud laver ofte sammen med *Corynephorus canescens* kan indvandre (Sand-Jensen (ed), 2007).

Corynephorus canescens registreres udelukkende på lokalitet 1R, 5R og 7R. At *C. canescens* og laver registreres på lokalitet 1R og 5R kan yderligere bevidne om en vis dynamik på lokaliteterne i kraft af at arterne som nævnt indvandrer på opstået vindbrud. *C. canescens* registreres ligeledes på lokalitet 7R. Dette kan tillægges lokalitetens nylige rydning samt dennes nærhed til kysten, da *C. canescens* beskrives som karakterplante for gråklit og grønklit, der ses nærmere kysten end klitheden (Fredshavn, et al., 2011).

Calluna vulgaris er registeret markant flere gange på lokalitet 1R og 5R, der er de to ældste lokaliteter, hvilket kunne indikere, at arten indvandrer senere i forhold til *Empetrum nigrum* på ryddede lokaliteter. Denne antagelse styrkes ligeledes ved sammenligning af hyppigheden af *C. vulgaris* på lokalitet 1R, 2R og 5R mellem vegetationsundersøgelserne i 2001 og 2014, hvor arten registreres markant flere gange i 2014 og hyppigheden for lokalitet 1R og 5R er signifikant forskellige (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Tabel 4.2). Det er bemærkelsesværdigt, at indvandringen af dværgbuske er sammenlignelig med indvandringen af dværgbuske fra gråklit til klithede, hvor *C. vulgaris* følger efter *E. nigrum* (Nørrevang, et al., 1980). Der ses dog mere organisk materiale i plantager end i gråklit (Sand-Jensen (ed), 2007; Sturges & Atkinson, 1993). Det kan ligeledes konstateres, at der er tendens til at udbredelsen af *Cladonia cladina* spp. følger alderen efter rydningen. Jo flere år efter rydningen er fortaget jo større er udbredelsen af *C. cladina* spp. Tendensen styrkes i nogen grad ved sammenligning af lokalitet 1R, 2R og 5R mellem 2001 og 2014, hvor arten registreres markant flere gange i 2014 på lokalitet 2R og 5R. På lokalitet 1R ses den modsatte tendens, dog er hyppigheden markant højere end på de resterende lokaliteter både i 2001 og 2014 (Tabel 4.1). Det kan yderligere tilføjes, at der udelukkende på lokalitet 7R er én registrering af *C. cladina* spp. ud af 640 mulige subplot, hvilket yderligere styrker ovenstående påstand.

Adskillige plot fra lokalitet 5R adskiller sig vegetationsmæssigt fra de resterende lokaliteter. På lokaliteten registreres *Anemone vernalis*, der registreres 3 gange. Arten er meget sjælden (Naturstyrelsen, 2015g) og er kun registeret 7 gange i Danmark (FugleogNatur, 2015; Wind, 2011). *A. vernalis* er beskrevet i den danske rødliste som sårbar og national ansvarsart (Wind, 2011).

Plottene på lokalitet 5R udgør en vis mosaik af fugtige og tørre plot. Der er registeret *Erica tetralix*, *Vaccinium uliginosum*, *Danthonia decumbens*, *Juncus squarrosus*, der alle kan findes i fugtige habitater (Mossberg & Stenberg, 2007) samt få forekomster af *Gymnocolea inflata* og *Sphagnum fimbriatum*, der ligeledes findes i fugtige områder (Atherton, et al., 2010). Desuden er der som på de øvrige lokaliteter registreret bl.a. *Calluna vulgaris*, *Carex arenaria*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* samt arter af *Cladonia*-slægten, som er hyppige på den tørre klithede (Damgaard, et al., 2008). På lokalitet 7R registreres ligeledes en vis hyppighed af *Vaccinium*

uliginosum og i området uden for undersøgelsesfeltet registreres *Juncus* sp. *V. uliginosum* registreres dog udelukkende på få plot, og lokalitet 7R beskrives ikke som et mosaiksamfund med våde og tørre plot som lokalitet 5R.

På lokalitet 5R registreres også vegetationsundersøgelsens eneste invasive art, *Campylopus introflexus*, der registreres på 165 af 640 mulige subplots. I forhold til vegetationsundersøgelsen i 2001, hvor arten blev registeret i mindre grad på lokalitet 1R og 5R, er den blevet markant hyppigere på lokalitet 5R, men registreres ikke på lokalitet 1R i 2014. En nedgang af *C. introflexus* over tid ses i Vestergaard & Alstrup (2015), der har undersøgt vegetationsindvandringen på en brændt klithede over 20 år. Nedgangen af *C. introflexus* tillægger de dværgbuskenes, især *Calluna vulgaris*, udbredelse (Vestergaard & Alstrup, 2015). Muligheden for at udbredelsen af *C. introflexus* reduceres med øget udbredelse af dværgbuske kunne være ønskeligt, men ses ikke entydigt i nærværende undersøgelse.

Lokalitet 1R og 5R har som tidligere nævnt de højeste samfundsstrukturelle værdier, hvilket bevidner, at alder efter rydningen kan have en vis betydning for udviklingen af vegetationen på lokaliteterne. Men ved sammenligning af de forskelligliggende lokaliteter har andre faktorer end alder efter rydning også en betydende faktor for samfundsstrukturen, da lokalitet 7R generelt har de tredje største værdier for samfundsstrukturen og er undersøgelsens yngste ryddet lokalitet, samt lokalitet 2R generelt har de laveste værdier for samfundsstrukturen og er undersøgelsens tredje ældste ryddet lokalitet. Det skal dog igen understreges, at det primært er lokalitet 5R, der udviser signifikante forskelle i forhold til de resterende lokaliteter. Endvidere omfatter overstående sammenligning af samfundsstruktur ikke mosser, hvor billedet ser markant anderledes ud.

Lokalitet 2R og hernæst lokalitet 6R og 7R har størst mangfoldighed af mosser, hvilket kan være med til at kategorisere lokaliteterne som mere næringsrige i forhold til lokalitet 1R og 5R, da der er en tendens til at mosser udkonkurrerer laver under næringsrigere forhold (Damgaard, et al., 2008). Lokalitet 2R og til dels 6R og 7R har signifikant forskellige samfundsstrukturer fra lokalitet 1R og 5R (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 7, tabel 1). De hyppigst registrerede mosarter findes dog både i klithede og gråklit (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011).

Lokalitet 2R og 6R's mulige forhøjet næringsstofpåvirkning kan sandsynligvis tillægges udvaskning på grund af lokaliteternes placering i landskabet. Begge lokaliteter har indtil for få år siden været helt eller delvist omkranset af plantage (Figur 5.1), som kan medvirke til et større nedfald fra atmosfæriske næringsstoffer, da trækroner virker som et filter der opsamler atmosfærens kvælstofforbindelser (Jensen, et al., 2015). Herudover frigives næringsstoffer, når plantager bliver ryddet, der i nogle tilfælde kan give en påvirkning på miljøet flere år efter (Sturgess & Atkinson, 1993). Med større



Figur 5.1. Fældet plantage grænsende op til lokalitet 2R og 6R (juli, 2014).

næringsstofftilførsel ses også flere græsser (Sand-Jensen (ed), 2007), det kan derfor også indikere en større næringsstofpåvirkning at *Deschampsia flexuosa* er registreret markant flere gange på lokalitet 2R og 6R end på de resterende lokaliteter. Endvidere er registreringen af *D. flexuosa* pr. plot på lokalitet 2R signifikant højere end på de øvrige lokaliteter (Mann-Whitney, $p < 0,05$, Bilag 4).

En højere næringsstofpåvirkning på lokalitet 7R kan tilskrives lokalitetens nylige rydning, da der typisk frigives mange næringsstoffer lige efter rydningen af en plantage (Sturgess & Atkinson, 1993). Placeringen af lokaliteten kan endvidere have en betydning for en højere næringsstofpåvirkning, da lokalitet 7R delvist er omgivet af højere klitter, hvorfra en vis udvaskning kan foregå.

Det er værd, at bemærke lokalitet 7R's relative store antal af laver. Der registreres hyppigst 3 arter, *Cladonia chlorophaea*, *Hypogymnia physodes*, *Platismatia glauca*, som alle er tilknyttet organisk materiale (Dobson, 2000). *C. chlorophaea* findes bl.a. på jord, tørv og rådne stammer, de sidstnævnte arter findes typisk på ved-planter (Dobson, 2000). På lokaliteten registreres *H. physodes* og *P. glauca* hyppigt på døde nålegrene og kviste fra den forhenværende plantage. Dermed afspejler den høje registrering af laver på lokalitet 7R ikke nødvendigvis det samme som på lokalitet 1R og 5R, men skyldes sandsynligvis rydningsalderen, da f.eks. *H. physodes* kan dominere grene og kviste i nåletræsplantager (Sand-Jensen (ed), 2010).

Generelt for næringspåvirkningen på lokaliteterne er det dog vigtigt at understøtte, at der er stor sandsynlighed for at lokalitet 2R, 6R, 7R kun er påvirket af en lille mængde af næringsstoffer, da der ikke eller kun i ringe grad er registreret særligt næringselskende karplanter, såsom *Epilobium angustifolium* (gederams) (Sturgess & Atkinson, 1993; Mossberg & Stenberg, 2007).

I nærværende undersøgelse måles ammonium og nitrat koncentrationen på lokaliteterne til omkring 8-28 mg ammonium/kg jord og 1-2 mg nitrat/kg jord i det organiske lag og koncentrationen er faldende i de underliggende lag til omkring 5 mg ammonium/kg jord og omkring 1 mg nitrat/kg jord. Sturgess & Atkinson (1993), der ligeledes har undersøgt ryddede plantager, har målt koncentrationer omkring 10-25 mg ammonium/kg jord og 0,1- 1 mg nitrat/kg jord i det organiske lag foretaget på ryddede plantager 1-50 år efter rydningen ($n = 35$) samt koncentrationer omkring 5 mg ammonium/kg jord og 0,1-1 mg nitrat/kg jord i toplaget i åbne klitter ($n = 4$). Det kan konstateres, at undersøgelsens koncentrationer af ammonium og nitrat tilnærmelsesvis kan sammenlignes med koncentrationerne fundet i Sturgess & Atkinson (1993) for ryddede plantager. Selvom næringsstoffbelastningen reduceres kan der gå årtier til århundreder før den oprindelige tilstand er genoprettet (Damgaard, et al., 2008).

Der ses forholdsvis store standardfejl for koncentrationen af ammonium og nitrat især i det organiske lag, hvilket kan afspejle en stor inhomogenitet i de undersøgte jordlag, der indgår i nærværende undersøgelse. Det kan derfor konstateres, at en alternativ metode med fordel kan vælges for bestemmelse af plantetilgængelige næringsstoffer.

Betragtes det organiske lags glødetab, dets tykkelse og stofmængde (Figur 4.7, Figur 4.8), er der indikationer på at lokalitet 2R, 6R og 7R, som har været ryddet i kortest tid, indeholder mere organisk materiale end lokalitet 1R og 5R, der har været ryddet i længst tid. Det forholdsvis lave

glødetab på lokalitet 7R i forhold til lokalitet 2R og 6R tilskrives mere sand i det organiske lag, hvilket sandsynligvis skyldes sandfygning fra de foranliggende klitter, da lokaliteten ligger meget kystnært. Det lavere organiske indhold på lokalitet 1R og 5R kan skyldes en vis nedbrydning i det organiske lag over tid, da plantagetræerne ikke bidrager til opbygning af det organiske lag på de ryddede lokaliteter. *Calluna vulgaris* bidrager dog til at lave et ugunstigt miljø for organismer, der er med til at nedbryde organiske materiale, hvilket kan nedsætte hastigheden af nedbrydningen (Sand-Jensen (ed), 2007). Forskellene i det organiske lag behøver derfor ikke at være markant mellem lokaliteterne med forskellige aldre efter rydning, da nedbrydningen af laget sker langsomt. Det er dog værd, at bemærke, at lokalitet 1R har signifikant lavere organisk stofmængde, organisk lag og glødetab end lokaliteterne med de største værdier (Tukey's pairwise, $p < 0,05$, Bilag 13, tabel 1). Denne tendens kan derfor antyde, at alder efter rydningen har en betydning for nedbrydningen af det organiske materiale, men lokaliteternes individuelle placering i landskabet sandsynligvis har en lige så stor betydning over tid. I lagene under det organiske lag er alle lokaliteterne meget sammenlignelige, glødetabet er omkring 2 %, og horisonterne består primært af sand.

På de undersøgte klitheder er pH omkring 4 i det organiske lag og stigende mod det nederste lag til omkring pH 5. Der ses en forholdsvis sammenlignelig pH mellem alle lokaliteterne (Figur 4.7). Den lavere pH i det organiske lag kan til dels tilskrives en proces, hvor der frigives brintioner når planter optager ammonium samt frigivelse af brintioner, når mikroorganismer oxidere ammonium til nitrat (nitrifikation) (Damgaard, et al., 2008). Desuden frigives brintioner, når døde lyngplanter nedbrydes (Sand-Jensen (ed), 2007). Ifølge Sand-Jensen (ed) (2007) er pH i klithede omkring pH 4, hvilket er sammenlignelig med pH på de undersøgte lokaliteter. I Abrahamsen (2002) er pH i *Pinus mugo* plantager bestemt til omkring pH 4, derfor kan det konstateres, at pH sandsynligvis ikke er ændret markant efter rydningen. Sturges & Atkinson (1993) argumenterer dog for, at pH vil ændres markant efter en rydning. Ifølge Pywell et al. (2002), der har undersøgt potentialet for genskabelse af heder fra plantager, ses en vis stigning i pH ved tilplantning af nåletræer i hedejord, men ikke højere end i intervallet fundet i heder.

Kystnærheden på lokaliteterne afspejles særdeles på lokalitet 7R ved den signifikante højere målte konduktivitet i forhold til de øvrige lokaliteter. Det konstateres, at kystnærheden for lokalitet 7R i form af ledningsevnen registreres i 20 cm dybde. Der ses dog ikke flere arter i forhold til de øvrige lokaliteter, der er kendetegnet vegetationsbælter nærmere havet, derfor må andre faktorer have en lige så afgørende betydning i nærværende undersøgelse. Mellem lokalitet 1R, 2R og 6R ses umiddelbart ikke signifikante forskelle for konduktivitets målingerne, der ses dog en vis tendens til en højere konduktivitet på lokalitet 2R og 6R (Figur 4.7). Der ses endvidere en tendens til at lokalitet 5R, som ligger længst fra havet, har den laveste konduktivitet.

Det bør dog bemærkes, at gennemsnitligt har både lokalitet 1R og 5R med hhv. 1,2 og 4,1 km fra havet en lavere konduktivitet i forhold til lokalitet 2R og 6R med 1,7 km fra havet. Dette kan skyldes en større udvaskning på lokalitet 1R og 5R fremfor faktorer som afstand til havet og alderen efter rydningen. En større udvaskning kan endvidere hænge sammen med et lavere organisk lag (Sand-Jensen (ed), 2007), en tendens der ligeledes ses på lokalitet 1R og 5R i forhold til de øvrige

lokaliteter, dette vil endvidere medfører en lavere næringsstofpåvirkning, hvilket ligeledes tidligere er blevet indikeret.

Generelt har klitheder en stor vegetationsdækningsgrad i forhold til mere kystnære vegetationsbælter (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011). På lokalitet 5R ses en lavere dækningsgrad i forhold til de resterende lokaliteter, dette skyldes op til flere sammenfald med undersøgelsesplot i vindbrud og veksler skabt af vildtet. De hyppige vindbrud kan som tidligere nævnt indikere en vis dynamik i lokaliteten (Sand-Jensen (ed), 2007). Det skal dog nævnes, at dækningsgraden på lokalitet 5R i 2001 var næsten 100 %. Den forholdsvis lave dækningsgrad på lokalitet 7R skyldes den nylige rydning, hvor der stadig ses hjulspor og områder med flis samt at lokaliteten krydses af en vandresti. Der var sammenfald i mellem disse åbne pletter og flere af undersøgelsesplottene. Den mindre dækningsgrad på lokalitet 7R er derfor ikke en afspejling af en naturlig dynamik nærmere en påvirkning fra rydningen. Det er værd, at bemærke, at lokalitet 2R i 2001, ryddet 4 år før, ligeledes havde en forholdsvis lav dækningsgrad og i 2014 er dækningsgraden næsten 100 %, samme udvikling kan formodes for lokalitet 7R.

Generelt kan det konstateres, at der ikke ses entydige resultater ved sammenligning af vegetation og miljøforhold på lokaliteterne over tid. Ud fra overstående diskussion kan dette primært skyldes lokaliteternes forskellige placeringer i landskabet, hvor lokalområdet på lokaliteterne har en stor betydning for både artssammensætningen og miljøparametrene. Det kan konstateres, at mellem lokalitet 1R og 5R samt lokalitet 2R og 6R generelt ses en meget sammenlignelig vegetation. Ud fra undersøgelsens kvantitative sammenligninger mellem lokalitet 1R og 5R samt lokalitet 2R og 6R (Bilag 7 og Bilag 13) ses markant færre signifikante forskelle i forhold til hovedparten af de øvrige sammenligninger. Lokalitet 1R og 5R har flere sammenlignelige faktorer foruden sammenlignelig alder efter rydning. Dette kan skyldes sammenlignelige faktorer i landskabet, heriblandt mængden af organisk materiale. Det må konstateres, at lokalitet 2R og 6R ligeledes er meget sammenlignelige på flere punkter. Dette viser, at placeringen af lokaliteterne samt de lokale habitatbetingelser har en stor betydning for de ryddede lokaliteters udvikling. Ud fra de kvantitative sammenligninger er lokalitet 7R mest sammenlignelig med lokalitet 6R, dog ses flere forskelle vegetationssammensætningen (Bilag 5).

5.2 Komparative analyser

5.2.1 Sammenligning mellem lokalitet 1R, 2R og 5R i 2001 og 2014

Foregående afsnit beskriver perifert betydningen af nogle af ændringerne fundet mellem undersøgelserne i 2001 (Abrahamsen, 2002) og nærværende undersøgelser (2014). I følgende afsnit behandles de øvrige karakteristiske sammenligninger.

Generelt for lokalitet 1R, 2R og 5R ses en ændring i artssammensætningen mellem 2001 og 2014, dog ses ikke en entydig udvikling i hverken DCA eller i analyse af samfundsstrukturen. Generelt indikerer sammenligningen af vegetationsundersøgelserne i 2001 og 2014, at lokalitet 1R har en mindre artsmangfoldighed i 2014, lokalitet 2R har en ændret artssammensætning med en tendens til

stigning i mangfoldigheden undtagen for laver, lokalitet 5R har en tendens til en samlet lavere artsmangfoldighed, men en signifikant stigning i mangfoldigheden for karplanter.

Undersøgelsen viser, at en sammenligning af samme lokaliteter over tid kan give et klarere billede af udviklingen af vegetationen og miljøparametrene end ved sammenligning af forskellige lokaliteter med forskellige alder efter rydning. Dette skyldes en markant reduktion af forstyrrende variabler ved monitorering af lokaliteter over tid. Der er dog visse ulemper, da udviklingen kan være meget områdebestemt og monitorering af udviklingen vil tage mange år. Herudover kan der i højere grad detekteres mere generelle tendenser ved at sammenligne forskellige lokaliteter og benytte sig af *space for time* princippet.

Dværgbusken *Calluna vulgaris*' udbredelse øges over tid, hvilket ligeledes indikeres ved sammenligning af vegetationsundersøgelserne på lokaliteterne i 2001 og 2014. Herforuden ses ligeledes en stigning af andre dværgbuske i 2014, heriblandt *Empetrum nigrum* samt *Vaccinium uliginosum* og *Erica tetralix* for lokalitet 5R, hvor sidst nævnte art ligeledes udelukkende er registreret i 2014 på lokalitet 1R. Disse arter er dominerende arter på klitheden (Damgaard, et al., 2008; Fredshavn, et al., 2011) og derfor anses denne udvikling som positiv.

Den høje dækning af *Deschampsia flexuosa* i 2014 på lokalitet 1R kan indikere en højere næringsstofpåvirkning, da græsser bliver hyppigere ved øget næringsstofindhold (Sand-Jensen (ed), 2007). Næringsstoftilgængeligheden øges yderligere med flere græsser, da vissen og døde græsser nedbrydes hurtigere end dværgbuske (Sand-Jensen (ed), 2007). Desuden registreres et stort fald i *Ammophila arenaria*, *Carex arenaria* og *Corynephorus canescens* samt *Aira praecox* og *Hypochoeris radicata* registreres ikke i 2014 på lokalitet 1R. Ifølge Mossberg og Stenberg (2007) er de tre sidstnævnte typiske arter på tørre næringsfattige områder. Herforuden ses også et markant fald i hyppigheden af lavfloraen, der ligeledes bliver udkonkurreret ved en højere næringsstofpåvirkning (Damgaard, et al., 2008).

Lokalitet 2R er gået fra et samfund domineret af *Carex arenaria* og *Empetrum nigrum* med hyppige indslag af *Deschampsia flexuosa* til et samfund, der er domineret af *D. flexuosa* og *E. nigrum* med indslag af *C. arenaria* og *Calluna vulgaris* samt med en større hyppighed af mosser (Tabel 4.1). En tidlig indvandring af *C. arenaria* på ryddede plantager beskrives i Abrahamsen (2002), hvor artens dominans forløber over en kortere varighed. Denne tendens, hvor *C. arenaria* er dominerende med *E. nigrum*, ses ligeledes på lokalitet 7R, der har samme alder efter rydningen som lokalitet 2R havde i 2001. Det skal pointeres, at *C. arenaria* også er blevet signifikant hyppigere på lokalitet 5R. En øget hyppighed af *D. flexuosa* kan som for lokalitet 1R ligeledes afspejle en øget næringsstofpåvirkning.

På lokalitet 5R kan et stort fald i hyppigheden af *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi* og *Ptilidium ciliare* samt i lavfloraen indikere en ændring i lokalitetens vilkår for vegetationen. Heraf skal det bemærkes, at *P. ciliare* oftest findes på drænet sure områder (Atherton, et al., 2010). Der ses ligeledes i DCA ordinationen (Figur 4.3), at plottene går fra en homogen artssammensætning i 2001 til en mere heterogen artssammensætning i 2014, hvilket kan indikere en mere mosaikpræget lokalitet. En større hyppighed af *Erica tetralix* og

Vaccinium uliginosum, samt at der i 2014 er foretaget enkelte registreringer af *Danthonia decumbens*, *Juncus squarrosus*, *Gymnocolea inflata* og *Sphagnum fimbriatum*, der alle kan findes i fugtige områder (Mossberg & Stenberg, 2007; Atherton, et al., 2010), kan indikere, at lokalitet 5R er blevet fugtigere siden 2001, disse indikationer bekræfter samme indikationer, der beskrives i afsnit 5.1.

Det skal ligeledes nævnes, at tilstedeværelsen af arter, der er kendetegnet den tørre klithede samt indvandringen af *Hypochoeris radicata* og til dels *Corynephorus canescens* og *Ammophila arenaria*, hvor de to førstnævnte typisk står tørt (Mossberg & Stenberg, 2007), tyder på, at det kun er dele af lokaliteten, der er blevet fugtigere i forhold til vegetationsundersøgelsen i 2001, og at lokaliteten dermed er blevet mere mosaikpræget, end den var i 2001.

I sammenligningen af miljøparametrene, ses ikke en entydig tendens til at det organiske lag eller det organiske materiale er aftaget fra 2001 til 2014 (Figur 4.7 og Figur 4.8). Der er ikke signifikant forskel på middelværdierne på nær for det organiske lags tykkelse for lokalitet 5R, der gennemsnitligt er øget fra 4 til 6,5 cm. På lokalitet 1R og 2R ses dog tendens til at den organiske stofmængde samt tykkelsen af det organiske lag er faldet. Sturgess og Atkinson (1993) bekræfter, at nedbrydning af det organiske lag kan tage mange år. Ved sammenligning af lokaliteternes pH mellem 2001 og 2014 ses generelt et mindre fald i pH, der er signifikant for det organiske lag (difference 0,4) (Figur 4.7), hvilket kan skyldes mange faktorer, heriblandt næringsstofpåvirkning. Det er ikke forventeligt, at kunne måle en større ændring i pH over 13 år, det kan tage mange år før ændringer i pH er målbare. Bufferevnen i lokaliteterne er dog forholdsvis lille, da jorden omtrent har den samme pH som regnvandet (omkring pH 4) (Sand-Jensen, et al., 2010).

5.2.2 Sammenligning af lokaliteter med samme alder og forskellig afstand til havet

Formålet med sammenligningen er at undersøge, om det er muligt at konstatere ligheder mellem lokaliteter, der har samme alder efter rydning, men forskellige afstande til havet, samt effekten på vegetationssammensætningen og miljøparametrene i forhold til afstanden til havet. Det antages, at lokaliteterne vil være sammenlignelige, hvis alderen efter rydningen har en stor betydning, hvis andre faktorer, såsom afstanden til havet, har en lige så stor eller større betydende faktor for de ryddede lokaliteter, vil forskellen formentlig afspejles ved de undersøgte parametre.

Ud fra kvantitative sammenligninger (Bilag 7 og Bilag 13) ses en større sammenlignelighed mellem lokaliteterne, der er ryddet for 4 år siden (lokalitet 2R (2001) og 7R (2014)), end for lokaliteterne, der er ryddet for 10-12 år siden (lokalitet 1R (2001) og 6R (2014)). Derfor ses umiddelbart ikke en entydig sammenhæng i forhold til sammenligningen af lokaliteter med samme alder og forskellig afstand til havet. Der ses dog enkelte generelle tendenser i forbindelse med denne sammenligning. Der er en tendens til at hyppigheden af *Carex arenaria* og *Dicranum scoparium* er størst for lokaliteter tættest havet og hyppigheden af *Deschampsia flexuosa* og *Pleurozium schreberi* er størst på lokaliteterne længst fra havet, der ses dog udelukkende signifikant forskel på lokalitet 1R (2001) og 6R (2014). *C. arenaria* beskrives endvidere som mere kystnær i forhold til *D. flexuosa* (Schou, 2006; Schou, et al., 2014; Fredshavn, et al., 2011). Der kan endvidere konstateres en vis sammenlignelighed af vegetationssammensætningen og miljøparametrene på lokaliteterne fire år efter rydningen.

I DCA-ordinationen (Figur 4.4) er plottene for lokalitet 1R (2001) grupperet separat fra de øvrige lokaliteters plot, de øvrige lokaliteters plot opdeles i nogen grad for hver lokalitet. Dette kan indikere, at alderen efter rydningen og afstanden til havet blot er nogle betydende faktorer for vegetationssammensætningen på lokaliteterne. Det er derfor sandsynligt at afstanden til havet har en betydning for succession på de ryddede lokaliteter i kraft af vegetationsbælternes opdeling i klitterne i forhold til afstanden til havet (Nørrevang, et al., 1980; Sand-Jensen (ed), 2007). Lokaliteternes placering i landskabet er dog meget forskellig, hvilket kan påvirke analysen.

5.3 Retrospektiv analyse af metode og resultater

Lokaliteternes individuelle placering har stor betydning for det samlede resultat, det er derfor vigtigt at pointere, at sammenligningsgrundlaget bygger på rydningen af lokaliteterne som den strukturerende parameter i forhold til lokaliteterne. Formålet med projektet er netop at undersøge rydningens effekt på vegetationen og miljøparametrene, selvom denne effekt ikke kan isoleres totalt fra de øvrige betydende parametre. Det kan konstateres, at udvælgelse af lokaliteter til successive vegetationsundersøgelser er meget vanskeligt, da artssammensætningen er meget afhængig af lokalitetens placering i landskabet.

Vegetationsundersøgelsen i nærværende projekt er udført med henblik på sammenligning med vegetationsundersøgelsen i Abrahamsen (2002). Alternativt kunne være valgt en mere standardiseret metode for vegetationsundersøgelse f. eks. metoden anvendt i NOVANA-overvågningsprogrammet (Damgaard, et al., 2008; Nielsen, et al., 2015; Fredshavn, et al., 2015). Dette vil dog kun muliggøre kvalitative sammenligninger med datasættet i Abrahamsen (2002), hvilket vil indskrænke sammenligningsmulighederne markant.

Undersøgelsesfeltet kan have store variationer i artssammensætningen, prøvetagningen er forsøgt gjort repræsentativ med et forholdsvis højt antal plot. Forskelle i vegetationsundersøgelsen og undersøgelsen af miljøparametre mellem 2001 og 2014 kan afspejle en udvikling, der i nogen grad kan skyldes, at det ikke er de nøjagtige samme plot, som er undersøgt i 2014. I litteraturen er denne problematik afhjulpet ved faste plot, der undersøges over tid (Nørrevang, et al., 1970; Kent, 2012).

Vegetationsundersøgelser kan til trods for en standardiseret metode være påvirket af udefrakommende faktorer (Kent, 2012). Erfaring med og artskendskab til karplanter, mosser og laver hos vedkommende, der udfører feltundersøgelserne, kan have en betydende faktor for sammenligning af vegetationsundersøgelser. Dette kan komme til udtryk i en DCA-ordination, hvor plottene for lokaliteterne i meget høj grad vil blive grupperet efter undersøgelsesårene, hvilket dog ikke umiddelbart er tilfældet i nærværende undersøgelse. Artsbestemmelsen i denne undersøgelse er yderligere styrket af verificering af arter fra kyndige fagfolk i tilfælde hvor der var tvivl om artsbestemmelsen.

Miljøparametrenes fald og stigninger i forhold til 2001 skal ses i lyset af, at analysen bygger på fire jordprøver i 2001 og seks jordprøver i 2014. Et større antal jordprøver fra begge undersøgelses år vil højst sandsynligt give et mere repræsentativt billede for sammenligningen mellem undersøgelserne. Det er dog ikke sikkert, at spredningen vil blive mindre, da undersøgelsesplottene

på lokaliteterne muligvis vil bestå af en mosaik af forskellige mikrohabitater, der vil give forskellige udslag.

I sammenligningerne med pH på lokaliteterne mellem 2001 og 2014 er det bemærkelsesværdigt, at gennemsnittet for alle målinger i 2014 generelt er lavere end i 2001, samtidig ses ingen eller forholdsvis lille difference mellem målingerne for lokaliteterne i 2014. Dette kan skyldes ændringer i pH over tid på lokaliteterne samt de undersøgte plots forskellige placeringer i undersøgelsesfeltet, men differencen kan i nogen grad også skyldes kalibreringsforskelle mellem pH-meterne i 2014 og 2001.

I målingerne for plantetilgængelige næringsstoffer ses en stor spredning af koncentrationerne, hvilket kan skyldes en stor variation i de undersøgte plot. En alternativ metode for bestemmelse af de plantetilgængelige næringsstoffer kunne være at vælge en anden indikator fremfor koncentrationen af ammonium og nitrat i jordprøver. I NOVANA-overvågningsprogrammet benyttes mængden af kvælstof i årsskud af revling og lyng samt forholdet mellem kulstof og kvælstof i det øverste lag som indikator for kvælstofpåvirkningen (Damgaard, et al., 2008; Nielsen, et al., 2015).

5.4 Fremtidig udvikling af lokaliteterne

Ud fra nærværende undersøgelse kan det generelt konstateres, at dværgbuske og til dels *Cladonia cladina* spp. øges i udbredelse i forhold til alderen efter rydningen af lokaliteten. Der er ikke registreret betydende genvækst af *Pinus* sp. på de ryddede lokaliteter. Desuden registreres udelukkende én invasiv art i form af *Campylopus introflexus* på lokalitet 5R. Det vurderes derfor, at udbredelsen af dværgbuske, især *Calluna vulgaris*, og *C. cladina* spp. generelt vil øges yderligere på lokaliteterne over tid, samt at der umiddelbart ikke vil ske en genvækst af *Pinus* sp. på de ældste lokaliteter, da det ikke er sket i betydende omfang op til undersøgelsestidspunktet i 2014.

Lokaliteterne bliver ud fra ovenstående undersøgelse beskrevet som en natur med mange karakteristiske klithedearter. Selvom nogle af de ryddede lokaliteter ikke fuldstændigt er sammenlignelig med en "naturlig" klithede. Det er dog vigtigt at pointere, at et indgreb i en reetableringsproces fra plantage til klithede eller gråklit skal rette op på mange års negative effekter. Derfor kan det endelige ønskede resultat ligge mange årtier ud i fremtiden. Dette kan bl.a. skyldes en vis træghed i nedbrydningen af det organiske lag (Sturgess & Atkinson, 1993; Pywell, et al., 2002). En metode for en hurtig reducere af det organiske materiale er afskrælning af øverste organiske lag (Sturgess & Atkinson, 1993). Ved dette forholdsvis drastiske indgreb kan ændringer på en miljøparameter til for del for én faktor dog have negative konsekvenser for andre faktorer.

Der skal herudover pointeres, at der i *Pinus mugo*-plantager, bl.a. i lysninger, hyppigt forekommer en bundvegetation med *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, *Empetrum nigrum*, *Salix arenaria*, *Hieracium umbellatum* og *Jasione montana*. I ældre plantager kan ligeledes findes *Cladonia* spp. herunder *C. cladina* spp., arter der også kan findes i klithede og gråklit (Sand-Jensen (ed), 2010). I tilfælde hvor plantagen består af disse arter kunne en rydning og bortskaffelse af træerne være tilstrækkeligt, hvis målet med rydningen er at frembringe en vegetation, der ligner klithede på

forholdsvis få år. Hvis der ønskes en natur mere præget af gråklit og lokalitetens placering tillader dette, kan en afskrælning af det øverste organiske lag muligvis være en fordelagtig metode.

På nuværende tidspunkt er en konkret vurdering af udviklingen på de enkelte lokaliteter vanskelig at give, da monitoreringsdatasættet er forholdsvis lille, og der kan være mange påvirkningsfaktorer for en videre udvikling. Vegetationsundersøgelser over flere år på samme lokaliteter kunne være ønskeligt til dette formål. Det antydes dog, at lokalitet 1R har en højere næringsbelastning i 2014. I fremtiden vil der derfor muligvis ses en større hyppighed af græsser. På langt sigt vurderes det dog, at lokaliteten har et godt potentiale for at vegetationen forbliver karakteriseret af arter fra klithede og gråklit. Der kunne med tiden blive behov for let afgræsning, hvilket også er gældende for de øvrige lokaliteter.

I Nordvestjylland er der foretaget flere rydninger af nåletræsplantager for at skabe forbindelse mellem klithederne samt udvide de eksisterende klithedearealer (Nielsen, 2015, pers. komm). Herudover skriver Lemauiel & Roze (2000), at åben klitnatur har en positiv påvirkning på vegetationen i nærliggende lokaliteter. Ydermere argumenterer Sturges & Atkinson (1993) for, at ryddede lokalitets vegetation ofte har karakter af den omkringliggende vegetation. Derfor kan flere og mere sammenhængende rydninger og klitheder over tid være medvirkende til en positiv udvikling af de undersøgte lokaliteter, da der bliver større mulighed for påvirkning fra lokaliteter, der ligeledes er i udvikling til klitheder, og formodentlig mindre påvirkning fra plantager. Fældning af plantagen som delvis omkransede lokalitet 2R og 6R vil formentligt over tid derfor have en positiv effekt på vegetationsudviklingen.

Udvikling i lokalitet 5R vurderes, at gå mod en vådere klitnatur, der vil tage mere præg af de omkringliggende vådere områder. Klittoppene vil dog formodentligt altid forblive tørre og have en vegetation lignende en tør klithede eller en gråklit.

Lokalitet 7R kan udvikle sig i flere retninger, og der ses ikke en entydig udvikling ud fra undersøgelsen om lokaliteten er gående mod en vegetation lignende en klithede eller en gråklit.

Over en kortere tidshorisont kan lokaliteten gå mod samme udviklingsmønstre som lokalitet 2R, hvor et *Deschampsia flexuosa*/*Empetrum nigrum* domineret samfund tager over fra et *Carex arenaria*/*E. nigrum* domineret samfund.

På langt sigt kan lokalitet 7R's korte afstand til havet og de foranliggende klitter, der har karakter af grønklit, hvor *Ammophila arenaria* er dominerende sammen med forskellige græsser og urter (pers. obs.) (Figur 5.2), give lokaliteten potentiale for en mere kystnær vegetation, såsom i grønklit eller gråklit, dog taler det forholdsvis tykke organiske lag i undersøgelsesfeltet imod



Figur 5.2. I forgrunden ses lokalitet 7R set mod vest. I baggrunden (bagved bilen) ses klitter med vegetation, der karakteriserer grønklit og hvidklit.

denne udvikling. Det kan dog ikke afvises, at klittoppene med mindre organisk materiale vil gå mod denne udvikling.

Afsluttende indikerer undersøgelsen, at alderen efter rydningen har en vis betydning for udviklingsmønsteret på de ryddede lokaliteter i starten af overgangsperioden fra plantage til klithede, hvilket vurderes ud fra følgende iagttagelser: Lokalitet 2R (2001) og 7R (2014) er forholdsvis sammenlignelige med hensyn til vegetationssammensætningen samt de har samme alder efter rydning (4 år). Lokalitet 1R (2001) og 6R (2014) er, til trods for den sammenlignelige alder efter rydning (10 og 12 år), ikke videre sammenlignelige med hensyn til vegetationssammensætningen, indholdet af organisk materiale og pH. Herudover er lokaliteternes placering i landskabet meget forskellige, hvilket ligeledes indikeres at have en vis betydning.

Alderen efter rydningen vurderes derfor at have en stor betydende effekt indtil omkring fire år efter rydningen, herefter kan andre faktorer, såsom geografisk placering i landskabet og forskellige habitater, der grænser op til lokaliteterne, i nogen grad udligne effekten. Dog kan nogle generelle tendenser stadig detekteres, heriblandt en udbredelse af *Calluna vulgaris* og *Cladonia cladina* spp. over tid.

6 Konklusion

I projektet kan det konkluderes, at vegetationssammensætningen på lokaliteterne for de hyppigste arter er forholdsvis sammenlignelige, og at disse arter er karakterarter for klitheden. Det kan yderligere konkluderes, at der er en tendens til at udbredelsen af dværgbuske, især *Calluna vulgaris*, samt til dels *Cladonia cladina* spp. øges med alderen efter rydningen, hvilket anses som en positiv udvikling. Endvidere viser tendenser, at lokalitet 1R og 5R samt lokalitet 2R og 6R er mest sammenlignelige med hensyn til vegetationssammensætning og miljøparametre. Dette vurderes dog ud fra sammenligneligheder i placering i landskabet fremfor sammenlignelighed af alder efter rydningen. Lokalitet 7R vurderes, at være mest sammenlignelige med lokalitet 2R og 6R, men bærer tydelige præg af en nylig rydning. Vegetationssammensætningen mellem 2014 og 2001 viser endvidere tendenser til, at lokalitet 5R er gående mod et samfund bestående af både fugtige og tørt tolererende arter. Der ses endvidere visse tendenser til at alderen indtil fire år efter rydningen har en betydende effekt for udviklingen, herefter udligner andre faktorer i nogen grad effekten.

I 4 af 5 lokaliteter antydes en højere næringsstofpåvirkning, herudover vurderes undersøgelsens to ældste lokaliteter at have en lavere næringsstofpåvirkning end de øvrige tre lokaliteter. Dette kan begrundes ud fra forskelle og ændringer i vegetationssammensætningen samt ændringer i lokaliteten eller det nærliggende landskab.

Der kan konkluderes, at lokaliteter, der har været ryddet i kortest tid, har højest indhold af organisk materiale, samt lokalitet 1R, som har været ryddet i længst tid, har lavest indhold af organisk materiale. Endvidere kan det konkluderes, at pH er forholdsvis sammenlignelig mellem lokaliteterne og generelt er lavere i forhold til undersøgelsen 2001. Herudover ses ikke et entydigt billede af konduktiviteten for lokaliteterne, bortset fra lokalitet 7R, der generelt har højere konduktivitet end de øvrige lokaliteter. Der ses dog en tendens til at lokalitet 1R og 5R har den laveste konduktivitet.

Af undersøgelsen ses umiddelbart ikke en entydig sammenhæng mellem alder efter rydning og afstanden til havet. Dog ses enkelte entydige sammenhænge for vegetationen og miljøparametrene mellem de undersøgte lokaliteter. Endvidere kan det påvises, at undersøgelse af en lokalitet over tid viser et klarere billede af udviklingen af vegetationen og miljøparametrene end ved sammenligning af forskelligliggende lokaliteter over en tidsserie. Der er dog visse ulemper, da udviklingen kan være meget områdebestemt, og der kan detekteres mere generelle tendenser ved sammenligning af forskelligliggende lokaliteter.

Afsluttende kan det konkluderes, at ud fra vegetationssammensætningen kan alle lokaliteter betegnes som klithede i mere eller mindre grad. Herudover bærer lokalitet 1R og 5R ligeledes præg af gråklit, da der ses en stor udbredelse af laver. På langt sigt vurderes det, at lokaliteternes vegetationssammensætning har et godt potentiale for at forblive domineret af arter, der karakteriser klithede og gråklit. Der kan med tiden dog blive behov for let afgræsning.

[tom side]

7 Referenceliste

- Abrahamsen, Bodil Roed. Genskabelse af klithede. Speciale rapport. Aarhus: Biologisk Institut, Aarhus Universitet, 2002.
- Andersen, Anne Grethe, et al. Den danske mosflora 1. Bladmossier. København: Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, 1976.
- Atherton, Ian D.M., Sam D. S. Bosanquet, og Mark Llawley. Mosses and liverworts of Britain and Ireland: A field guide. 1. udgave. Plymouth: British Bryological Society, 2010.
- Borggaard, Ole K., Jens Peter Møberg, og Leif Petersen. Edafologi. Øvelsesvejledning til Jordbundsanalyser. 3. reviderede udgave. København: Landbohøjskolen. DSR Forlag, 1988.
- Bruus, Marianne, Knud Erik Nielsen, Christian Damgaard, Bettina Nygaard, Jesper Reinholt Fredshavn, og Rasmus Ejrnæs. Terrestriske Naturtyper 2008. Aarhus: Danmarks Miljøundersøgelse. Aarhus Universitet, 2010.
- Christensen, Steen N. Floristic and vegetational changes in a permanent plot in a Danish coastal dune heath. *Annales Botanici Fenici* vol 26. no. 4, 1989: 389-297.
- Christensen, Steen N., og Ib Johnsen. The lichen-rich coastal heath vegetation on the isle of Anholt, Denmark – conservation and management. *Journal of Coastal Conservation* (7), 2001: 13-22.
- Christiansen, Mogens Skytte, og Hans Martin Jahns. Bregner, mosser laver i Mellem-, Nord- og Vesteuropa. København: Gad, 1981.
- Damgaard, Christian, Bettina Nygaard, og Knud Erik Nielsen. Danske kystklitter – vegetation og jordbundskemi. Aarhus: Danmarks Miljøundersøgelser. Aarhus Universitet, 2008.
- Damgaard, Christian, Marie Paarup Thomsen, Finn Borchsenius, Knud Erik Nielsen, og Morten Strandberg. The effect of grazing on biodiversity in coastal dune heathlands. *J Coast Conservation*, 2013: 663-670.
- DanBIF. Allearter-database. 2015. <http://www.allearter-databasen.dk/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).
- Danmarks-Miljøportal. Danmarks-Miljøportal. marts 2015. <http://arealinformation.miljoportal.dk/distribution/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).
- Dobson, Frank S. Lichens An Illustrated Guide to the British and Irish Species. 4. Slough: Richmond Publishing Co. Ltd., 2000.
- Frederiksen, Signe, Finn N. Rasmussen, og Ole Seberg. Dansk Flora. 2. udgave. København: Forfatterne og Gyldendal A/S, 2012.

Fredshavn, Jesper Reinholt, og Rasmus Ejrnæs. Naturtilstand i habitatområderne -habitatdirektivets lysåbne naturtyper. Aarhus: Danmarks Miljøundersøgelser. Aarhus Universitet, 2009.

Fredshavn, Jesper, et al. Bevaringsstatus for naturtyper og arter. Aarhus: Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©, 2014.

Fredshavn, Jesper, Knud Erik Nielsen, Rasmus Ejrnæs, og Bettina Nygaard. Overvågning af terrestriske naturtyper. Teknisk anvisning. Version 3. Aarhus: Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©, 2015.

Fredshavn, Jesper, Rasmus Ejrnæs, og Bettina Nygaard. Kortlægning af terrestriske naturtyper. Bilag 4b. Aarhus: Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestriske Naturdata. Danmarks Miljøundersøgelser. Aarhus Universitet, 2011.

FugleogNatur. Vår-kobjælde (*Anemone vernalis*). 5. september 2015.

<http://www.fugleognatur.dk/artintro.asp?ID=2755&dksnavn=&latin=> (senest hentet eller vist den 5. september 2015).

Goldberg, Irina. Vejledning til bestemmelse af bladmosser. København, 2005.

Hammer, Øyvind. PAST - PAleontological STatistics. Reference manual. Version 3.08. Oslo: Natural History Museum. University of Oslo, 2015.

Hammer, Øyvind, David A. T. Harper, og Paul D. Ryan. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp, 2001.

Hansen, Kjeld. Klitplanters fordeling i profilet i relation til skudbygning og jordbundsfaktorer. I Danske klitter -overvågning, forvaltning og forskning, 46-54. København: Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, 1994.

Holien, Håkon, og Tor Tønsberg. Norsk lavflora. 2. Trondheim: Tapir Academic Press, 2008.

Hørnell, Anja Laug, Simon Jeppesen, og Ulrik Søchting. Laver i Tidsvilde Hegn. København: Biologisk Institut, Københavns Universitet, 2004.

Intermodino. 2015. <http://randomnumbergenerator.intemodino.com/dk/tilfeldige-tal-generator.html> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Jacobsen, Dean. Introduktion til analyse af samfundsstruktur -et kompendium til brug ved kursusmodulet "Biologisk forureningsbedømmelse af vandløb". 2. udgave. København: Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet, 1998.

Jensen, Kenneth, Henrik Vejre, og Martin Schneekloth. Genskabelse af naturlig tilstand og sammenhæng mellem de danske klitheder. 2015.

http://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/LIFE_Klithede.pdf (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Kent, Martin. *Vegetation Description and Data Analysis*. 2. udgave. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2012.

Kent, Martin, og Paddy Coker. *Vegetation description and analysis -a practical approach*. 1. udgave. Plymouth: Belhaven Press, 1992.

Klinck, Jonas. The alien invasive moss *Campylopus introflexus* in the Danish coastal dune system. Speciale Rapport. København: Biologisk Institut, Københavns Universitet, 2009.

Kuhlman, Hans. Danske Klittyper -deres opståen og udvikling. I Danske klitter -overvågning, forvaltning og forskning, 7-12. København: Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, 1994.

Lemauviel, Servane, og Françoise Roze. Ecological study of pine forest clearing along French Atlantic sand dunes: Perspectives of restoration. *Acta Oecologica*, 2000: 179-192.

Loll, P, og Per Møldrup. *Soil characterization and polluted soil assessment*. Aalborg: Aalborg Universitet, 2000.

Martínez, Maria Luisa, Juan B Gallego-Fernández, og Patrick A Hesp. *Restoration of Coastal Dunes*. Berlin - New York: Springer, 2013.

McCune, Bruce, James B. Grace, og Dean L. Urban. *Analysis of Ecological Communities*. Gleneden Beach: MjM Software Design, 2002.

McCune, Bruce, og Michael J. Mefford. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.0. Gleneden Beach: MjM Software, 2011.

Mossberg, Bo, og Lennart Stenberg. *Den nye Nordiske Flora*. 2. udgave. København: Gyldendal, 2007.

Mossberg., Bo, og Lennart Stenberg. *Feltfloraen*. København: Gyldendal A/S, 2010.

Naturstyrelsen. Trusler mod klitheden. 2015a.

<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/klithedeprojektet/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Naturstyrelsen. Projektet. 2015b.

<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/klithedeprojektet/projektet/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Naturstyrelsen. Klithede - naturen. 2015c.

<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/klithedeprojektet/klithedenaturen/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Naturstyrelsen. LIFE sårbar natur langs vestkysten. 2015d.

<http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/life-saarbar-natur-langs-vestkysten/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Naturstyrelsen. Natura2000. Naturtilstand & Forvaltningsbehov. Naturstyrelsen og Aarhus Universitet. 2015e. <http://prior.dmu.dk/> (senest hentet eller vist den 1. september 2015).

Naturstyrelsen. Driftplan Thy. Bilag 1.1 og 1.2 -kortbilag. Kort E7, I3 og L2. 2015f. <http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/skovbrug/statsskovene/driftsplanlaegning/thy/bilag1-kort/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Naturstyrelsen. Vårkobjælde. 2015g. <http://naturstyrelsen.dk/78418> (senest hentet eller vist den 5. september 2015).

Nielsen, Knud Erik, B. Hansen, Ulla L. Ladekarl, og Per Nørnberg. Effects of N-deposition on ion trapping by B-horizons of Danish heathlands. *Plant and Soils* (223), 2000: 265-276.

Nielsen, Knud Erik, Bettina Nygaard, Jesper Bladt, Christian Damgaard, og Rasmus Ejrnæs. Indikatorer for terrestriske naturtyper inden- og udenfor habitatområderne, 2013. Aarhus: Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©, 2015.

Nielsen, Kristian Mandsberg. e-mail korrespondance. Thisted: Naturstyrelsen Thy, 2015, pers. komm.

Nielsen, Kristian Mandsberg. e-mail korrespondance. Thisted: Naturstyrelsen Thy, 2014, pers. komm.

Nygaard, Bettina, Knud Erik Nielsen, Christian Damgaard, Jesper Bladt, og Rasmus Ejrnæs. Fagligt grundlag for vurdering af bevaringsstatus for terrestriske naturtyper. Aarhus: DCE -Nationalt Center for Miljø og Energi. Aarhus Universitet, 2014.

Nørrevang, Arne, Jørgen Lundø, Tyge W. Böcher, Christian Overgaard Nielsen, og Henning Sørensen. *Danmarks Natur 4. Kyst, klit og marsk*. 3. revideret udgave. København: Politikens Forlag A/S, 1980.

Nørrevang, Arne, Torben J. Meyer, Tyge W. Böcher, Christian Overgaard Nielsen, og Axel Schou. *Danmarks Natur 7*. København: Politikens Forlag A/S, 1970.

Petersen, Leif. *Grundtræk af jordbundslæren*. 4. reviderede og udvidede udgave. København: Kemisk Institut. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 1994.

Phil, Stefan, et al. *Naturtyper og arter omfattet af EF-Habitatdirektivet*. Kalø: Danmarks Miljøundersøgelser. Miljø- og Energiministeriet, 2000.

Pywell, Richard F., Robin J Pakeman, Elizabeth A. Warman, Nigel A. D. Bourn, Kevin J. Walker, og Elizabeth A. Allchin. The potential for lowland heath regeneration for following plantation removal. *Biological Conservation*, 2002: 247-258.

retsinformation.dk. Bekendtgørelse om fredning af visse dyre- og plantearter og pleje af tilskadekommet vildt. September 2009.

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=145885#Bil2> (senest hentet eller vist den 5. september 2015).

Sand-Jensen (ed), Kaj. Naturen i Danmark. Det Åbne Land. 1. udgave. København: Forfatterne og Gyldendalske boghandel, Nordiske Forlag A/S, 2007.

Sand-Jensen (ed), Kaj. Naturen i Danmark. Geologien. 2. udgave. København: Forfatterne og Gyldendal A/S, 2012.

Sand-Jensen (ed), Kaj. Naturen i Danmark. Skovene. 1. udgave. København: Forfatterne og Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, 2010.

Sand-Jensen, Kaj, Claus Lindskov Møller, Ayoe Lüchau, og Thomas Sand Jespersen. Skyfald og kosmisk overlevelse. URT, november 2010: 127-132.

Schierup, Hans-Henrik, og Arne Jensen. Vejledning i kemisk og fysisk analyse af jordprøve og plantemateriale. Aarhus: Botanisk Institut, Aarhus Universitet, 1981.

Schou, Jens Christian. Danmarks halvgræsser. 2. reviderede udgave. Thisted: Biologisk Forening Nordjylland (BFN), 2006.

Schou, Jens Christian, Peter Wind, og Simon Lægaard. Danmarks græsser. 2. udgave. Thisted: Biologisk Forening Nordjylland (BFN), 2014.

Seawright, Jenny. Irish Lichens. 2013. <http://www.irishlichens.ie/> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Skov- og Naturstyrelsen. LIFE-projekt til bevarelse af Den danske klithede (lægmandsrapport). Skov- og Naturstyrelsen, 2005.

Sturgess, Peter, og David Atkinson. The clear-felling of sand-dune plantations: soil and vegetational processes in habitat restoration. Biological Conservation, 1993: 171-183.

Søchting, Ulrik. Dansk Lavflora. København: Svampegruppen, Biologisk Institut, Københavns Universitet, 2001.

Thy Statsskovdistrikt. Udkast til driftsplan Thy Statsskovdistrikt. Thisted: Thy Statsskovdistrikt, Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2006.

Timdal, Einar. Norsk Lavflora. 2015.

<http://nhm2.uio.no/botanisk/lav/LAVFLORA/LAVFLORA.HTM> (senest hentet eller vist den 29. september 2015).

Tybrik, Knud. Epilog: Hedens natur er et kulturhistorisk museum. I Hedens kultur og natur, redigeret af Morten Strandberg, 60-63. Silkeborg: Rhodos, 1998.

Vestergaard, Peter, og Vagn Alstrup. Klithedebranden i Hansted-reservatet i 1992 - 20 år senere. URT, september 2015: 82-87.

Wind, Peter. Den danske Rødliste. 2011. http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaer-funk/3_fdc_bio/projekter/redlist/data.asp?ID=10410&gruppeID=67 (senest hentet eller vist den 5. september 2015).

Økland, Rune Halvorsen. Sommerfeltia supplement. Oslo: Botanical Garden and Museum. University of Oslo, 1990.

Bilagsoversigt

Bilag 1: Geografisk placering og typografisk kort af lokaliteter

Bilag 2: Forundersøgelse for tørretid og gløde tid

Bilag 3: Forundersøgelse for konduktivitet- og pH-målinger

Bilag 4: Signifikante forskelle mellem hyppigst registrerede arter

Bilag 5: Hyppighed af arter

Bilag 6: Forskel i lokalitet 1R, 2R og 5R i mellem 2014 og 2001

Bilag 7: Signifikante forskelle mellem lokaliteternes samfundsstruktur

Bilag 8: DCA-ordination for lokaliteter undersøgt i 2014

Bilag 9: DCA-ordination for ændring i lokaliteterne fra 2001 til 2014

Bilag 10: DCA-ordination for lokaliteter samme rydningsalder og forskellig afstand til havet

Bilag 11: TWINSpan og Clusteranalyse

Bilag 12: Foto af jordprofiler

Bilag 13: Signifikant forskel mellem lokaliteternes miljøparametre

Bilag 14: PCA-ordination af lokaliteterne på baggrund af miljøparametre

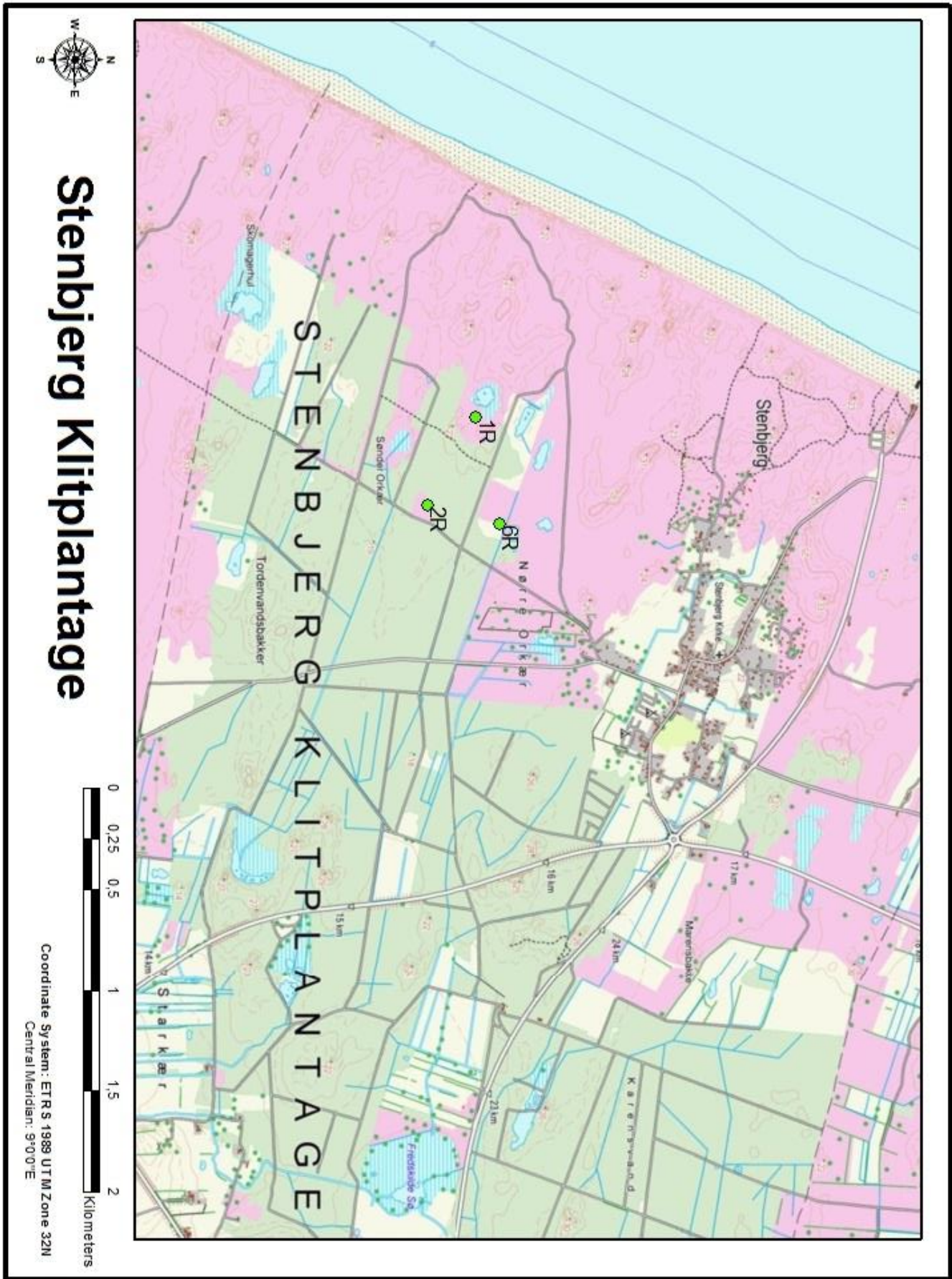
[tom side]

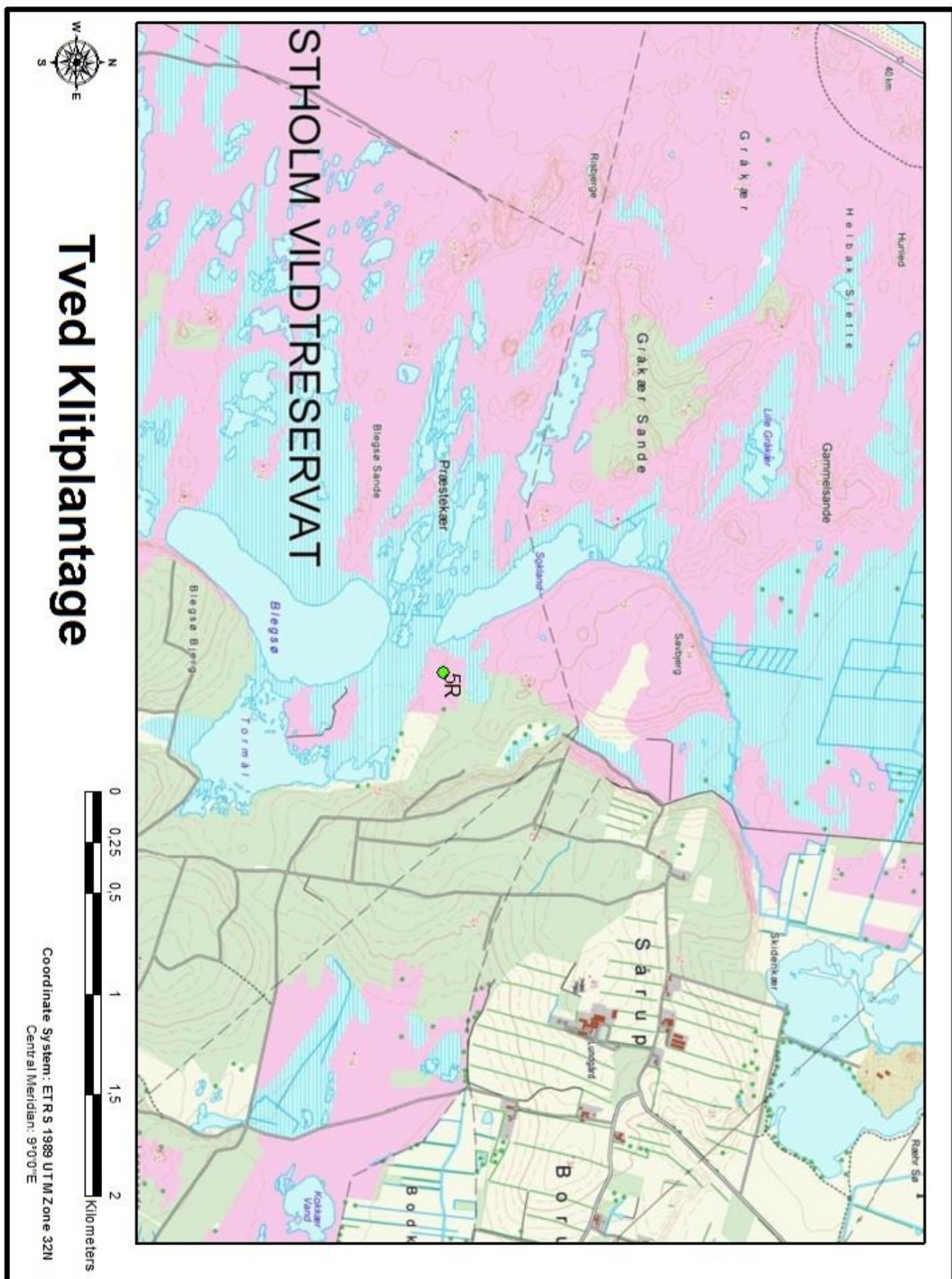
Bilag 1: Geografisk placering og typografisk kort af lokaliteter

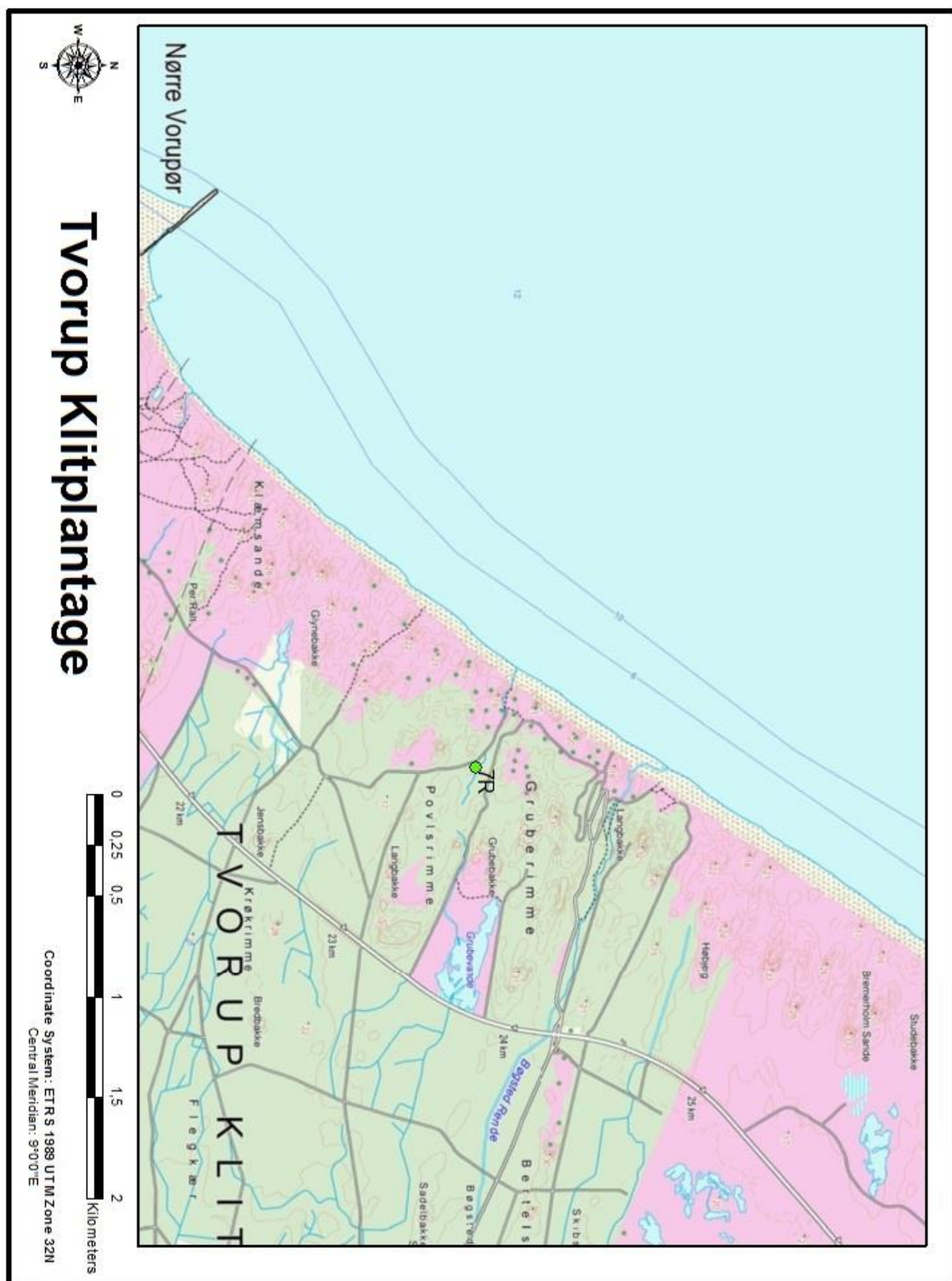
Lokalitet	Sted	Afd. ¹	Breddegrad (lat)	Længdegrad (lon)	Areal (ha) ⁴
1R	Stenbjerg	282c	56,91040	8,33850	4,2
2R	Stenbjerg	282c	56,90832	8,34569	1,5
5R	Tved	764c	57,07104	8,61404	3,5
6R	Stenbjerg	280c	56,91135	8,34734	1,8
7R	Tvorup	340a	56,97422	8,40753	3,3

1 Afdelings nr. jf. (Naturstyrelsen, 2015a). 2 (Danmarks-Miljøportal, 2015).

Nedenstående kort er udført i ArcGIS v10.2.1 med kort fra Geodatastyrelsens kortforsyningen.







Bilag 2: Forundersøgelse for tørre- og glødetid**Tabel 1. Resultater fra forundersøgelse af tørre og glødetid for jordprøver.**

[vægt i gram]	Vægt	Vægt inkl. bakke				Difference mellem glødetab for 3 og 8 timer	
Dato (2014)		21/10	24/10				
Jordprøve	Bakke	Frisk jord	Tørvægt	Glødetid 3 timer	Glødetid ≥8 timer	Difference (g)	Difference (mg)
7R494 Organisk lag1	3,13	22,01	8,91	5,01	5,01	0,00	0,20
7R494 Organisk lag2	3,11	19,51	7,28	4,24	4,24	0,00	-1,30
7R494 0-10 cm lag1	3,10	36,35	31,00	30,17	30,17	0,00	-2,90
7R494 10-20 cm lag1	3,11	36,18	30,58	29,60	29,60	0,00	0,00
1R561 Organisk lag1	3,15	23,40	13,05	10,29	10,29	0,00	4,80
2R544 10-20 cm lag1	3,15	23,18	19,80	19,71	19,70	0,00	2,60
1R310 10-20 cm lag1	3,13	23,13	22,53	22,46	22,46	0,00	2,60

Bilag 3: Forundersøgelse for konduktivitet- og pH-målinger

Forundersøgelserne viser, at prøver ekstraheret med hhv. kaliumchlorid-opløsning og dm-vand har for pH en forskel i middelværdierne på $1,4 \pm 0,2$. Herudover viser forundersøgelserne, at konduktiviteten i det opslæmmede jord ikke kunne bestemmes i prøver med en 1M kaliumchlorid-opløsning, som benyttes til undersøgelse for plantetilgængeligt kvælstof. Konduktiviteten måles til over 1000 gange højere i prøver ekstraheret med en 1 M kaliumchlorid-opløsning end i prøverne ekstraheret med dm-vand, endvidere kan baggrunden konduktiviteten fra kaliumchlorid opløsningen ikke fratrækkes. Ved forundersøgelserne erfares yderligere, at 20 g frisk jord og 50 ml dm-vand er den mest optimale prøvemængde, da konduktivetsmåleudstyret har vanskeligt ved at måle en mindre prøvemængde samt volumen på grund af konduktivitet-probens størrelse.

Alle nedenstående jordprøver indeholder 50 ml væske samt 10 g frisk jord og er rystet på rystebord i 90 min.

Tabel 1. Resultater af forundersøgelse for måling af konduktivitet og pH med 1M kaliumchlorid opløsning (KCl-opl.) og demineraliseret vand (dm-vand).

	KCl-opl.	dm-vand	Difference	KCl-opl.	dm-vand
Jordprøver	pH	pH	pH	mS/cm	µS/cm
J2R028 organisk lag1	3,0	4,4	1,4	101,2	66,7
J2R028 organisk lag2	3,0	4,5	1,6	98,4	60,6
J2R028 0-10 cm lag1	3,6	5,2	1,6	108,0	13,4
J2R028 0-10 cm lag2	3,6	5,2	1,6	108,1	12,1
J2R028 10-20 cm lag1	4,0	5,3	1,3	108,4	9,5
J2R028 10-20 cm lag2	4,1	5,2	1,1	108,4	7,7
Middelværdi af differencen			1,4		
Standardafvigelse af differencen			0,2		

Tabel 2. Kontrolmåling udført i forbindelse med forundersøgelse af konduktivitet og pH med 1M kaliumchlorid opløsning (KCl-opl.) og demineraliseret vand (dm-vand).

Kontrol	pH	Konduktivitet (µS/cm)
50 ml 1 M KCl-opl.	5,1	110.300
50 ml dm-vand	6,0	2,3

Bilag 4: Signifikante forskelle mellem hyppigst registrerede arter

Tabel 1. Middelværdier med standardafvigelse ($\pm$) for antal registreringer af hyppigste arter pr. plot på lokaliteterne i 2014. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Kruskal-Wallis-analyse. For hver lokalitet ved hver art angives hvilke lokaliteter, denne er signifikant forskellig fra (angivet i parentes under middelværdien). Signifikante forskelle er parvist testet med Bonferroni korrigeret Mann-Whitney pairwise-analyse. For alle datasæt er $n = 20$ pr. lokalitet og signifikante forskelle er angivet ved $p < 0,05$.

Hyppigste arter					
	1R	2R	5R	6R	7R
<i>C. arenaria</i>	18,5 $\pm$ 10,2 (5R, 7R)	13,7 $\pm$ 10,2 (5R, 7R)	26,7 $\pm$ 6,6 (1R, 2R, 6R)	18,6 $\pm$ 9,3 (5R, 7R)	26,4 $\pm$ 8,9 (1R, 2R, 6R)
<i>D. flexuosa</i>	17,8 $\pm$ 10,9 (2R, 7R)	31,1 $\pm$ 2,4 (Alle)	19,4 $\pm$ 10,7 (2R, 7R)	27,8 $\pm$ 3,9 (2R, 7R)	6,3 $\pm$ 9,3 (Alle)
<i>E. nigrum</i>	17,9 $\pm$ 10,4	13,7 $\pm$ 9,3	13,7 $\pm$ 10,2	18,9 $\pm$ 8,6	13,9 $\pm$ 9,7
<i>C. vulgaris</i>	11,2 $\pm$ 8,8 (2R, 7R)	4,0 $\pm$ 5,2 (1R, 5R)	14,4 $\pm$ 9,9 (2R, 6R, 7R)	5,8 $\pm$ 6,9 (5R)	3,1 $\pm$ 6,4 (1R, 5R)
<i>H. cupressiforme</i>	18,6 $\pm$ 7,1 (5R)	22,4 $\pm$ 5,6 (5R)	1,1 $\pm$ 1,8 (Alle)	13,9 $\pm$ 9,2 (5R)	19,9 $\pm$ 7,7 (5R)
<i>D. scoparium</i>	14,0 $\pm$ 7,3	11,0 $\pm$ 8,1	13,8 $\pm$ 1,5	10,4 $\pm$ 8,1	7,5 $\pm$ 6,3
<i>P. schreberi</i>	2,9 $\pm$ 5,8 (2R, 6R, 7R)	17,4 $\pm$ 8,0 (1R, 5R, 7R)	4,3 $\pm$ 7,9 (2R, 6R, 7R)	16,4 $\pm$ 6,8 (1R, 5R)	9,3 $\pm$ 9,1 (1R, 2R, 5R)
<i>P. purum</i>	0,2 $\pm$ 0,7 (2R, 6R, 7R)	4,8 $\pm$ 6,8 (1R, 5R)	0,3 $\pm$ 1,1 (2R, 6R, 7R)	6,3 $\pm$ 7,3 (1R, 5R)	8,6 $\pm$ 8,7 (1R, 5R)
<i>C. cladina</i> spp.	20,0 $\pm$ 10,3 (2R, 6R, 7R)	3,5 $\pm$ 5,6 (1R, 5R)	15,3 $\pm$ 12,1 (2R, 6R, 7R)	1,8 $\pm$ 3,6 (1R, 5R)	0,1 $\pm$ 0,2 (1R, 5R)
<i>C. chlorophaea</i>	5,9 $\pm$ 6,6	3,2 $\pm$ 5,2	6,0 $\pm$ 6,5	6,4 $\pm$ 8,0	6,5 $\pm$ 6,3
<i>H. physodes</i>	2,4 $\pm$ 2,1 (2R, 7R)	0,2 $\pm$ 0,5 (1R, 5R, 7R)	7,1 $\pm$ 8,0 (2R)	1,2 $\pm$ 1,5 (7R)	10,6 $\pm$ 8,7 (1R, 2R, 6R)
<i>P. glauca</i>	0,7 $\pm$ 1,2 (5R, 7R)	0,0 (¹)	5,2 $\pm$ 7,0 (1R)	0,0 (¹)	7,8 $\pm$ 6,4 (1R)

1. Indgår ikke i Kruskal-Wallis analysen, da *P. glauca* ikke er registreret på denne lokalitet.

Bilag 5: Hyppighed af arter

Tabel 1. Hyppighed af registrerede arter pr. lokalitet i vegetationsundersøgelsen i 2014 og 2001. Arterne er rangeret efter hyppighed i vegetationsundersøgelsen udført i 2014. Det maksimale antal registreringer pr. lokalitet er 640.

	Dansk navn	Latinsk navn	Kode	1R 2014	2R 2014	5R 2014	6R 2014	7R 2014	1R 2001	2R 2001	5R 2001
Karlplanter	Sand-star	Carex arenaria	Car. are.	369	274	533	371	528	596	497	363
	Bølget bunke	Deschampsia flexuosa	Des. fle.	355	621	387	556	126	125	186	640
	Revling	Empetrum nigrum	Emp. nig.	357	273	274	377	278	161	202	56
	Hedelyng	Calluna vulgaris	Cal. vul.	224	80	288	116	62	96	10	15
	Mose-bølle	Vaccinium uliginosum	Vac. uli.	1	0	48	3	90	0	0	7
	Kløkkelyng	Erica tetralix	Eri. tet.	19	1	91	0	2	0	6	12
	Almindelig kongepen	Hypochoeris radicata	Hyp. rad.	0	0	109	0	1	73	0	0
	Sandskæg	Corynephorus canescens	Cor. can.	19	0	31	0	31	97	0	0
	Sand-hjælme	Ammophila arenaria	Amm. are.	48	0	32	0	0	157	0	0
	Gråris	Salix arenaria	Sal. are.	0	0	0	17	23	16	0	0
	Almindelig engelsød	Polypodium vulgare	Pol. vul.	4	0	0	0	31	12	0	3
	Almindelig gyldebris	Solidago virgaurea	Sol. vir.	0	22	0	0	0	0	0	0
	Blåmunke	Jasione montana	Jas. mon.	5	0	14	0	0	54	0	0
	Tandbælg	Danthonia decumbens	Dan. dec.	0	0	12	0	0	0	0	0
	Hirse-star	Carex panicea	Car. pan.	0	7	0	2	0	0	0	0
	Hunde-viol	Viola canina	Vio. can.	7	0	0	0	0	17	0	0
	Håret høgeurt	Pilosella officinarum	Pil. off.	2	0	0	0	3	0	0	0
	Kær-snerre	Galium palustre	Gal. pal.	0	4	0	0	0	0	0	0
	Børste-siv	Juncus squarrosus	Jun. squ.	0	0	4	0	0	0	0	0
	Gederams	Epilobium angustifolium	Epi. ang.	0	0	0	0	4	2	0	0
	Sitka-gran	Picea sitchensis	Pic. sit.	0	0	3	0	0	0	0	1
	Vår-kobjælde	Anemone vernalis	Ane. ver.	0	0	3	0	0	0	0	0
	Almindelig eg	Quercus robur	Que. rob.	0	0	0	0	3	0	0	1
	Mark-frytle	Luzula campestris	Luz. cam.	0	0	0	1	0	0	0	0
	Tidlig dværgbunke	Aira praecox	Air. pra.	0	0	0	0	0	70	0	0
	Flipkrave	Teesdalia nudicaulis	Tee. nud.	0	0	0	0	0	7	0	0
	Rød svingel	Festuca rubra	Fes. rub.	0	0	0	0	0	3	0	0
	Bjerg-fyr	Pinus mugo	Pin. mug.	0	0	0	0	0	2	5	1
	Smalbladet høgeurt	Hieracium umbellatum	Hie. umb.	0	0	0	0	0	2	0	0
	Rødknæ	Rumex acetosella	Rum. ace.	0	0	0	0	0	1	0	2
	Mangeblomstret fyrtle	Luzula multiflora	Luz. mul.	0	0	0	0	0	1	0	1
	Almindelig brandbæger	Senecio vulgaris	Sen. vul.	0	0	0	0	0	0	32	0
	Skov-fyr	Pinus sylvestris	Pin. syl.	0	0	0	0	0	0	1	0
Mosser	Almindelig ulvefod	Lycopodium clavatum	Lyc. cla.	0	0	0	0	0	0	0	3
	Almindelig cypresmos	Hypnum cupressiforme	Hyp. cup.	371	447	21	277	398	308	263	476
	Almindelig kløvtand	Dicranum scoparium	Dic. sco.	280	219	275	207	149	385	124	535
	Trind fyrremos	Pleurozium schreberi	Ple. sch.	58	348	85	328	185	37	253	221
	Hulbladet fedtmos	Pseudoscleropodium purum	Scl. pur.	3	95	5	126	171	0	5	66
	Stjerne-bredribbe	Campylopus introflexus	Cam. int.	0	0	165	0	0	46	14	0
	Almindelig frynsemos	Ptilidium ciliare	Pti. cil.	21	22	83	7	0	46	108	531
	Sylspidset kæmsvøb	Lophocolea bidentata	Lop. bid.	0	56	0	0	30	0	0	19
	Opblæst blæremos	Gymnocola inflata	Gym. inf.	0	0	6	0	0	0	0	0
	Skov-jomfrukapsel	Polytrichastrum formosum	Pol. for.	0	0	0	0	3	0	0	0
	Frynset tørvemos	Sphagnum fimbriatum	Spa. fim.	0	0	1	0	0	0	0	0
	Rød hornstand	Ceratodon purpureus	Cer. pur.	0	0	0	0	0	14	0	1
	Tynd flerfligmos	Barbilophozia attenuata	Bar. att.	0	0	0	0	0	3	0	13
	Mørk Dværgrådmos	Cephaloziella divaricata	Cep. div.	0	0	0	0	0	2	0	0
	Bølgetbladet kløvtand	Dicranum polysetum	Dic. pol.	0	0	0	0	0	0	13	5
	Skægget flerfligmos	Barbilophozia barbata	Bar. bar.	0	0	0	0	0	0	0	55
	Almindelig fløjlsmos	Dicranella heteromalla	Dic. het.	0	0	0	0	0	0	0	1

Statusundersøgelse i ryddede klitplantager

Laver

Dansk navn	Latinsk navn	Kode	1R 2014	2R 2014	5R 2014	6R 2014	7R 2014	1R 2001	2R 2001	5R 2001
Rensdyrlav	Cladonia cladina spp.	Cla.cla.	400	69	306	35	1	532	12	155
Brugrøn bægerlav	Cladonia chlorophaea	Cla.chl.	118	63	119	127	130	315	130	545
Almindelig kvistlav	Hypogymnia physodes	Hyp.phy.	48	4	142	23	211	41	161	381
Blågrå papirlav	Platismatia glauca	Pla.gla.	14	0	103	0	156	58	58	174
Lakrød bægerlav	Cladonia floerkeana	Cla.flo.	37	15	169	22	0	261	3	276
Grågrøn bægerlav	Cladonia glauca	Cla.gla.	18	20	92	33	8	254	50	432
Pigget bægerlav	Cladonia uncialis	Cla.unc.	15	0	124	0	0	62	0	20
Mikrolav/skorpelav	Skorpelav spp.	Mik.lav.	27	24	13	54	0	0	0	0
Syl-bægerlav	Cladonia cornuta	Cla.cor.	1	35	3	0	3	0	0	0
Ru bægerlav	Cladonia scabriuscula	Cla.sca.	0	0	0	30	11	0	0	0
Kliddet bægerlav	Cladonia ramulosa	Cla.ram.	4	9	10	6	3	89	0	44
Grå fyrrelav	Pseudevernia furfuracea	Pse.fur.	2	0	13	0	10	2	2	30
Rød bægerlav	Cladonia diversa	Cla.div.	0	0	19	0	1	25	0	6
Skælklædt bægerlav	Cladonia squamosa	Cla.squ.	16	0	2	0	0	0	0	0
Slank bægerlav	Cladonia gracilis	Cla.gra.	6	0	8	2	0	120	0	6
Tjørnelav spp.	Cetraria spp.	Cetrar.	1	0	12	0	0	29	0	7
Melet grenlav	Ramalina farinacea	Ram.far.	0	0	0	0	7	0	0	0
Bleggrøn bægerlav	Cladonia fimbriata	Cla.fim.	4	1	0	0	0	0	0	0
Kløftet bægerlav	Cladonia furcata	Cla.fur.	2	0	0	0	0	54	0	0
Liden skæglav	Usnea hirta	Usn.hir.	0	0	0	0	1	0	0	0
Fliget bægerlav	Cladonia foliacea	Cla.fol.	0	0	0	0	0	7	0	0

Bilag 6: Forskel i lokalitet 1R, 2R og 5R i mellem 2014 og 2001

I nedenstående tabeller ses differencen i antallet af individuelle artsregistreringer på lokalitet 1R, 2R og 5R mellem undersøgelsesårene 2014 og 2001. I tabellernes første 2 kolonner ses stigning og fald af registreringer i forhold til 2014, parentes efter artsnavnet angiver differencen af registreringerne mellem 2014 og 2001 pr. lokalitet. I tabellernes sidste 2 kolonner ses hvilke arter, der udelukkende registreres i 2014 og 2001, parentes efter hvert artsnavn henviser til antal registreringer i det pågældende år.

Tabel 1. Difference mellem lokalitet 1R fra undersøgelsen i 2014 og 2001.

Lokalitet 1R			
Stigning	Fald	Kun registreret i 2014	Kun registreret i 2001
<i>C. vulgaris</i> (+128) <i>D. flexuosa</i> (+230) <i>E. nigrum</i> (+196)	<i>A. arenaria</i> (-109) <i>C. arenaria</i> (-227) <i>C. canescens</i> (-78) <i>J. montana</i> (-49) <i>P. vulgare</i> (-8) <i>V. canina</i> (-10)	<i>E. tetralix</i> (19) <i>P. officinarum</i> (2) <i>V. uliginosum</i> (1)	<i>A. praecox</i> (70) <i>E. angustifolium</i> (2) <i>F. rubra</i> (3) <i>H. radicata</i> (73) <i>H. umbellatum</i> (2) <i>L. multiflora</i> (1) <i>P. mugo</i> (2) <i>R. acetosella</i> (1) <i>S. arenaria</i> (16) <i>T. nudicaulis</i> (7)
<i>H. cupressiforme</i> (+63) <i>P. schreberi</i> (+21)	<i>D. scoparium</i> (-105) <i>P. ciliare</i> (-25)	<i>P. purum</i> (3)	<i>B. attenuata</i> (3) <i>C. divaricata</i> (2) <i>C. introflexus</i> (46) <i>C. purpureus</i> (14)
<i>H. physodes</i> (+7)	<i>C. chlorophaea</i> (-197) <i>C. cladina</i> spp. (-132) <i>C. floerkeana</i> (-224) <i>C. furcata</i> (-52) <i>C. glauca</i> (-236) <i>C. gracilis</i> (-114) <i>C. ramulosa</i> (-85) <i>C. uncialis</i> (-47) <i>Cetraria</i> spp. (-28) <i>P. glauca</i> (-44)	<i>C. cornuta</i> (1) <i>C. fimbriata</i> (4) <i>C. squamosa</i> (16)	<i>C. diversa</i> (25) <i>C. foliacea</i> (7)

Tabel 2. Difference mellem lokalitet 2R fra undersøgelsen i 2014 og 2001.

Lokalitet 2R			
Stigning	Fald	Kun registreret i 2014	Kun registreret i 2001
<i>C. vulgaris</i> (+70) <i>D. flexuosa</i> (+435) <i>E. nigrum</i> (+71)	<i>C. arenaria</i> (-223) <i>E. tetralix</i> (-5)	<i>C. panicea</i> (7) <i>G. palustre</i> (4) <i>S. virgaurea</i> (22)	<i>P. mugo</i> (5) <i>P. sylvestris</i> (32) <i>S. vulgaris</i> (1)
<i>D. scoparium</i> (+95) <i>H. cupressiforme</i> (+184) <i>P. purum</i> (+90) <i>P. schreberi</i> (+95)	<i>P. ciliare</i> (-86)	<i>L. bidentata</i> (56)	<i>C. introflexus</i> (14) <i>D. polysetum</i> (13)
<i>C. cladina</i> spp. (+57) <i>C. floerkeana</i> (+12)	<i>C. chlorophaea</i> (-67) <i>C. glauca</i> (-30) <i>H. physodes</i> (-157)	<i>C. cornuta</i> (35) <i>C. fimbriata</i> (1) <i>C. ramulosa</i> (9)	<i>P. furfuracea</i> (2) <i>P. glauca</i> (58)

Tabel 3. Difference mellem lokalitet 5R fra undersøgelsen i 2014 og 2001.

Lokalitet 5R			
Stigning	Fald	Kun registreret i 2014	Kun registreret i 2001
<i>C. arenaria</i> (+170) <i>C. vulgaris</i> (+273) <i>E. nigrum</i> (+218) <i>E. tetralix</i> (+79) <i>P. sitchensis</i> (+2) <i>V. uliginosum</i> (+41)	<i>D. flexuosa</i> (-253)	<i>A. arenaria</i> (32) <i>A. vernalis</i> (3) <i>C. canescens</i> (31) <i>D. decumbens</i> (12) <i>H. radicata</i> (109) <i>J. montana</i> (14) <i>J. squarrosus</i> (4)	<i>L. clavatum</i> (3) <i>L. multiflora</i> (1) <i>P. mugo</i> (1) <i>P. vulgare</i> (3) <i>Q. robur</i> (1) <i>R. acetosella</i> (2)
	<i>D. scoparium</i> (-260) <i>H. cupressiforme</i> (-455) <i>P. ciliare</i> (-448) <i>P. purum</i> (-61) <i>P. schreberi</i> (-136)	<i>C. introflexus</i> (165) <i>G. inflata</i> (6) <i>S. fimbriatum</i> (1)	<i>B. attenuata</i> (13) <i>B. barbata</i> (55) <i>C. purpureus</i> (1) <i>D. heteromella</i> (1) <i>D. polysetum</i> (5) <i>L. bidentata</i> (19)
<i>C. cladina</i> spp. (+151) <i>C. diversa</i> (+13) <i>C. uncialis</i> (+104) <i>Cetraria</i> spp. (+5)	<i>C. chlorophaea</i> (-426) <i>C. floerkeana</i> (-107) <i>C. glauca</i> (-340) <i>C. ramulosa</i> (-34) <i>H. physodes</i> (-239) <i>P. furfuracea</i> (-17) <i>P. glauca</i> (-71)	<i>C. cornuta</i> (3) <i>C. squamosa</i> (2)	

Bilag 7: Signifikante forskelle mellem lokaliteternes samfundsstruktur

Tabel 1. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for vegetationens samfundsstruktur pr. plot på lokaliteterne i 2014. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Kruskal-Wallis-analyse, hvis ikke andet er angivet. For hver af lokaliteternes parametre angives hvilke lokaliteter, denne er signifikant forskellig fra (angivet i parentes under middelværdien). Signifikante forskelle er parvist testet med Bonferroni korrigeret Mann-Whitney pairwise-analyse. For alle datasæt er $n=20$ og signifikant forskel er angivet ved $p<0,05$.

Samfundsstruktur					
Lokalitet	1R	2R	5R	6R	7R
Ryddet, år	1992	1998	1994	2003	2011
Antal arter					
Total vegetation	13,3 $\pm$ 2,2 (-)	10,7 $\pm$ 2,7 (5R)	15,2 $\pm$ 3,9 (2R, 6R)	11,1 $\pm$ 2,7 (5R)	12,8 $\pm$ 2,5 (-)
Karplanter	4,8 $\pm$ 1,0 (2R)	3,7 $\pm$ 1,1 (1R, 5R)	5,7 $\pm$ 1,7 (2R, 6R)	4,0 $\pm$ 0,6 (5R)	4,9 $\pm$ 1,8 (-)
Mosser	2,8 $\pm$ 0,8 (2R, 6R 7R)	4,5 $\pm$ 0,9 (1R, 5R)	2,7 $\pm$ 1,2 (2R, 6R, 7R)	3,8 $\pm$ 0,9 (1R, 5R)	4,2 $\pm$ 0,7 (1R, 5R)
Lav	5,8 $\pm$ 2,2 (2R, 6R, 7R)	2,6 $\pm$ 2,7 (1R, 5R)	6,9 $\pm$ 3,7 (2R, 6R, 7R)	3,3 $\pm$ 2,5 (1R, 5R)	3,7 $\pm$ 1,3 (1R, 5R)
Hyppighed (gns./plot)					
Total vegetation ¹	142,8 $\pm$ 21,6 (5R)	135,5 $\pm$ 28,0 (5R)	180,3 $\pm$ 66,6 (Alle)	136,0 $\pm$ 22,1 (5R)	133,0 $\pm$ 28,8 (5R)
Karplanter	70,5 $\pm$ 11,6 (5R)	64,1 $\pm$ 16,9 (5R)	91,5 $\pm$ 22,6 (Alle)	72,2 $\pm$ 13,8 (5R)	59,1 $\pm$ 16,5 (5R)
Mosser ¹	36,7 $\pm$ 10,4 (2R)	59,4 $\pm$ 8,4 (Alle)	32,1 $\pm$ 15,7 (2R, 6R, 7R)	47,3 $\pm$ 11,9 (2R, 5R)	46,8 $\pm$ 13,7 (2R, 5R)
Lav	35,7 $\pm$ 14,6 (2R, 6R)	12,0 $\pm$ 17,5 (1R, 5R, 7R)	56,8 $\pm$ 50,4 (2R, 6R)	16,6 $\pm$ 18,3 (1R, 5R)	27,1 $\pm$ 20,2 (2R)
Shannon-Wieners diversitetsindeks					
Total vegetation ¹	2,10 $\pm$ 0,18 (-)	1,99 $\pm$ 0,27 (5R)	2,33 $\pm$ 0,26 (2R, 6R, 7R)	2,04 $\pm$ 0,23 (5R)	2,11 $\pm$ 0,18 (5R)
Karplanter	1,28 $\pm$ 0,18 (2R, 5R)	1,01 $\pm$ 0,37 (1R, 5R)	1,49 $\pm$ 0,24 (Alle)	1,17 $\pm$ 0,19 (5R)	1,07 $\pm$ 0,37 (5R)
Mosser ¹	0,82 $\pm$ 0,20 (Alle)	1,22 $\pm$ 0,19 (1R, 5R)	0,55 $\pm$ 0,40 (Alle)	1,10 $\pm$ 0,19 (1R, 5R)	1,14 $\pm$ 0,17 (1R, 5R)
Lav	1,09 $\pm$ 0,44 (-)	0,66 $\pm$ 0,72 (5R)	1,44 $\pm$ 0,74 (2R, 6R, 7R)	0,85 $\pm$ 0,67 (5R)	1,03 $\pm$ 0,39 (5R)
Fishers α					
Total vegetation	3,61 $\pm$ 0,72 (2R)	2,74 $\pm$ 0,78 (1R, 5R)	4,03 $\pm$ 1,08 (2R, 6R)	2,88 $\pm$ 0,85 (5R)	3,53 $\pm$ 0,82 (-)
Karplanter	1,17 $\pm$ 0,35 (-)	0,85 $\pm$ 0,29 (5R, 7R)	1,35 $\pm$ 0,47 (2R, 6R)	0,92 $\pm$ 0,17 (5R)	1,30 $\pm$ 0,57 (2R)
Mosser	0,75 $\pm$ 0,32 (2R, 7R)	1,13 $\pm$ 0,29 (1R, 5R)	0,72 $\pm$ 0,34 (2R, 7R)	0,97 $\pm$ 0,26 (-)	1,17 $\pm$ 0,32 (1R, 5R)
Lav	1,96 $\pm$ 0,90 (-)	1,11 $\pm$ 1,56 (5R)	3,00 $\pm$ 3,87 (2R)	1,41 $\pm$ 1,25 (-)	1,40 $\pm$ 0,87 (-)

1. Data normalfordelt; ANOVA ($p<0,05$) anvendt.

Tabel 2. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for vegetationens samfundsstruktur pr. plot for samme lokaliteter fra 2014 og 2001. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Mann-Whitney-testen, hvis ikke andet er angivet. For alle datasæt er $n = 20$ pr. lokalitet og signifikant forskel er angivet ved $p < 0,05$.

Samfundsstruktur						
Lokalitet	1R	1R	2R	2R	5R	5R
Undersøgelse, år	2014	2001	2014	2001	2014	2001
Antal år mellem undersøgelser: 13 år						
Antal arter						
Total vegetation	13,3 $\pm$ 2,2	18,5 $\pm$ 4,2	10,7 $\pm$ 2,7	10,1 $\pm$ 3,3	15,2 $\pm$ 3,9	18,2 $\pm$ 1,9
Karplanter	4,8 $\pm$ 1,0	6,0 $\pm$ 2,1	3,7 $\pm$ 1,1	3,5 $\pm$ 1,1	5,7 $\pm$ 1,7	3,6 $\pm$ 1,1
Mosser	2,8 $\pm$ 0,8	3,6 $\pm$ 1,1	4,5 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 1,7	2,7 $\pm$ 1,2	6,3 $\pm$ 1,3
Lav	5,8 $\pm$ 2,2	8,9 $\pm$ 2,3	2,6 $\pm$ 2,7	3,4 $\pm$ 1,4	6,9 $\pm$ 3,7	8,4 $\pm$ 1,6
Hyppighed (gns./plot)						
Total vegetation	142,8 $\pm$ 21,6	209,1 $\pm$ 45,1	135,5 $\pm$ 28,0	106,8 $\pm$ 51,9	180,3 $\pm$ 66,6	255,2 $\pm$ 34,9
Karplanter	70,5 $\pm$ 11,6	74,6 $\pm$ 24,2	64,1 $\pm$ 16,9	47,0 $\pm$ 18,4	91,5 $\pm$ 22,6	55,3 $\pm$ 11,0
Mosser	36,7 $\pm$ 10,4	42,1 $\pm$ 11,2	59,4 $\pm$ 8,4	39,0 $\pm$ 35,8	32,1 $\pm$ 15,7	96,2 $\pm$ 14,4
Lav	35,7 $\pm$ 14,6	92,5 $\pm$ 35,5	12,0 $\pm$ 17,5	20,8 $\pm$ 18,8	56,8 $\pm$ 50,4	103,8 $\pm$ 31,1
Shannon-Wieners diversitetsindeks						
Total vegetation	2,14 $\pm$ 0,18	2,50 $\pm$ 0,25	1,99 $\pm$ 0,27	1,77 $\pm$ 0,53	2,33 $\pm$ 0,26	2,52 $\pm$ 0,11
Karplanter	1,28 $\pm$ 0,18	1,33 $\pm$ 0,46	1,01 $\pm$ 0,37	0,82 $\pm$ 0,27	1,49 $\pm$ 0,24	0,84 $\pm$ 0,22
Mosser	0,82 $\pm$ 0,20	0,99 $\pm$ 0,22	1,22 $\pm$ 0,19	0,89 $\pm$ 0,57	0,55 $\pm$ 0,40	1,51 $\pm$ 0,18
Lav	1,09 $\pm$ 0,44	1,74 $\pm$ 0,31	0,66 $\pm$ 0,72	0,95 $\pm$ 0,42	1,44 $\pm$ 0,74	1,76 $\pm$ 0,14
Fishers α						
Total vegetation	3,61 $\pm$ 0,72	4,91 $\pm$ 1,24	2,74 $\pm$ 0,78	2,80 $\pm$ 0,89	4,03 $\pm$ 1,08	4,49 $\pm$ 0,54
Karplanter	1,17 $\pm$ 0,35	1,56 $\pm$ 0,63	0,85 $\pm$ 0,29	0,94 $\pm$ 0,43	1,35 $\pm$ 0,47	0,87 $\pm$ 0,36
Mosser	0,75 $\pm$ 0,32	0,98 $\pm$ 0,36	1,13 $\pm$ 0,29	0,87 $\pm$ 0,61	0,72 $\pm$ 0,34	1,53 $\pm$ 0,37
Lav	1,96 $\pm$ 0,90 ¹	2,50 $\pm$ 0,66 ¹	1,11 $\pm$ 1,56	1,35 $\pm$ 0,81	3,00 $\pm$ 3,87	2,20 $\pm$ 0,45

1. Normalfordelt data; t-test ($p < 0,05$) anvendt.

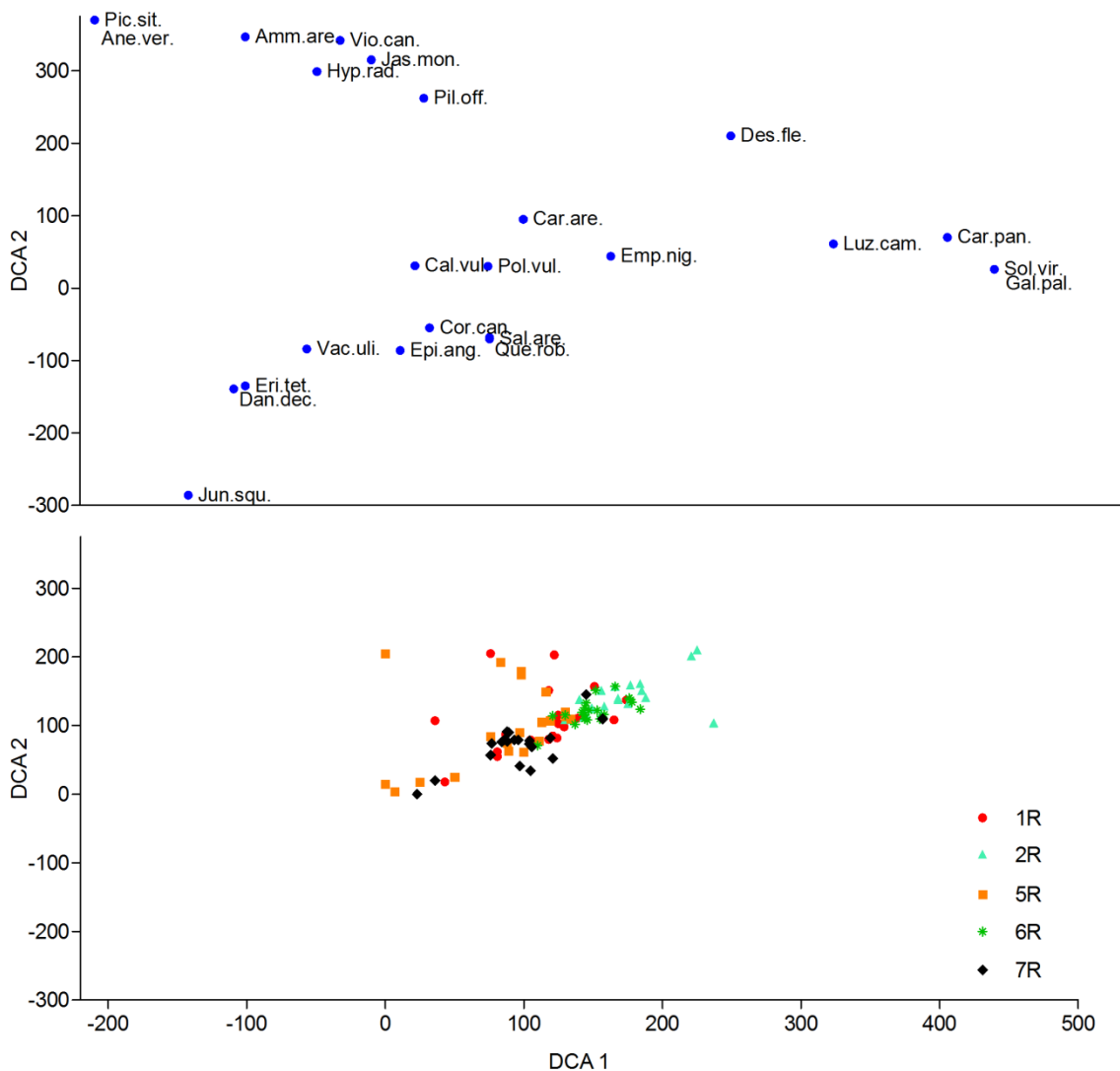
Tabel 3. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for vegetationens samfundsstruktur pr. plot for to par lokaliteter med samme alder rydning og forskellig afstand til havet. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved Mann-Whitney-testen. For alle datasæt fra 2014 og 2001 er $n = 20$ og signifikant forskel er angivet ved $p < 0,05$.

Samfundsstruktur				
Lokalitet	1R	6R	7R	2R
Undersøgelse, år	2001	2014	2014	2001
År efter rydning	10	12	4	4
Afstand til hav (km)	1,2	1,7	0,6	1,7
Antal arter				
Total vegetation	18,5 $\pm$ 4,2	11,1 $\pm$ 2,7	12,8 $\pm$ 2,5	10,1 $\pm$ 3,3
Karplanter	6,0 $\pm$ 2,1	4,0 $\pm$ 0,6	4,9 $\pm$ 1,8	3,5 $\pm$ 1,1
Mosser	3,6 $\pm$ 1,1	3,8 $\pm$ 0,9	4,2 $\pm$ 0,7	3,2 $\pm$ 1,7
Lav	8,9 $\pm$ 2,3	3,3 $\pm$ 2,5	3,7 $\pm$ 1,3	3,4 $\pm$ 1,4
Hyppighed (gns./plot)				
Total vegetation	209,1 $\pm$ 45,1	136,0 $\pm$ 22,1	133,0 $\pm$ 28,8	106,8 $\pm$ 51,9
Karplanter	74,6 $\pm$ 24,2	72,2 $\pm$ 13,8	59,1 $\pm$ 16,5	47,0 $\pm$ 18,4
Mosser	42,1 $\pm$ 11,2	47,3 $\pm$ 11,9	46,8 $\pm$ 13,7	39,0 $\pm$ 35,8
Lav	92,5 $\pm$ 35,5	16,6 $\pm$ 18,3	27,1 $\pm$ 20,2	20,8 $\pm$ 18,8
Shannon-Wieners diversitetsindeks				
Total vegetation	2,50 $\pm$ 0,25	2,04 $\pm$ 0,23	2,11 $\pm$ 0,18	1,77 $\pm$ 0,53
Karplanter	1,33 $\pm$ 0,46	1,17 $\pm$ 0,19	1,07 $\pm$ 0,37	0,82 $\pm$ 0,27
Mosser	0,99 $\pm$ 0,22	1,10 $\pm$ 0,19	1,14 $\pm$ 0,17	0,89 $\pm$ 0,57
Lav	1,74 $\pm$ 0,31	0,85 $\pm$ 0,67	1,03 $\pm$ 0,39	0,95 $\pm$ 0,42
Fishers α				
Total vegetation	4,91 $\pm$ 1,24	2,88 $\pm$ 0,85	3,53 $\pm$ 0,82	2,80 $\pm$ 0,89
Karplanter	1,56 $\pm$ 0,63	0,92 $\pm$ 0,17	1,30 $\pm$ 0,57	0,94 $\pm$ 0,43
Mosser	0,98 $\pm$ 0,36	0,97 $\pm$ 0,26	1,17 $\pm$ 0,32	0,87 $\pm$ 0,61
Lav	2,50 $\pm$ 0,66	1,41 $\pm$ 1,25	1,40 $\pm$ 0,87	1,35 $\pm$ 0,81

Bilag 8: DCA-ordination for lokaliteter undersøgt i 2014

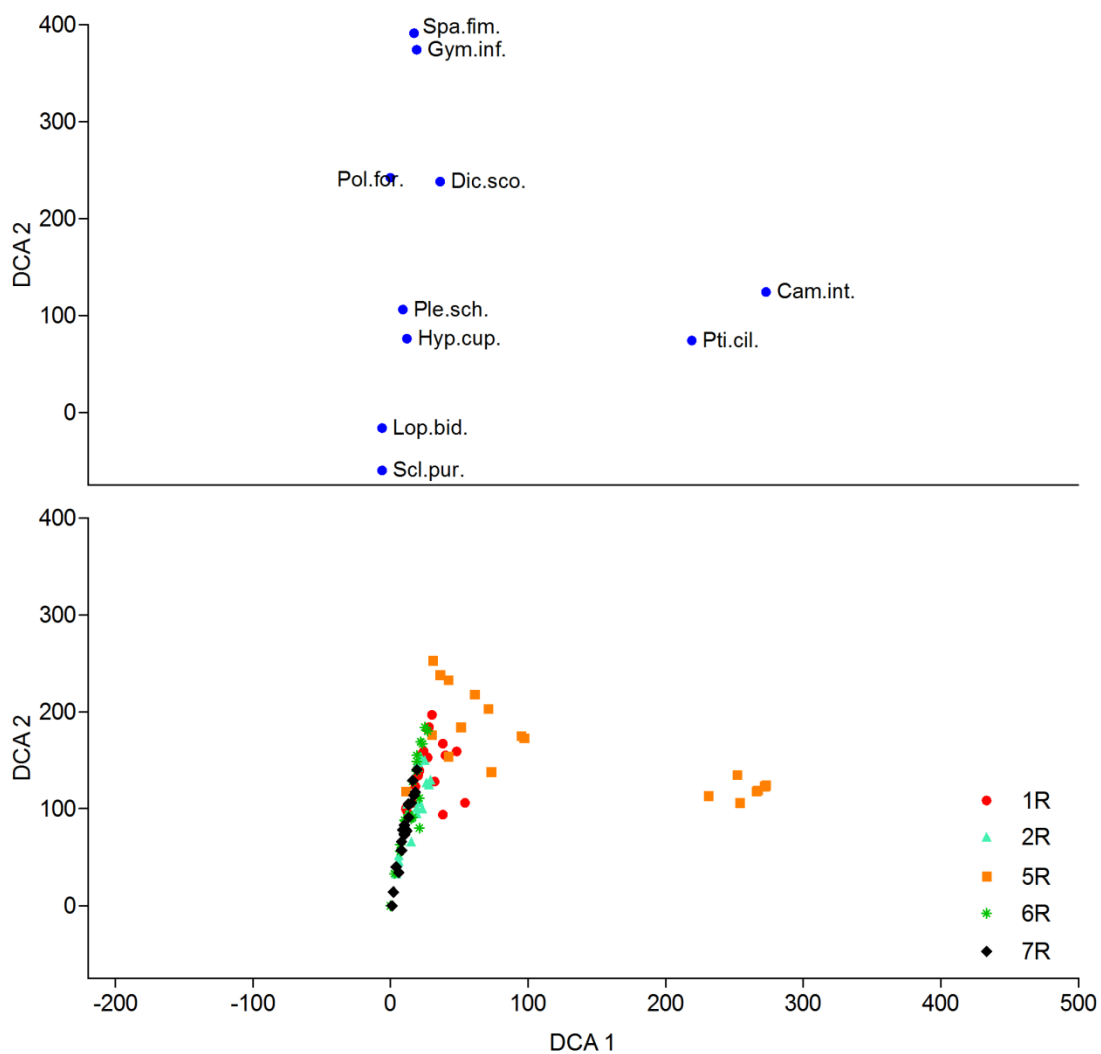
Nedenstående ses DCA-ordinationer af lokaliteterne, der er undersøgt i 2014, på baggrund af artsmatricer inddelt i karplanter, mosser og laver. Øverst i hver figur ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler/farver (n=20 pr. lokalitet).

Karplanter:



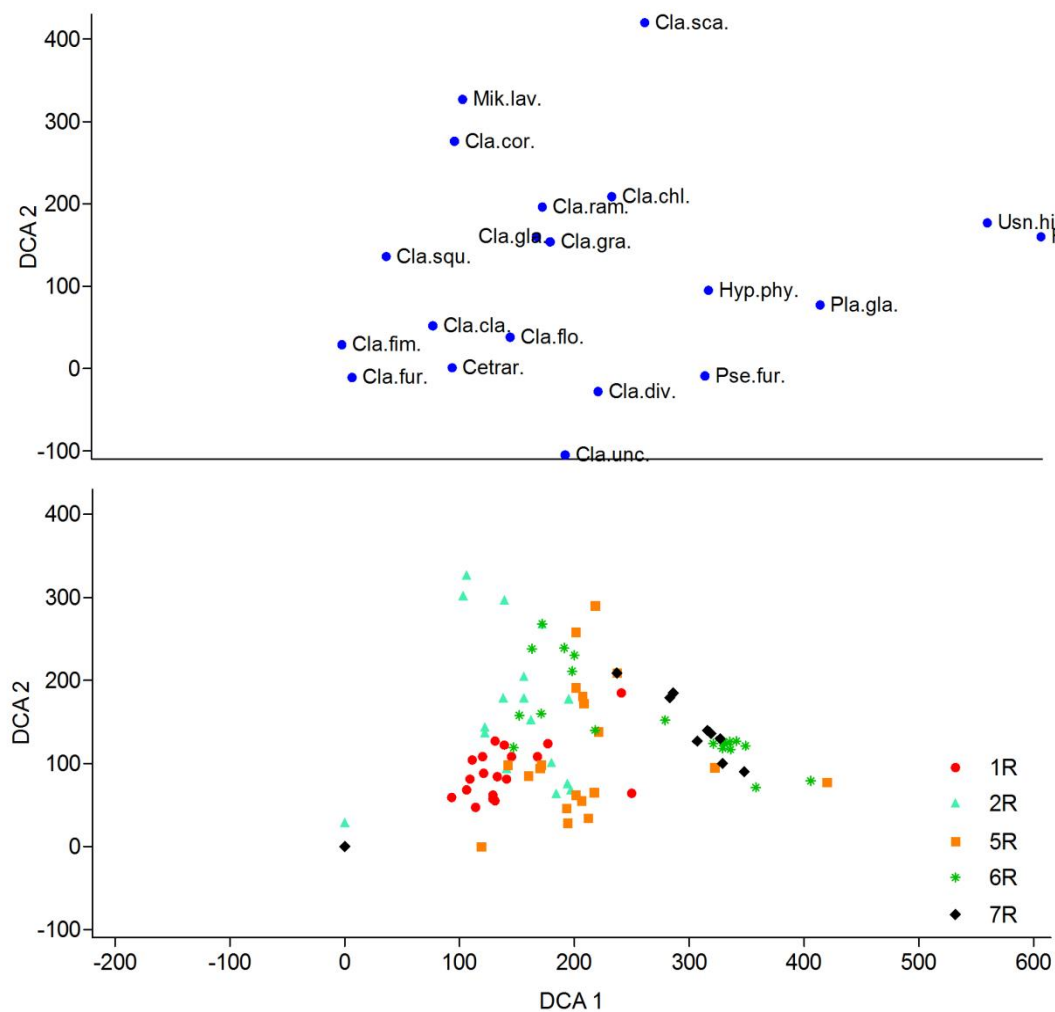
Figur 1. DCA-ordination for lokaliteterne undersøgt i 2014 på baggrund af artsmatricen for karplanter.

Mosser:



Figur 2. DCA-ordination for lokaliteterne undersøgt i 2014 på baggrund af artsmatricen for mosser.

Laver:

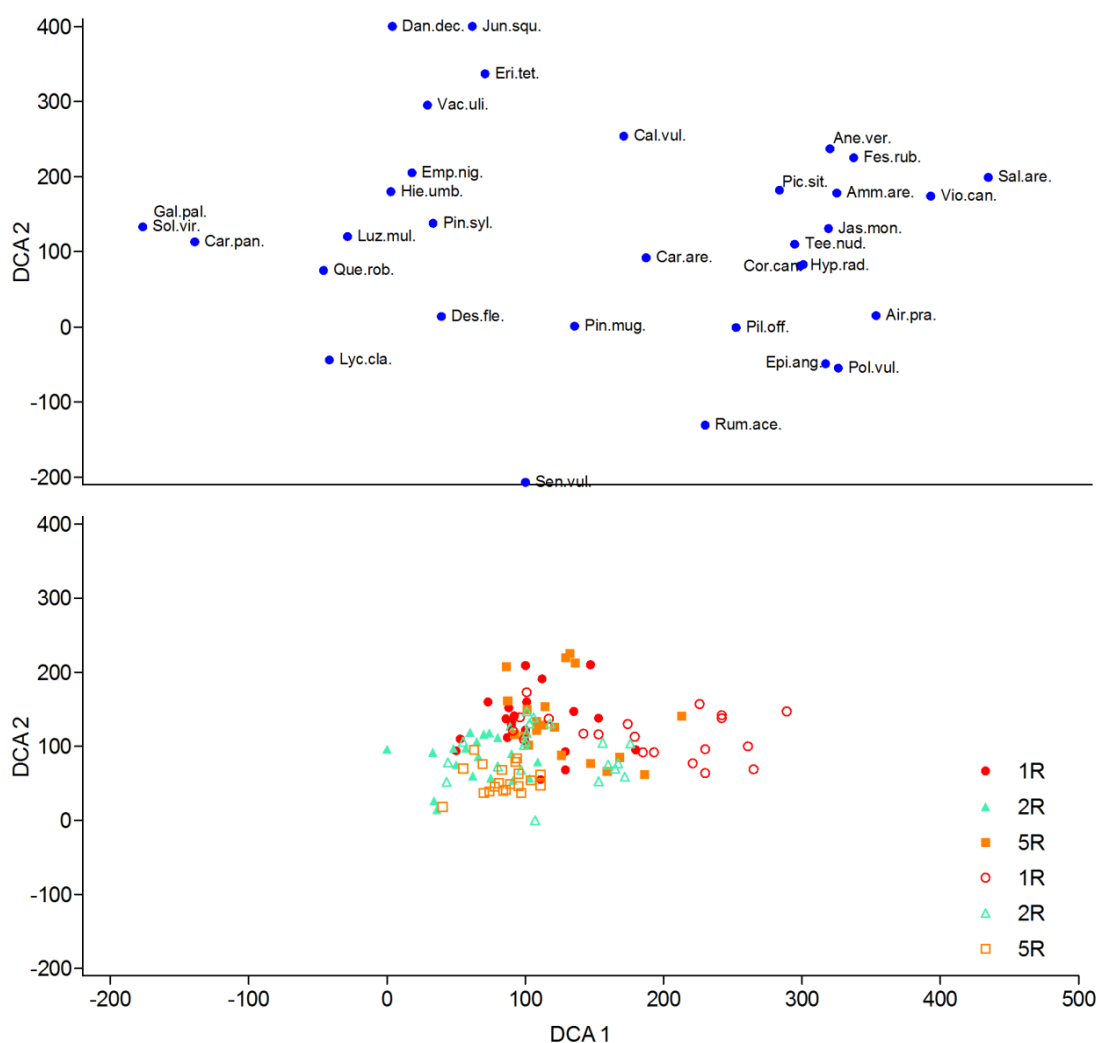


Figur 3. DCA-ordination for lokaliteterne undersøgt i 2014 på baggrund af artsmatricen for laver.

Bilag 9: DCA-ordination for ændring i lokaliteterne fra 2001 til 2014

Nedenstående ses DCA-ordinationer for ændringer på lokalitet, 1R, 2R og 5R fra 2001 til 2014 på baggrund af artsmatricerne inddelt i karplanter, mosser og laver. Øverst i hver figur ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved individuelle symboler/farver for hver lokalitet (n=20 pr. lokalitet). Lokaliteter fra 2014 har farvefyldte symboler og lokaliteter fra 2001 har farvet kontur.

Karplanter:



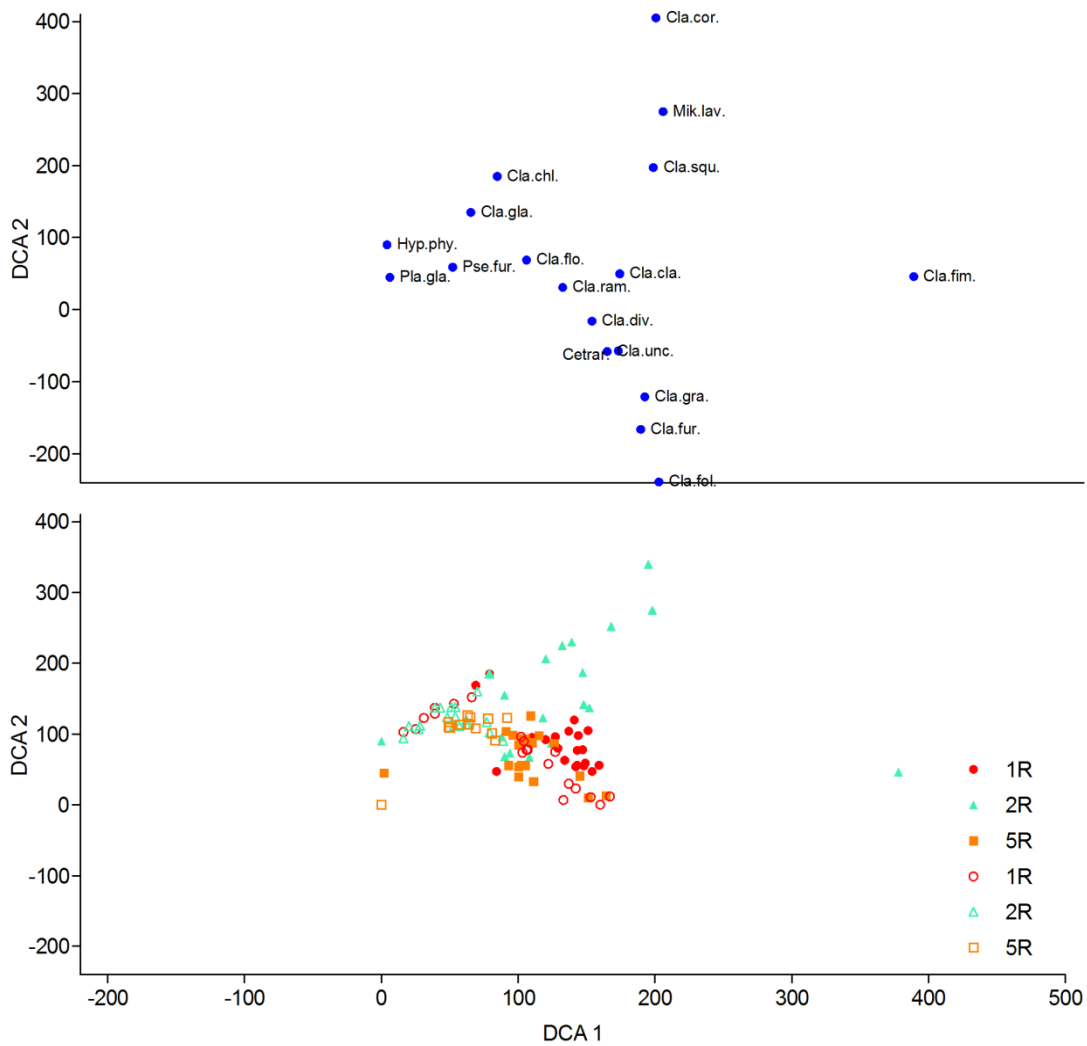
Figur 22. DCA-ordination for lokalitet 1R, 2R og 5R undersøgt i 2014 (fyldte) og 2001 (kontur) på baggrund af artsmatricen for karplanter.

Mosser:



Figur 23. DCA-ordination for lokalitet 1R, 2R og 5R undersøgt i 2014 (fyldte) og 2001 (kontur) på baggrund af artsmatricen for mosser.

Laver:

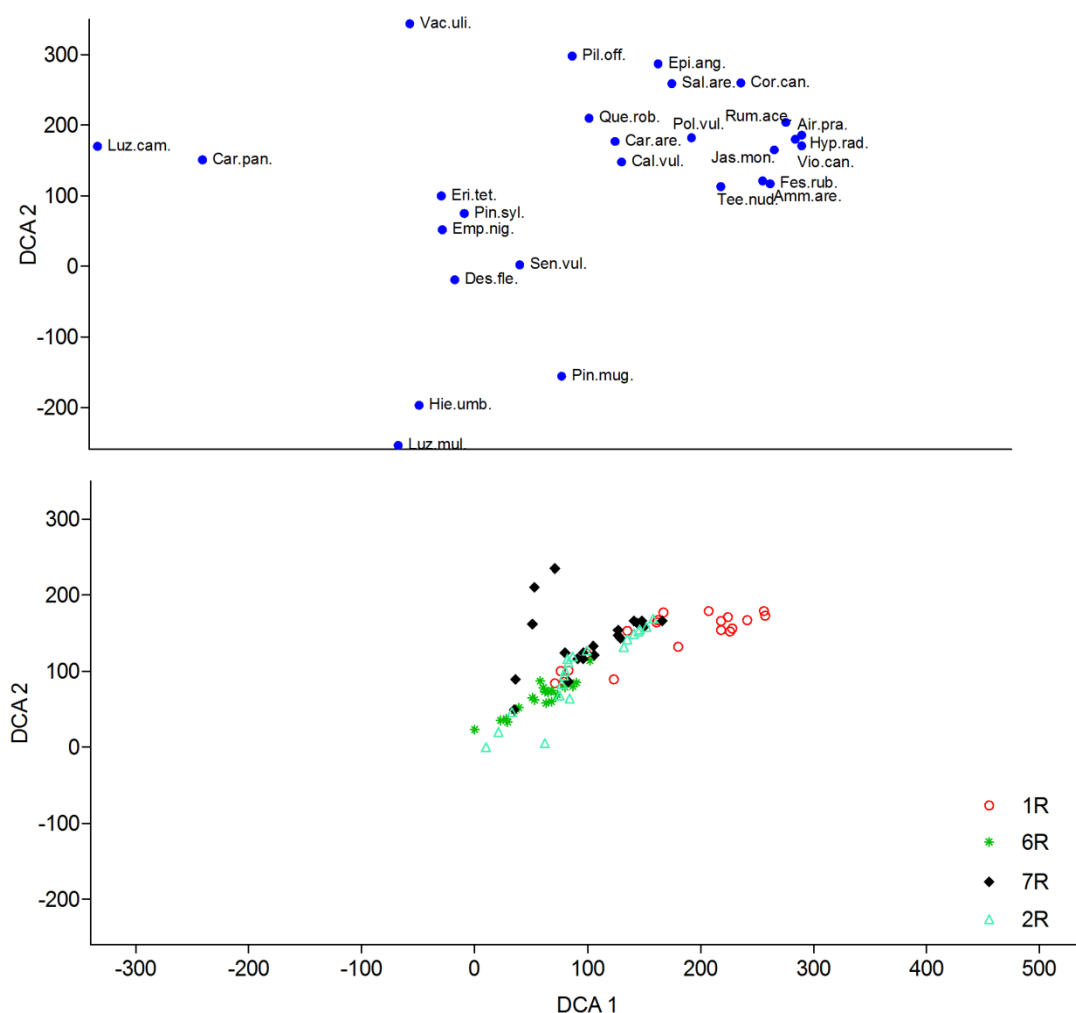


Figur 24. DCA-ordination for lokalitet 1R, 2R og 5R undersøgt i 2014 (fyldte) og 2001 (kontur) på baggrund af artsmatricen for laver.

Bilag 10: DCA-ordination for lokaliteter samme rydningsalder og forskellig afstand til havet

Nedenstående ses DCA-ordinationer for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellige afstand til havet. Ordinationerne er udført på baggrund af artsmatricerne fra 2001 og 2014 inddelt i karplanter, mosser og laver. På lokalitet 1R (2001) og 6R (2014) er rydningen på undersøgelsestidspunkterne foretaget for hhv. 10 og 12 år siden. På lokalitet 7R (2014) og 2R (2001) er rydningen på undersøgelsestidspunkterne foretaget for 4 år siden. Øverst i hver figur ses arternes gruppering i ordinationen og nederst plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved individuelle symboler/farver for hver lokalitet (n=20 pr. lokalitet). Lokaliteter fra 2014 har farvefyldte symboler og lokaliteter fra 2001 har udelukkende farvet kontur.

Karplanter:



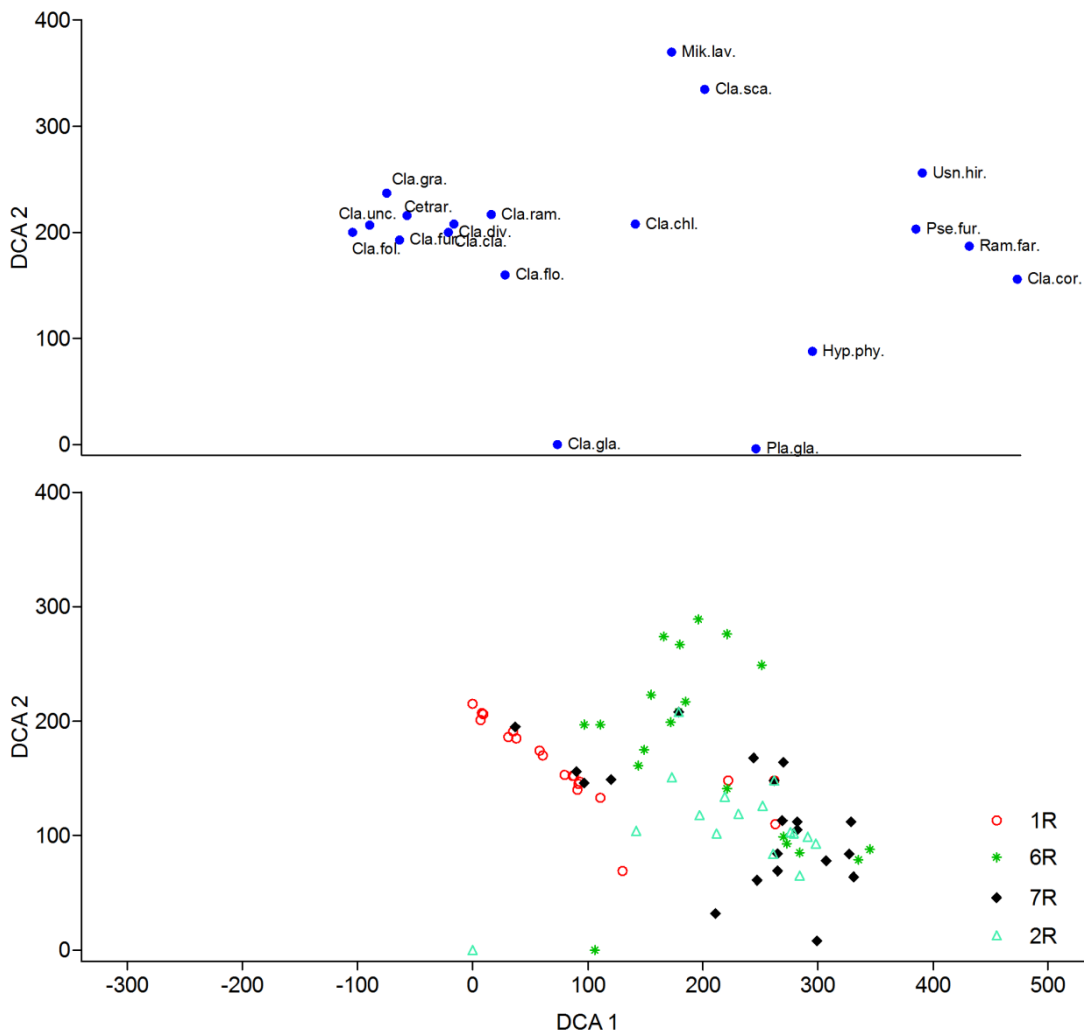
Figur 1. DCA-ordination på baggrund af artsmatrice for karplanter for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand fra havet.

Mosser:



Figur 2. DCA-ordination på baggrund af artsmatrice for mosser for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand fra havet.

Laver:



Figur 3. DCA-ordination på baggrund af artsmatrice for laver for to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand fra havet.

Bilag 11: TWINSpan og Clusteranalyse

Uddrag fra TWINSpan

Udført i PC-ORD v6.0 (McCune & Mefford, 2011) på baggrund af artsmatrice fra 2014.

```
Number of samples:    100
Number of species:    54
Length of raw data array:    2618 non-zero items
```

SPECIES NAMES

1 Amm.are		2 Ane.ver.		3 Cal.vul		4 Car.are		5 Car.pan
6 Cor.can		7 Dan.dec.		8 Des.fle		9 Emp.nig		10 Epi.ang
11 Eri.tet		12 Gal.pal.		13 Hyp.rad		14 Jas.mon		15 Jun.squ
16 Luz.cam.		17 Pic.sit		18 Pil.off.		19 Pol.vul		20 Que.rob
21 Sal.are		22 Sol.vir.		23 Vac.uli		24 Vio.can		25 Cam.int
26 Dic.sco		27 Gym.inf		28 Hyp.c/j		29 Lop.bid		30 Ple.sch
31 Pol.for		32 Scl.pur		33 Pti.cil		34 Spa.fim		35 Cetrar
36 Cla.c/m		37 Cla.cla		38 Cla.cor		39 Cla.div		40 Cla.fim
41 Cla.f/m		42 Cla.fur		43 Cla.gla		44 Cla.gra		45 Cla.ram
46 Cla.sca		47 Cla.squ		48 Cla.unc		49 Hyp.phy		50 Pla.gla
51 Pse.fur		52 Ram.far		53 Usn.hir		54 Mik.lav		

SAMPLE NAMES

1 1R14-01		2 1R14-02		3 1R14-03		4 1R14-04		5 1R14-05
6 1R14-06		7 1R14-07		8 1R14-08		9 1R14-09		10 1R14-10
11 1R14-11		12 1R14-12		13 1R14-13		14 1R14-14		15 1R14-15
16 1R14-16		17 1R14-17		18 1R14-18		19 1R14-19		20 1R14-20
21 2R14-01		22 2R14-02		23 2R14-03		24 2R14-04		25 2R14-05
26 2R14-06		27 2R14-07		28 2R14-08		29 2R14-09		30 2R14-10
31 2R14-11		32 2R14-12		33 2R14-13		34 2R14-14		35 2R14-15
36 2R14-16		37 2R14-17		38 2R14-18		39 2R14-19		40 2R14-20
41 5R14-01		42 5R14-02		43 5R14-03		44 5R14-04		45 5R14-05
46 5R14-06		47 5R14-07		48 5R14-08		49 5R14-09		50 5R14-10
51 5R14-11		52 5R14-12		53 5R14-13		54 5R14-14		55 5R14-15
56 5R14-16		57 5R14-17		58 5R14-18		59 5R14-19		60 5R14-20
61 6R14-01		62 6R14-02		63 6R14-03		64 6R14-04		65 6R14-05
66 6R14-06		67 6R14-07		68 6R14-08		69 6R14-09		70 6R14-10
71 6R14-11		72 6R14-12		73 6R14-13		74 6R14-14		75 6R14-15
76 6R14-16		77 6R14-17		78 6R14-18		79 6R14-19		80 6R14-20
81 7R14-01		82 7R14-02		83 7R14-03		84 7R14-04		85 7R14-05
86 7R14-06		87 7R14-07		88 7R14-08		89 7R14-09		90 7R14-10
91 7R14-11		92 7R14-12		93 7R14-13		94 7R14-14		95 7R14-15
96 7R14-16		97 7R14-17		98 7R14-18		99 7R14-19		100 7R14-20

Cut levels:

0.0000 5.0000 10.0000 15.0000 25.0000

Options:

```
Minimum group size for division = 20
Maximum number of indicators per division = 5
Maximum number of species in final table = 200
Maximum level of divisions = 4
```

TWINSPAN		1	
5	Car.pan	-----2-1-----1-----1-----1-----	00
10	Epi.ang	---1-1-----	00
12	Gal.pal	-----1-----	00
16	Luz.cam	-----1-----	00
19	Pol.vul	1-2---2---1-1-21-----1-----1-----1-----	00
20	Que.rob	---1-1-----1-----	00
21	Sal.are	---1-4-----1-1-----4-----	00
22	Sol.vir	-----4-----	00
28	Hyp.cup	5345535344453445-24332244454445455444254444211-4254342213243434344554515331--1-----1--	00
29	Lop.bid	--1---1-213--1-----1-112-2-12--141-----1-----	00
30	Ple.sch	211-51222132551113424234434454452234443441343552444342445444413---1-1-1--3--1-1--1-----11	00
31	Pol.for	-----1-----	00
32	Sci.pur	1521-542111223-11--42332234113-14--335223232---1-----211---2-1-----	00
46	Cla.sca	-----12-11-----1-----32111-----1-----	00
52	Ram.far	---11-----	00
53	Usn.hir	-----1-----	00
4	Car.are	5555555255542545552455455524114244--5515234241523255442423235544451455342345551455415445554545	01
8	Des.fle	---52511--2-11-2134444222555555555555454215555455544555513534355452455555433-24-355445255	01
9	Emp.nig	312141415144525145555544354131433514-1445-4415541425544244434434533554254445454--1-353-525324-1141	01
18	Pil.off	---1-1-----1-----	01
23	Vac.uli	---1-4--1-1-5-----21--115-----3-----1-----11-2221---1--	01
26	Dic.sco	2113521212133232211-12-332231122222213-111223241445444442335445545444244452434341254-154-----555	01
36	Cla.chl	41222121-144-343-----111-----1-111--1-11522244143123442125212-124222-31--121-21112112224--44	01
38	Cla.cor	-----1-----1-----12122-----4-1-----	01
49	Hyp.phy	4432421411343335--1-1-11-----1-----12--22---1111--1-1-2421111211-1111221-111122-13-124111-45	01

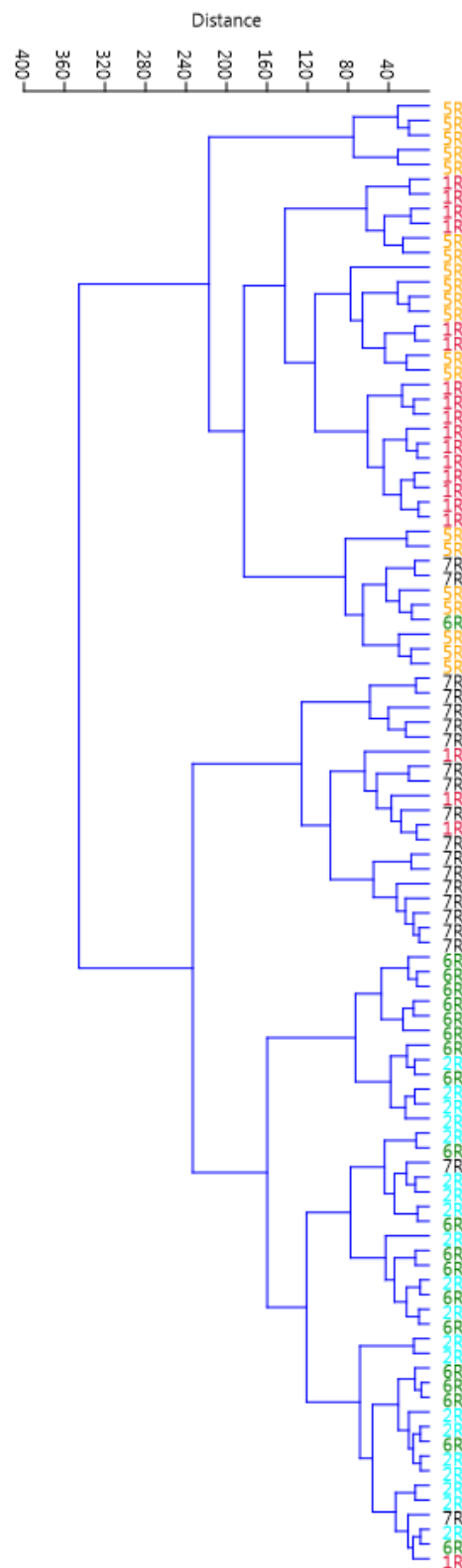
Fortsættes på næste side

Fortsat fra forrige side

[illegible]

Dendrogram af cluster-analyse

Udført i PAST, 3.06 (Hammer & Ryan, 2001) på baggrund af artsmatrice fra 2014.



Bilag 12: Foto af jordprofiler

Nedenstående afbildning viser jordprofiler for de undersøgte lokaliteter i 2014. Tabellen ved hvert billede beskriver tykkelsen af de registrerede horisonter. I tabellerne ses yderligere grundvandsdybden, hvor grundvandet forekommer i <50 cm dybde. Alle mål er i cm.



1R	
O	3
A/E	7
B ₁	15
B ₂	15
C	10

Figur 1. Lokalitet 1R, Stenbjerg.
Lokaliteten er ryddet i 1992.



2R	
O	6
A/E	4
B ₁	9
B ₂	26
C	-
Vand	45

Figur 2. Lokalitet 2R, Stenbjerg.
Lokaliteten er ryddet i 1998.



5R	
O	5
A/E	5
B ₁	40
B ₂	-
C	-

Figur 3. Lokalitet 5R, Tved.
Lokaliteten er ryddet i 1994.



6R	
O	7
A/E	5
B ₁	14
B ₂	22
C	-
Vand	48

Figur 4. Lokalitet 6R, Stenbjerg.
Lokaliteten er ryddet i 2003.



7R	
O	10
A/E	3
B ₁	9
B ₂	28
C	-

Figur 5. Lokalitet 7R, Tvorup. Lokaliteten er ryddet i 2011.

Bilag 13: Signifikant forskel mellem lokaliteternes miljøparametre

Tabel 1. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for miljøparametre på lokaliteterne 2014. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved ANOVA. For hver af lokaliteternes parametre angives hvilke lokaliteter denne er signifikant forskellig fra (angivet i parentes under middelværdien). Signifikante forskelle er parvist testet med Tukey's pairwise-test. For alle datasæt er $n = 6$ pr. lokalitet, dækningsgrad er dog $n = 20$ pr. lokalitet. Signifikante forskelle er angivet ved $p < 0,05$.

Miljøparametre					
Lokalitet	1R	2R	5R	6R	7R
Ryddet, år	1992	1998	1994	2003	2011
Organisk stof (kg/cm^2)	4,9 $\pm$ 2,0 (2R, 6R)	9,3 $\pm$ 1,6 (1R)	7,4 $\pm$ 3,2 (-)	9,8 $\pm$ 1,7 (1R)	8,4 $\pm$ 2,5 (-)
Organisk lagtykkelse (cm)	5,0 $\pm$ 1,4 (7R)	6,8 $\pm$ 1,3 (-)	6,5 $\pm$ 1,9 (-)	7,3 $\pm$ 1,2 (-)	8,5 $\pm$ 1,5 (1R)
Veg. dækningsgrad (%) ¹	98,9 $\pm$ 2,0 (5R, 7R)	99,5 $\pm$ 1,0 (5R, 6R, 7R)	85,1 $\pm$ 24,1 (1R, 2R)	97,4 $\pm$ 2,5 (2R, 7R)	84,0 $\pm$ 13,9 (1R, 2R, 6R)
Glødetab (%)					
Organisk lag	32,1 $\pm$ 7,4 (2R, 6R)	63,3 $\pm$ 11,3 (1R, 5R, 7R)	32,6 $\pm$ 4,9 (2R, 6R)	59,0 $\pm$ 16,5 (1R, 5R)	41,4 $\pm$ 12,8 (2R)
0-10 cm lag	0,8 $\pm$ 0,2 (2R, 7R)	1,8 $\pm$ 0,8 (1R, 5R)	0,8 $\pm$ 0,1 (2R, 7R)	1,2 $\pm$ 0,4 (-)	2,0 $\pm$ 0,7 (1R, 5R)
10-20 cm lag	0,4 $\pm$ 0,1 (7R)	0,5 $\pm$ 0,1 (7R)	0,6 $\pm$ 0,2 (-)	0,5 $\pm$ 0,1 (-)	0,8 $\pm$ 0,3 (1R, 2R)
Konduktivitet ($\mu\text{S}/\text{cm}$)					
Organisk lag	82,7 $\pm$ 26,6 (7R)	98,8 $\pm$ 28,6 (7R)	73,4 $\pm$ 12,2 (7R)	93,0 $\pm$ 9,3 (7R)	155,6 $\pm$ 29,7 (Alle)
0-10 cm lag	13,6 $\pm$ 3,9 (7R)	22,8 $\pm$ 7,6 (5R, 7R)	12,4 $\pm$ 0,8 (2R, 6R, 7R)	22,4 $\pm$ 7,2 (5R, 7R)	33,1 $\pm$ 5,3 (Alle)
10-20 cm lag	9,9 $\pm$ 1,7 (6R, 7R)	14,1 $\pm$ 3,6 (5R, 7R)	9,0 $\pm$ 0,8 (2R, 6R, 7R)	16,1 $\pm$ 2,9 (1R, 5R)	21,1 $\pm$ 4,4 (1R, 2R, 5R)
pH					
Organisk lag	4,3 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	4,1 $\pm$ 0,1	4,3 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,2
0-10 cm lag	5,1 $\pm$ 0,1 (2R, 6R, 7R)	4,8 $\pm$ 0,2 (1R)	4,9 $\pm$ 0,2 (-)	4,8 $\pm$ 0,1 (1R)	4,8 $\pm$ 0,1 (1R)
10-20 cm lag ²	5,2 $\pm$ 0,2 (-)	5,2 $\pm$ 0,1 (-)	5,2 $\pm$ 0,2 (-)	5,2 $\pm$ 0,2 (-)	5,0 $\pm$ 0,2 (-)
Ammonium-koncentration (mg/kg frisk jord)					
Organisk lag	8,6 $\pm$ 1,5	24,2 $\pm$ 17,4	16,9 $\pm$ 8,2	27,4 $\pm$ 19,5	22,0 $\pm$ 11,2
0-10 cm lag	8,5 $\pm$ 0,4	7,2 $\pm$ 2,7	8,9 $\pm$ 1,2	9,2 $\pm$ 0,7	9,7 $\pm$ 1,2
10-20 cm lag	8,4 $\pm$ 0,4	6,5 $\pm$ 3,4	8,5 $\pm$ 0,8	8,8 $\pm$ 0,5	9,1 $\pm$ 0,7
Nitrat-koncentration (mg/kg frisk jord)					
Organisk lag ¹	2,0 $\pm$ 2,4	2,9 $\pm$ 2,7	1,2 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 1,7	2,0 $\pm$ 1,0
0-10 cm lag ¹⁺²	0,8 $\pm$ 0,2 (-)	1,3 $\pm$ 0,6 (-)	0,7 $\pm$ 0,3 (-)	1,1 $\pm$ 0,3 (-)	1,2 $\pm$ 0,2 (-)
10-20 cm lag ¹⁺²	0,7 $\pm$ 0,0 (-)	1,5 $\pm$ 0,9 (-)	0,6 $\pm$ 0,1 (-)	0,9 $\pm$ 0,1 (-)	1,1 $\pm$ 0,1 (-)

1. Data ikke normalfordelt; Kruskal-Wallis analyse ($p < 0,05$) og parvist Bonferroni korregeret Mann-Whitney-test ($p < 0,05$) anvendt.

2. Analysen af variansen giver anledning til signifikant forskel, men den efterfølgende post hoc test viser ingen signifikante forskelle mellem lokaliteterne.

Tabel 2. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for miljøparametre fra 2014 og 2001 i samme lokaliteter. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved t-test. For datasæt fra 2014 er $n=6$ pr. lokalitet og for datasæt fra 2001 er $n=4$ pr. lokalitet, for dækningsgraden er $n=20$ pr. lokalitet for alle datasæt. Signifikante forskelle er angivet ved $p<0,05$.

Miljøparametre						
Lokalitet	1R	1R	2R	2R	5R	5R
År for undersøgelse	2014	2001	2014	2001	2014	2001
Antal år mellem undersøgelser: 13 år						
Organisk stof (kg/m^2)	4,9 $\pm$ 2,0	5,7 $\pm$ 2,4	9,3 $\pm$ 1,6	10,5 $\pm$ 3,3	7,4 $\pm$ 3,2	5,0 $\pm$ 1,4
Organisk lag tykkelse (cm)	5,0 $\pm$ 1,4	6,5 $\pm$ 1,9	6,8 $\pm$ 1,3	8,3 $\pm$ 0,2	6,5 $\pm$ 1,9	4,0 $\pm$ 0,8
Veg. dækningsgrad (%) ¹	98,9 $\pm$ 2,0	99,0 $\pm$ 2,6	99,5 $\pm$ 1,0	83,5 $\pm$ 23,6	85,1 $\pm$ 24,1	99,1 $\pm$ 2,2
Glødetab (%)						
Organisk lag	32,1 $\pm$ 7,4	27,1 $\pm$ 12,7	63,3 $\pm$ 11,3	48,0 $\pm$ 10,7	32,6 $\pm$ 4,9	36,3 $\pm$ 13,2
0-10 cm lag	0,8 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,8	1,1 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,2
10-20 cm lag	0,4 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1
pH						
Organisk lag	4,3 $\pm$ 0,2	4,7 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,1	4,6 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,2
0-10 cm lag	5,1 $\pm$ 0,1	5,1 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,2	5,2 $\pm$ 0,2	4,9 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,1
10-20 cm lag	5,2 $\pm$ 0,2	5,3 $\pm$ 0,2	5,2 $\pm$ 0,1	5,2 $\pm$ 0,1	5,2 $\pm$ 0,2	5,4 $\pm$ 0,2

1. Data ikke normalfordelt; Mann-Whitney-test ($p<0,05$) anvendt.

Tabel 3. Middelværdi med standardafvigelse ($\pm$) for miljøparametre fra to par lokaliteter med samme alder efter rydning og forskellig afstand til havet. Farvede rækker indikerer signifikant forskel ved t-test. For datasæt fra 2014 er $n=6$ pr. lokalitet og for datasæt fra 2001 er $n=4$ pr. lokalitet, for dækningsgraden er $n=20$ pr. lokalitet for alle datasæt. Signifikante forskelle er angivet ved $p<0,05$.

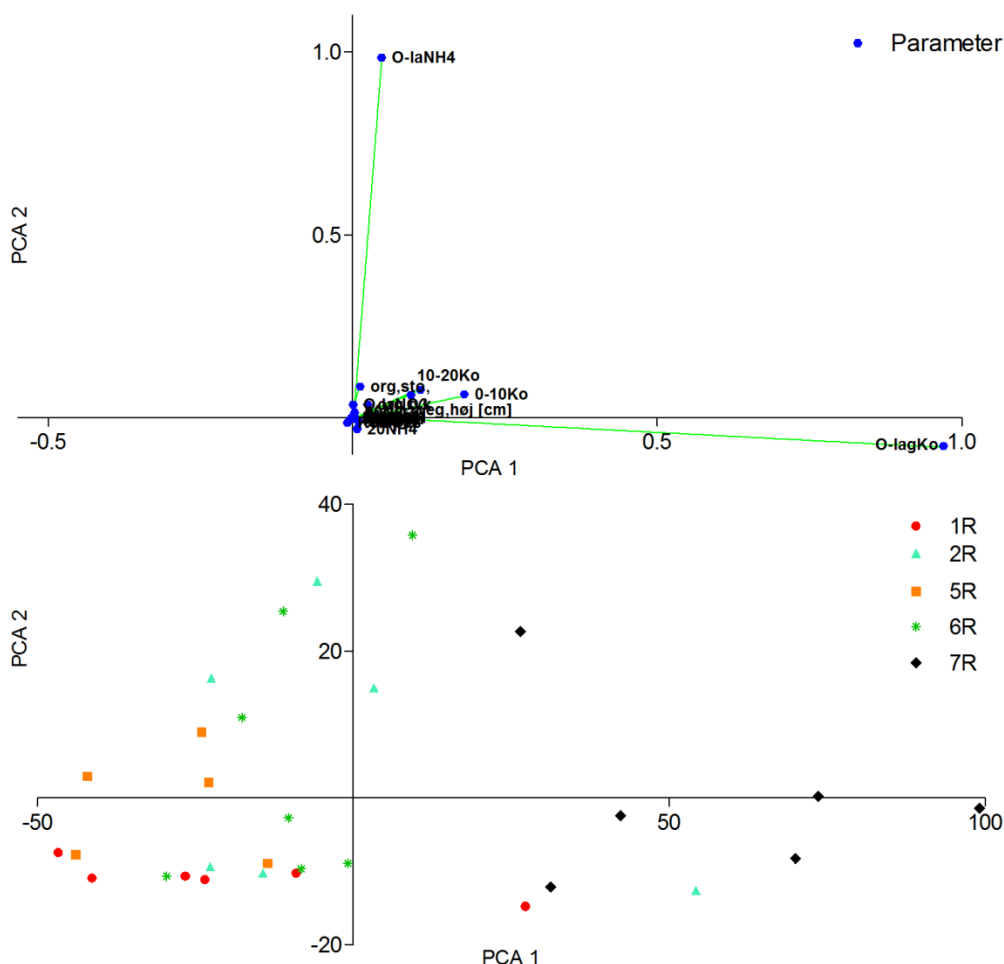
Miljøparametre				
Lokalitet	1R	6R	7R	2R
År for undersøgelse	2001	2014	2014	2001
År efter rydning	10	12	4	4
Afstand til hav (km)	1,2	1,7	0,6	1,7
Organisk stof (kg/m^2)	5,7 $\pm$ 2,4	9,8 $\pm$ 1,7	8,4 $\pm$ 2,5	10,5 $\pm$ 3,3
Organisk lag tykkelse (cm)	6,5 $\pm$ 1,9	7,3 $\pm$ 1,2	8,5 $\pm$ 1,5	8,3 $\pm$ 0,2
Veg. dækningsgrad (%) ¹	99,0 $\pm$ 2,6	97,4 $\pm$ 2,5	84,0 $\pm$ 13,9	83,5 $\pm$ 23,6
Glødetab (%)				
Organisk lag	27,1 $\pm$ 12,7	59,0 $\pm$ 16,5	41,35 $\pm$ 12,8	48,0 $\pm$ 10,7
0-10 cm lag	0,7 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,7 $\pm$	1,1 $\pm$ 0,4
10-20 cm lag	0,5 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,3	0,6 $\pm$ 0,1
pH				
Organisk lag	4,7 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,2	4,6 $\pm$ 0,2
0-10 cm lag	5,1 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,1	4,8 $\pm$ 0,1	5,2 $\pm$ 0,2
10-20 cm lag	5,3 $\pm$ 0,2	5,2 $\pm$ 0,2	5,0 $\pm$ 0,2	5,2 $\pm$ 0,1

1. Data ikke normalfordelt; Mann-Whitney-test ($p<0,05$) anvendt.

Bilag 14: PCA-ordination af lokaliteterne på baggrund af miljøparametre

Nedenstående figur viser en PCA-ordination for lokaliteterne på baggrund af miljøparametrene i undersøgelsen i 2014. Der ses, at plottene fra lokalitet 7R trækker i samme retning som konduktiviteten. Plottene fra lokalitet 1R og 5R er samlet modsat plottene fra lokalitet 7R. Plottene fra lokalitet 2R og 6R ligger spredt mellem plottene fra de øvrige lokaliteter. Fjernes de overordnede styrende parametre (ammoniumkoncentrationen og konduktiviteten i det organiske lag), der trækker markant i en retning, ændres placeringen for plottene ikke anseeligt, grupperingen af plottene bibeholdes og nye styrende parametre trækker markant i en retning.

PCA-ordinationen er udført i PAST v.3.06 (Hammer & Ryan, 2001).



Figur 1. PCA-ordination af lokaliteterne i forhold til miljøparametrene. Øverst ses miljøparametrenes gruppering i ordinationen og nederst ses plottenes gruppering i ordinationen. Lokaliteterne er repræsenteret ved separate symboler/farver (n= 6 pr. lokalitet).