



AARHUS
UNIVERSITET

Cand.scient. speciale

Undersøgelser af en 3-årig vegetations- udvikling på hede under naturpleje med samgræsning

Frederikke Nørbæk

Anders Sanchez Barfod



Institut for Biologi
Sektion for Økoinformatik og biodiversitet
Aarhus Universitet
Juni 2024

Titel: Undersøgelser af en 3-årig vegetationsudvikling på hede under naturpleje med samgræsning

Title: Studies of a three-year vegetation development on heathland under management with multi-species grazing

Erhvervsспециале i samarbejde med Naturstyrelsen Trekantsområdet

60 ECTS

Frederikke Nørbæk

Studie nr.: 201908041

Institut for biologi, Aarhus Universitet

Sektion for Økoinformatik og biodiversitet

Aflevering: 15. juni 2024

Forsvar: 28. juni 2024

Intern vejleder:

Anders Sanchez Barfod

Institut for biologi, Aarhus Universitet

Sektion for Økoinformatik og biodiversitet

Ekstern vejleder:

Marc Hammer Holck

Naturstyrelsen Trekantsområdet

Indhold

Abstract	5
Resumé	6
1. Introduktion	7
1.1 Biodiversitetskrisen i relation til arealanvendelse.....	7
1.1.2 Økologisk genopretning	8
1.2 Forskellige naturplejebehov og -metoder i Danmark.....	8
1.2.1 Græsning som naturpleje	10
1.2.2 Geden som græsningsdyr.....	11
1.3 Den forvaltningsmæssige baggrund for Kilderne	12
1.4 Formål og hypoteser	13
2. Metode	14
2.1 Undersøgelsesområde	14
2.1.1 Dyr og græsningsforvaltning.....	16
2.2 Eksperimentelt design.....	17
2.2.1 Vegetationsundersøgelser	19
2.3 Overvågning af lysåbne naturtyper i NOVANA	20
2.4 Statistiske analyser.....	21
3. Resultater	22
3.1 NOVANA: Overdrev- og hedearealer i Kilderne.....	22
3.1.1 Hovedtræk og generelle mønstre	22
3.1.2 Diversitetsindeks	26
3.2 Undersøgelsesområde	26
3.2.1 Arts-areal analyse	27
3.2.2 Hovedtræk og generelle mønstre	28
3.2.3 Dominansforhold.....	31
3.2.4 Strukturdata og vegetationshøjde	33
3.2.5 Diversitetsindeks	35

4. Diskussion	36
4.1 NOVANA: Overdrev- og hedearealer i Kilderne.....	37
4.2 Vegetationsdynamik.....	38
4.2.1 Artsdiversitet.....	40
4.3 Fødevalg og græsningsadfærd hos kvæg, heste og geder	42
4.3.1 Vegetationens foderkvalitet	44
4.4 Forvaltningsstrategier	45
4.4.1 Vigtigheden af overgangszoner	46
4.4.2 Helårsgræsning med flere græsningsdyr	46
4.4.3 Regulering af græsningstryk.....	47
4.4.4 Manuel rydning inden græsningsregime	48
4.5 Projektets begrænsninger	49
4.5.1 Begrænsninger ved NOVANA-programmet.....	49
4.6 Fremtidige studier	50
5. Konklusion	51
6. Litteraturliste	53
7. Appendiks	65
Bilag 1: Bidrag til specialrapporten og aktiviteter hos Naturstyrelsen Trekantsområdet.....	65
Bilag 2: Tekstudkast til fagtidsskriftet Vand og Jord	66
Bilag 3: Samlet artsliste for NOVANA prøvestationer i Kilderne 2021-23	71
Bilag 4: Samlede artslister for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023	74

Abstract

Many open habitat types are characterized by having high species richness and a large proportion of rare and endangered species. Today, encroachment with tall herbs and woody plants are one of the primary threats towards open habitats. Nature management with grazing can be an effective method to counteract encroachment and restore these ecosystems. This thesis aims to investigate the effects of grazing on four permanent test plots in an area dominated by heathland vegetation at Kilderne northwest of Tørring. The four test plots were studied in 2020 by a previous master's student in connection with the establishment of multi-species grazing with cattle, horses, and goats. Data collection followed the technical guidelines for habitat monitoring published by Aarhus University. This included measures of vegetation height, registration of plant species in a pinpoint-frame and test plot, and registration of vegetation structures. The results showed that grazing had reduced encroachment and had a positive effect on plant species diversity in the area. The differences between the test plots had largened in the period since last data collection in 2020. There was still considerable encroachment in the study area which led to the development of potential future management strategies presented in this report. The strategies include differences in grazing type, grazing pressure, and grazing continuity, which can contribute to the achievement of a more dynamic and diverse nature in the area.

Resumé

Mange lysåbne naturtyper er karakteriseret ved stor artsrigdom og et stort antal af sjældne og truede arter. I dag er tilgroning med høje urter og vedplanter en af de primære trusler mod lysåben natur. Naturpleje gennem afgræsning kan være en effektiv metode til at modvirke tilgroning samt genoprette og bevare disse økosystemer. Dette erhvervsspeciale har til formål at undersøge effekten af græsning på fire permanente prøvefelter i et område domineret af hedevegetation ved Kilderne nordvest for Tørring. De fire prøvefelter blev undersøgt i 2020 af en tidligere specialestuderende i forbindelse med etablering af græsning med kvæg, heste og geder. Prøveindsamling fulgte den tekniske anvisning for naturtypeovervågning udgivet af Aarhus Universitet som indebar registrering af vegetationshøjde, artsregistreringer i pinpoint-ramme og prøvefelt samt dækningsgrader. Resultaterne viste, at afgræsning havde reduceret tilgroning på arealerne og haft en positiv effekt på artsdiversiteten. Forskellene mellem prøvefelterne var blevet uddybet i løbet af perioden siden tidligere dataindsamling i 2020. Der var stadig problemer med opvækst på arealerne, hvilket ledte til udarbejdelsen af en række mulige forvaltningsstrategier fremlagt i denne rapport. Strategierne indebærer forskelle i græsningstype, græsningstryk og græsningskontinuitet, som kan bidrage til at opnå en mere dynamisk og varieret natur i undersøgelsesområdet.

1. Introduktion

1.1 Biodiversitetskrisen i relation til arealanvendelse

Biodiversitet omfatter mangfoldigheden i livet på jorden og dækker over antallet af arter, deres genetiske variation samt arternes interaktion inden for komplekse økosystemer. Biodiversiteten understøtter økosystemers evne til at yde økosystemtjenester, der er vitale for Jordens befolkning. På global skala er biodiversiteten bestemt af balancen mellem artsdannelse og uddøen. På økosystemniveau er det balancen mellem nye artsinvasioner og den lokale uddøen der er bestemmende for antallet af arter. Biodiversitetens fordeling på Jordens overflade er i høj grad præget af globale og regionale mønstre. Vi befinder os i en global biodiversitetskrise som indebærer, at arter uddør med en hastighed der kan være op til 1000 gange højere end den naturlige baggrundsuddøen (Singh 2002).

Biodiversitetskrisen skyldes en række forskellige faktorer. De direkte faktorer, såsom ændringer i arealanvendelse, ressourceudnyttelse, forurening, klimaforandringer og invasive arter, skyldes i høj grad en række underliggende samfundsmæssige årsager. Disse årsager kan bl.a. være populationsdynamik, forbrugsmønstre, økonomi, teknologi eller politiske dagsordner, som igen er bestemt af sociale værdier og adfærdsmønstre. Ændringer i arealanvendelse udgør mere end 50 procent af den globale påvirkning på land, i ferskvand og i havene. Dette indebærer bl.a. omdannelse af skove, vådområder og andre naturlige habitater til landbrug og urbane miljøer (IPBES 2019). Bæredygtig fysisk planlægning er imidlertid også en væsentlig del af løsningen, ikke alene på biodiversitetskrisen men også på klimakrisen. Jordens overflade inddrages i stigende omfang til fødevarerproduktion, skovbrug, infrastruktur og rekreation. Samtidig skal naturen give diverse bidrag til samfundet såsom kulstofbinding, tilbageholdelse af vand, rensning af vand, opretholdelse af biodiversitet og meget andet (Ellis et al. 2019). Der indgås i disse år en lang række multilaterale globale aftaler som alle har til formål at sikre, at mennesket lever i balance med naturen. Det betyder, at der ikke forbruges flere ressourcer end Jorden kan nå at frembringe. Det gælder FN's Verdensmål, Paris-aftalen for klimaet (COP21) og Kunming-Montreal rammeaftalen for biodiversitet (COP 15). Arealanvendelse er en central problemstilling i alle disse aftaler, men også forbundet med stor kompleksitet. I mange af de internationale rapporter om biodiversitet og klimaets tilstand bliver det slået fast, at bæredygtige løsninger skal skabes i samarbejde på tværs af faglige eksperter og samfundets sektorer. I stedet for idealet om én standardiseret løsning skal man udvikle kontekstafhængige, adaptive løsninger (Meyfroidt et al. 2022).

I november 2023, blev der opnået enighed mellem Europa-Parlamentet og EU's ministerråd om en ny naturgenopretningslov inden for EU. Den nye lov om naturgenopretning udmønter dele af biodiversitetsstrategien for 2030 og skal hjælpe EU med at nå sine forpligtelser i henhold til Kunming-Montreal-planen, der blev indgået i 2022 ved en stor partskonference (COP15) i FN-regi. Målsætningen for lovforslaget er genopretning af mindst 20 procent af EU's land- og havområder inden 2030 og alle økosystemer, som har behov for naturgenopretning inden 2050. Loven skal hjælpe med at genoprette beskadigede økosystemer og omfatter en række af terrestriske, ferske- og kystnære økosystemer (Europa-Parlament, Pressetjenesten 2024).

1.1.2 Økologisk genopretning

Økologisk genopretning kan være et middel til at realisere målsætningerne i den nye naturgenopretningslov fra EU. Økologisk genopretning søger at genskabe økosystemer, der befinder sig i en ugunstig bevaringstilstand på grund af menneskelige aktiviteter såsom skovrydning, urbanisering, forurening, invasive arter og klimaforandringer. Målet er at gendanne de naturlige økologiske processer og fremme biodiversiteten, som er forudsætninger for selvforvaltende natur der kan tilpasse sig lokale og globale forandringer. Når man forsøger at genoprette et økosystem, sker det ud fra en passende referencemodel. Optimalt beskriver referencemodellen den tilstand det pågældende økosystem ville være i, hvis det var uden for direkte menneskelig indflydelse. Denne tilstand er ikke nødvendigvis den samme som den historiske tilstand uden menneskelig indflydelse. I referencemodellen tager man nemlig højde for økosystemets iboende kapacitet til at forandre sig når det omkringliggende miljø forandrer sig (Gann et al. 2019). Et fuldt genoprettet økosystem er selvforvaltende og resilient, hvilket betyder, at det er i stand til at gendanne sig selv når det bliver stresspåvirket op til en kritisk tærskel. Økosystemer som er styret af menneskeskabte faktorer kan genoprettes ved at reetablere de naturlige økologiske processer, som mangler. Når økosystemet er i stand til at opretholde sig selv uden indgreb er den økologiske genopretning fuldført (SER 2004). Økosystemer er imidlertid dynamiske og i nogen grad præget af tilfældigheder. Det betyder, at det kan være vanskeligt at forudsige det præcise resultat af et givent forvaltningstiltag (Defries og Nagendra 2017).

1.2 Forskellige naturplejebehov og -metoder i Danmark

Der er stigende forståelse for vigtigheden af naturlige økologiske processer når man ønsker at fremme selvforvaltende økosystemer. Det gælder ikke mindst i den lysåbne natur som er afhængig af naturpleje for at undgå tilgroning. Mange lysåbne naturtyper udgør successionsstadier, som vil gro til i buske og træer og til sidst skov, hvis de ikke bliver udsat for forstyrrelse. Traditionelle

naturplejemetoder såsom maskinel biomassehøst og intensiv sommergræsning kan være forbundet med store omkostninger og mange udfordringer i forhold til at beskytte biodiversiteten. Før menneskets indgriben i den danske natur er der foregået naturlige forstyrrelser i form af oversvømmelser, brand, stormfald og afgræsning med store planteædere (Fløjgaard et al. 2017).

Mange tørre lysåbne naturtyper er karakteriseret ved stor artsrigdom og et stort antal af sjældne og truede arter og habitattyper (Elias og Tischew 2016). Kontinuitet i tid og rum er af central betydning for bevarelse af de naturværdier, som er knyttet til de lysåbne naturtyper. I Danmark er det kun en meget lille del af de lysåbne arealer der har været i ekstensiv drift gennem længere tid uden påvirkning fra dræning, gødskning eller omlægning. Mange af arealerne er desuden små og ligger som isolerede fragmenter i landskabet. Dette indebærer, at grænsefladen mod dyrkede arealer er stor og de derved bliver særligt følsomme overfor især kvælstofpåvirkning. Den ringe størrelse og manglende rumlige kontinuitet betyder, at mange lysåbne arealer er mindre attraktive som græsnings- eller høslætareal (Buttenschøn 2007). I dag er tilgroning med høje urter og vedplanter som følge af græsningsophør en af de primære trusler mod tørre lysåbne naturtyper. Med tilgroningen forsvinder en række levesteder for varme- og lyskrævende dyr og planter (Fredshavn et al. 2019b).

Naturpleje gennem afgræsning kan være en effektiv metode til bevarelse og genopretning af lysåben natur. Naturpleje med husdyr er imidlertid under kraftig lovmæssig regulering, hvilket kan repræsentere en betydelig udfordring for husdyrholdere og naturforvaltere. Hvor udfordringerne viser sig for store bliver maskinel biomassehøst ofte brugt som alternativ. Dette kan dog kun i ringe grad erstatte effekten af græsning som naturplejemetode med alle dens positive sideeffekter. Desuden risikerer man ved maskinel biomassehøst at fjerne blomsterne fra arealerne hvorved nektar og pollenkilder til insekterne forsvinder (Fredshavn et al. 2019b). I nogle tilfælde kan biomassehøst dog være en nødvendighed på arealer hvor tilgroning har et sådant omfang, at dyrene ikke længere er i stand til at genskabe arealernes oprindelige, lysåbne karakter. På næringsstofbelastede arealer, såsom tidligere landbrugsjord, kan høslæt udføres over en årrække med henblik på at fjerne næringsstoffer fra arealerne (Fløjgaard et al. 2017). En anden ofte anvendt naturplejemetode til at modvirke tilgroning er kontrolleret afbrænding. Den kan reducere akkumuleret biomasse, understøtte sjældne eller truede arter, vedligeholde lysåbne arealer og modvirke invasive arter (Valkó et al. 2014). Brand er en naturlig proces i mange økosystemer som hjælper med at fastholde de lysåbne naturtyper. Den fungerer dog ofte bedst i samspil med græsning fra store pattedyr (Fløjgaard et al. 2017).

Heder udgør et fremtrædende eksempel på lysåben natur i Danmark, og deres bevarelse kræver nøje overvejelse af egnede naturplejemetoder. På åbne heder sker der ofte en tilgroning med høje

græsser og urter samt invasive vedplanter såsom *Pinus mugo*, *Prunus serotina* og *Rosa rugosa*. Heder udgør en mosaik af tilgroningsstadier efter vindbrud og aldersbetinget død af hedelyngen. Kun ved at fastholde de næringsfattige forhold sikrer man et sammenhængende lyngdække (Miljøstyrelsen 2021). Udenlandske studier har dokumenteret forsøg på at genoprette lyngvegetationen på græsdominerede hedearealer under anvendelse af en række forskellige metoder udover græsning. Disse omfatter bl.a. udsåning af frø fra *Calluna vulgaris*, herbicidbekæmpelse af uønskede græsarter såsom *Molinia caerulea*, afbrænding og afskrælning af det øverste jordlag (Diemont 1990; Marrs et al. 2004; Mitchell et al. 2008). Disse metoder kan imidlertid være svære at implementere i fjerntliggende områder, og på store sammenhængende arealer kan de føre til jorderosion og vindbrud. Man risikerer desuden at fjerne ønskede arter fra vegetationen (Mitchell et al. 2008). Mange af metoderne har været anvendt i Danmark af bl.a. Naturstyrelsen (Buttenschøn et al. 2005; Sørensen 2020). Erfaringerne viser at afskrælning (eller tørveskrælning) hvor man fjerner plantelaget og det øverste jordlag, er en effektiv måde at fremme lyngen på bekostning af de dominerende græsser. Afbrænding har ligeledes vist sig at være en effektiv måde at fjerne næringsstoffer på samtidigt med, at der etableres nye spiremuligheder for lyngen. Det har dog vist sig, at afbrænding ikke er en effektiv metode til bekæmpelse af *M. caerulea*, som skyder igen blot nogle få uger efter nedbrænding (Buttenschøn et al. 2005).

1.2.1 Græsning som naturpleje

Store planteædere betinger en mangfoldighed i levesteder og skaber føderessourcer for andre arter igennem deres bid, tramp og efterladenskaber i form af gødning og ådsler. I takt med at mennesket har inddraget det meste af landskabet til landbrug er de store planteædernes rolle imidlertid blevet begrænset. I dag er det naturpleje og ekstensiv landbrugsdrift der spiller den største rolle for at sikre biodiversiteten i områder udlagt til naturformål (Fløjgaard et al. 2018). I naturplejen erstatter husdyrene i høj grad de planteædere der ville forekomme naturligt i den danske natur og til hvilke floraen og faunaen er evolutionært tilpasset. De udsatte tamdyrs evne til at erstatte økosystemfunktionerne varierer dog i høj grad (Fløjgaard et al. 2017). En del af den afgræsning der foregår i dansk naturpleje, er ikke tilstrækkelig for at opretholde økosystemers bevaringstilstand. Driften er ikke skalerbar og skal derfor målrettes til et givent område for at kunne opretholde naturværdierne. Det kræver en nøje udtænkt græsningsstrategi som involverer flere typer af græsningsdyr og driftsformer, f.eks. samgræsning med forskellige dyrearter, helårsgræsning og specifikke græsningstryk, der er tilpasset pleje af særlige arter (Buttenschøn 2007). Det er afgørende at opretholde en balance i naturplejen for at undgå, at græsning bliver så snævert målrettet at det får karakter af havebrug og ikke selvforvaltende natur (Fløjgaard et al. 2017; Fløjgaard og Ejrnæs 2024).

Samgræsning er en metode inden for naturforvaltning, hvor flere forskellige dyrearter græsser sammen på et areal. I naturlige økosystemer vil mange forskellige dyrearter typisk forekomme sammen, hvorimod der i naturplejeprojekter ofte kun anvendes én type af græsningsdyr. Dette kan bl.a. skyldes øgede omkostninger i forbindelse med hegnskrav, eller usikkerhed omkring de additive effekter af mindre drøvtyggere som får og geder (Walker et al. 2006). Der kan være flere fordele ved samgræsning såsom øget bæreevne på arealerne grundet dyrenes forskelligartede præferencer for føde- og topografiske forhold. Konkurrencen om føderessourcer mellem forskellige arter af græsningsdyr er ofte mindre end konkurrencen indenfor en enkelt art (Walker 1994). Derfor er det med samgræsning muligt at opretholde et tilpas højt græsningstryk til effektivt at hæmme tilgroning af lysåbne naturtyper (Buttenschön 2007; Fløjgaard et al. 2017; Walker et al. 2006).

1.2.2 Geden som græsningsdyr

I naturplejen vil man ofte justere græsningstryk samt græsningens varighed og timing med henblik på at opnå et bestemt mål som f.eks. fjernelse af uønsket opvækst (Bailey et al. 2019; Marchetto et al. 2021). I både dansk og udenlandsk sammenhæng har bestemte græsningsdyr, som f.eks. geder, været brugt til at fjerne uønskede eller invasive vedplanter og øge diversiteten af levesteder (Goehring et al. 2010; Rathfon et al. 2014; Hyttel 2019; Hyttel 2020). Geder er topgræssere i modsætning til f.eks. kvæg og heste. Det indebærer, at de æder vegetation i deres egen skulderhøjde og opad. Geder foretrækker træer, buske og høje urter frem for græs, hvilket gør dem ideelle som kratryddere. De har et stærkt mundepithel, der gør, at de kan æde planter med torne samtidig med, at de har stærke tænder, kæber og tyggemusklere der gør, at de kan bide grene af træer og buske (Buttenschön 2007). I flere studier har man gjort brug af geder som et middel mod tilgroning med vedagtige planter som *Cytisus scoparius* og *Rubus idaeus*. Geder bliver ofte anbefalet som indsatsdyr indenfor en begrænset periode (Valderrábano og Torrano 2000; Álvarez-Martínez et al. 2013; Elias og Tischew 2016). Man har erfaret, at et højt græsningstryk tidligt i græsningssæsonen kan have en stor effekt på vedplanternes udbredelse (Elias og Tischew 2016). Desuden kan de have en overordnet effekt på de indbyrdes dominansforhold mellem vedplanterne, hvilket kan gavne den efterfølgende samgræsning med andre husdyr (Álvarez-Martínez et al. 2013). I tilfælde af overdreven vedopvækst er det imidlertid også blevet dokumenteret, hvorledes gedegræsning med fordel kan suppleres med maskinel rydning for at forhindre tilgroning (Álvarez-Martínez et al. 2013; Rathfon et al. 2014; Elias og Tischew 2016).

1.3 Den forvaltningsmæssige baggrund for Kilderne

'Kilderne' bruges som samlebetegnelse for Gudenåens Kilder, Skjernåens Kilder, Kollemorten Krat samt Ballesbækgård. Alle indgår de i et fredet naturområde som ligger ca. 10 km nordvest for Tørring. Skjernåen og Gudenåen har deres udspring i den samme nord-sydgående dalsænkning ved hovedvandskellet på den jyske højderyg. På dalsiderne og ovenfor dalen findes græsarealer, overdrev, heder, egekrat og blandet løvskov (Naturstyrelsen 2014). Tidligere har det kuperede terræn været et øde hedelandskab med spredte, lave egekrat. Fra omkring år 1900 fik egekrattene mere fred og er flere steder sprunget i egeskov. I samme periode har omfattende opdyrkning og tilplantning med nåletræer præget området. Således er mange af de tidligere overdrev nu rødgransplantager (Naturstyrelsen 2014).

Ved Kilderne blev et område på omkring 1.536 ha fredet i perioden fra 1958 til 1996. Området omfattede kilder, kildevæld, egekrat, plantager, heder, søer, et stykke af Hærvejen samt kirkelige jordbesiddelser. Hærvejen fra Hundshoved til Øster Nykirke blev fredet af to omgange i 1958 og 1963 for at bevare dens nærmeste omgivelser intakt. I 1962 blev Rørbæk Sø fredet for at bevare søen og undgå forurening. Beskyttelsen var dog mangelfuld, og i 1996 blev en ny fredning lavet, som dækkede et 1.536 ha stort område omkring Rørbæk Sø, Skjernåens Kilder, Hærvejen og egekrattene vest for vejen og syd på til Øster Nykirke (Naturklagenævnet 1996). Fredningen havde til hensigt at bevare og forbedre de landskabelige-, naturhistoriske- og kulturhistoriske værdier i området. Områdets egekrat og egeskov skulle sikres imod tilplantning med nåletræer, samtidig med at flere nåleskovsbevoksninger skulle fjernes. Mange af egekrattene havde over tiden udviklet sig til egehøjskov på baggrund af ændrede driftsformer. Desuden var tidligere kratområder blevet tilplantet med nåletræer op igennem den første halvdel af 1900-tallet. Dette betød, at selvsåede nåletræer havde spredt sig ind i de eksisterende egekrat (Naturklagenævnet 1996). Gudenåens Kilder fra udspringet til Egholm Mølle nord for Tørring blev fredet i 1980. Fredningen var på 596 ha og havde til formål at genskabe og sikre områdets enge, overdrev og egekrat (Overfredningsnævnet 1980).

Det overordnede mål for naturplejen på de fredede områder er, at den skal bidrage til en gunstig bevaringsstatus for naturtyper og arter, som står opført i udpegningsgrundlaget for det Natura 2000-område som Kilderne er en del af. Fredningsbestemmelserne i området tilsiger, at prioriteringen i naturplejen skal ske med særligt henblik på at fremme egekrat og overdrev samt de tilknyttede arter. For de eksisterende egekrat er målsætningen, at disse skal udvikle sig mod hvad der formodes at have været de oprindelige egekrat med deres indhold af hjemmehørende arter (Naturstyrelsen 2014).

1.4 Formål og hypoteser

Tilgroning af lysåbne naturarealer som følge af manglende græsning hører til en af de største trusler mod den biologiske mangfoldighed i dansk natur i dag (Fredshavn et al. 2019b; Nygaard et al. 2012). Naturplejens primære formål er at genoprette de naturlige processer med henblik på at bevare og genskabe en artsrig natur. Dette erhvervsspeciale har til formål at undersøge effekten af græsning på fire permanente prøvefelter (to med græsning og to uden græsning) i et område domineret af hedevegetation ved Kilderne nordvest for Tørring. Området tilhører staten og forvaltes af Naturstyrelsen Trekantsområdet som er erhvervspartner på mit specialestudium og hvis samarbejde har bidraget til udarbejdelsen af denne rapport (se bilag 1, s. 65). Specialeprojektet er også udarbejdet som en artikel til fagtidsskriftet Vand og Jord, og et tekstudkast kan ses i bilag 2, s. 66.

Inden for undersøgelsesområdet er der vedvarende problemer med at holde vedplanterne nede, som truer tilstanden på de lysåbne naturtyper (Miljøstyrelsen 2021). De fire prøvefelter blev undersøgt i 2020 af en tidligere specialestuderende i forbindelse med etablering af afgræsning med kvæg, heste og geder (Steenholdt 2021). Det overordnede formål med nærværende specialeprojekt er at karakterisere og sammenligne vegetationsændringerne i perioden 2020-2023 på henholdsvis de frahegnede og ikke-frahegnede prøvefelter. Prøveindsamling fulgte de tekniske anvisninger for naturtypeovervågning udgivet af Aarhus Universitet (Fredshavn et al. 2019a). For at etablere et sammenligningsgrundlag (baseline) blev der desuden udlagt et nyt 10x10 m kontrolfelt relativt tæt på prøvefelterne, men uden for indhegningen i et område som aldrig har været under afgræsning.

Erfaringsgrundlaget for hvilke plejeformer der er mest egnede ved forvaltning af lysåben natur er mangelfuldt. I Danmark har der ikke været tradition for at måle effekten af forvaltningsindsatser og der er derfor et stort, udækket behov for forskning på området og evidensbaserede anbefalinger (Nygaard et al. 2012). Med dette studie vil jeg gerne bidrage med ny viden om vegetationsdynamikker i lysåben natur som kan understøtte den fremtidige naturgenopretning. Jeg forventer generelt en større dominans af forskellige vedagtige planter i de frahegnede prøvefelter og en gavnlig effekt af afgræsning på urtefloraens diversitet. Forskellen mellem prøvefelterne forventes at blive uddybet i løbet af perioden.

2. Metode

2.1 Undersøgelsesområde

Studiet blev udført i en 20 ha indhegning (hegning Lindbjerg) i Tinnet Krat beliggende ved Gudenåens udspring nordvest for Tørring (55° 54.9' N, 9° 22.7' Ø). Jorden i undersøgelsesområdet består af smeltevandssand og -grus. Aflejringer af smeltevandssand og -grus finder man i bakkede landskaber, de fleste steder i landet. Jorden er middelstærkt udvasket ofte med podsoldannelse (Naturstyrelsen 2014). Området ligger på en større randmorænebakke omgivet af et sammenhængende areal af hedeslette. Højden i undersøgelsesområdet er mellem 90 og 110 meter (GEUS 2024).

I 2023 var den gennemsnitlige nedbør 94,5 mm hvoraf det meste regn faldt i sensommeren og efteråret. Middelttemperaturen i sommermånederne var 15,8 °C og den årlige middeltemperatur var 9 °C. I 2020 var den gennemsnitlige nedbør 82,7 mm hvoraf det meste regn faldt i vinterhalvåret. Middelttemperaturen i sommermånederne var 16 °C og den årlige middeltemperatur var 9,5 °C (Fig. 1).

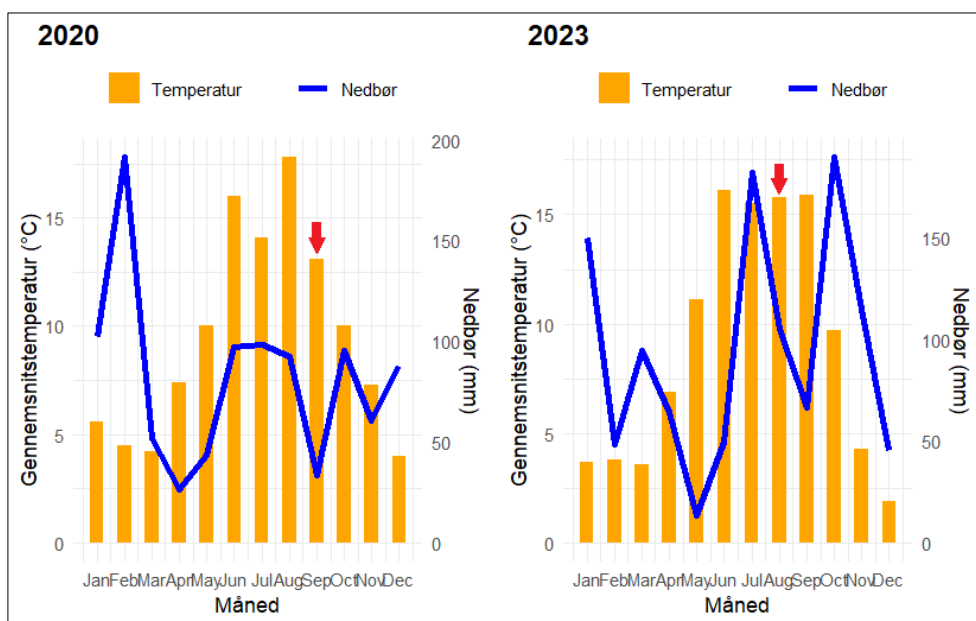


Fig. 1. Middeltemperatur og gennemsnitlig nedbør i 2020 og 2023 for Vejle Kommune. Dataindsamlingsstidspunkt er markeret med en rød pil. Data er hentet fra DMI's vejrarkiv.

Arealerne ved Kilderne har været ejet af staten fra omkring midten af 1960'erne, hvor de opkøbte godt 400 ha i den centrale del af Kilderne (Naturstyrelsen 2007). I januar 2019 overgik arealerne ved Kilderne fra det daværende Naturstyrelsen Midtjylland til Naturstyrelsen Trekantsområdet (Naturstyrelsen 2019; skovfoged R. Christiansen, pers. komm. 09/01/2024). Plejeform og plejetiltag på arealer ved Kilderne, herunder hegning Lindbjerg, er beskrevet i tabel 1.

Tabel 1. Plejeformer og plejetiltag i Kilderne, herunder hegning Lindbjerg. Tabellen giver en oversigt over plejeinitiativer gennem tiden.

Årstal	Plejetiltag/-form	Kilde
-1954	Åbne arealer med hede, overdrev og enkeltstående egekrat (græsning, plukhugst, stævningsdrift)	(Naturstyrelsen 2014)
1954-2004	Tilplantning med nål (rødgran)	(Naturstyrelsen 2014)
1987-90	Tilstandsbeskrivelse for Kilderne til dannelse af beslutningsgrundlag for overvågningsprogram og fremtidige plejeforanstaltninger	Landsdækkende naturovervågningsprogram af kildeområder i Jylland (Warncke 1980, 1988, 1991)
2004-13	Rydning af nåleplantager til pleje af egebevoksninger	Landskabelig fredning omkring Hærvejen og Rørbæk Sø af 1996 (Naturklagenævnet 1996)
2004-08	Stødknusning og fjernelse af genvækst, rydning af vedopvækst og buske. Opsætning af kreaturhegn, fårehegn samt faciliteter til varetagelse af dyr	LIFE-Overdrev - EU-finansieret naturbeskyttelsesprojekt (LifeNature 2004)
2004-	Afgræsning, afslåning, rydning af nåletræsopvækst. Stævningsdrift i egekrat samt plukhugst og skovgræsning i egekrat	Natura 2000-plejeplan (Naturstyrelsen 2017) og Naturstyrelsens driftsplan for Kilderne (Naturstyrelsen 2014)
2005	Stødknusning i hegning Lindbjerg	LIFE-Overdrev - EU-finansieret naturbeskyttelsesprojekt (LifeNature 2004)
2008	Etablering af græsningsdrift i hegning Lindbjerg	(Skovfoged R. Christiansen, pers. komm. 25/01/24; tidl. skovfoged O. Buus, pers. komm. 29/01/2024)
2021-	Udvidelser af eksisterende græsning, fortsatte stævninger, lysstillinger i egekrat, veteraniseringer. Hydrologiske tiltag (grøftelukninger og hævelse af vandstand i tørvelavning)	Urørt skov forvaltningsplan for Kilderne (Naturstyrelsen 2022; Biolog M. Hammer Holck, pers. komm. 11/01/2024)

Kilderne er en del af Natura 2000-område nr. 76 ”Store Vandskel, Rørbæk Sø, Tinnet Krat og Holtum Ådal øvre del”. Natura 2000-området består af to adskilte habitatområder, hvor Kilderne ligger i habitatområde nr. 65 Store Vandskel, Rørbæk Sø og Tinnet Krat. Habitatområdet er i alt 2.244 ha hvoraf Naturstyrelsen ejer 453 ha. Habitatområdet ligger nær israndslinjen og har en sandet, næringsfattig jordbund fra afsmeltning og erosion, hvilket skaber grundlag for heder og egekrat. Kalkholdigt, mineralrigt og næringsfattigt grundvand vælder frem eller presses op i rodzonen flere steder, hvilket fremmer udviklingen af kildevæld og rigkær i området (Miljøstyrelsen 2023). Hegning Lindbjerg er i forbindelse med kortlægningen af lysåbne naturtyper fra 2016 til 2019 blevet registreret som tør hede i moderat tilstand. Desuden er området registreret som §3-hede i 2021 (Danmarks Miljøportal 2024). På knap halvdelen af arealerne med tør hede i Natura 2000-området er dækningen af middelhøje græsser/urter højere end hvad der er optimalt for naturtypen. Der er registreret stedvis kraftig tilgroning med vedplanter såsom *Picea abies*, *Betula pendula* og *Frangula alnus*. Desuden findes også invasive arter såsom *Pinus mugo*, *Pinus contorta*, *Prunus serotina*, *Picea sitchensis* og *Rosa rugosa* (Miljøstyrelsen 2021).

2.1.1 Dyr og græsningsforvaltning

Hegning Lindbjerg har været under afgræsning siden 2008. Da Naturstyrelsen Trekantsområdet overtog arealerne ved Kilderne i 2019 blev den eksisterende hegning udvidet til 50 ha (Fig. 2). Den oprindelige del af indhegningen blev sat op med fårehegn (fire tråde) med et tværgående led der er lukket ved samgræsning med geder. Den oprindelige indhegning, hvor undersøgelsesområdet ligger, er 20 ha. I den sydlige hegning har der udelukkende gået heste og kvæg. Information vedrørende græsningsdyr, race, antal og periode er indhentet fra forpagtere og ansatte ved Naturstyrelsen Trekantsområdet (Tabel 2).

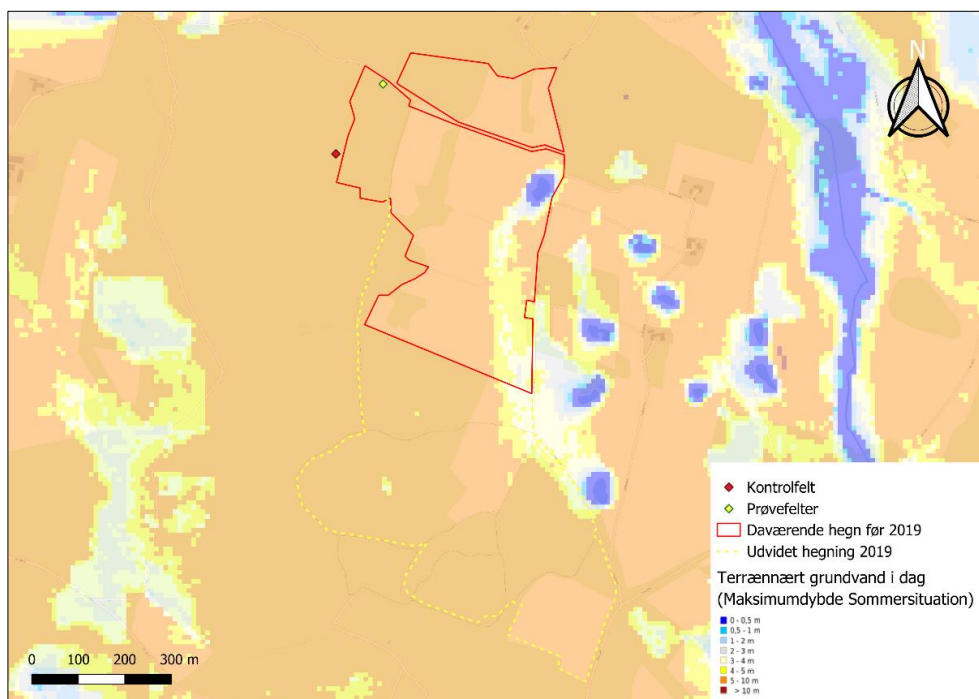


Fig. 2. Hegning Lindbjerg fra 2008 til 2019 (rød linje) og udvidelse af hegning efter græsningsæson 2019 (stiplet gul linje). Prøvefelter og kontrolfelt er markeret. Datamateriale for terrænnært grundvand er hentet fra kamp.klimatilpasning.dk. Kort lavet i QGIS Desktop 3.32.3.

Tabel 2. Oversigt over græsningsdyr, race, antal, periode og græsningstryk i hegning Lindbjerg.

Årstal	Græsningsdyr	Race	Antal	Periode	Ha	Græsningstryk (dyreenhed/ha)
2008-19	Kreaturer	Hereford	25	Maj-nov.	20	1,25
2020	Kreaturer, heste, geder	Angus, ponyblanding/Exmoor, Dansk Landrace	10, 10, 16	Maj-nov.	20	1,02
2021	Kreaturer, heste, geder	Angus, ponyblanding/Exmoor, Dansk Landrace	10, 10, 25	Maj-nov.	20	1,09
2022	Kreaturer, heste, geder	Angus, ponyblanding/Exmoor, Dansk Landrace	10, 10, 25	Maj-nov.	20	1,09
2023	Kreaturer, heste, geder	Angus, Shetland, Dansk Landrace	14, 5, 17	Maj-nov.	20	0,93

Kilde: Forpagter S. Christensen, pers. komm. 22/01/2024; forpagter O. Mols, pers. komm. 22/01/2024; forpagter J. Pedersen, pers. komm. 22/01/2024; skovfoged R. Christiansen, pers. komm. 09/01/2024; tidl. skovfoged O. Buus, pers. komm. 29/01/2024.

Græsningstryk er beregnet ud fra den såkaldte dyreenhed (DE). Dette begreb refererer til standardiserede enheder, der bruges til at sammenligne og vurdere forskellige typer af husdyr baseret på deres fødeindtag og størrelse. En dyreenhed er i dette studie angivet som svarende til en voksen ko (sortbroget og tilsvarende størrelse malkekvæg) med vægt omkring 700 kg (Buttenschøn 2007, 2014). Det skal understreges, at dette er grundlæggende beregninger og det faktiske græsningstryk kan påvirkes af faktorer såsom foderkvalitet, forvaltningspraksis og miljøforhold.

2.2 Eksperimentelt design

Denne undersøgelse er en gentagelse af det tidligere specialestudium fra 2020, hvor der blev etableret fire prøvelfelter i den nordvestlige del af hegning Lindbjerg (Steenholdt 2021). Prøvelfelterne er 10x10 m med forskellige kombinationer af rydning og græsning, hvor to prøvelfelter har været frahegnet siden etablering. Geder og heste kom på arealet i foråret 2020 og de to frahegnede prøvelfelter har derfor kun været under afgræsning med kvæg i de tidligere græsningssæsoner. Prøvelfelterne ligger tæt på den nordlige hegnslinje og kombinationerne er som vist på fig. 3. Rydning af vedopvækst er kun foretaget én gang for de pågældende prøvelfelter i foråret 2020.

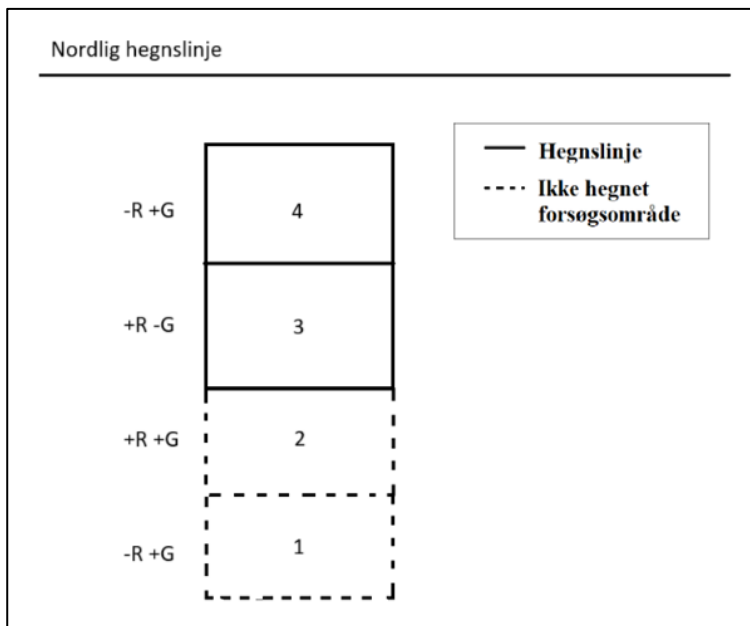


Fig. 3. Eksperimentelt design. Fire prøvefelter og placering af hegnslinje markeret. R for rydning og G for græsning. Redigeret efter Steenholdt 2021.

Sydvest for de fire prøvefelter er der udlagt et nyt 10x10 m kontrolfelt uden for hegning Lindbjerg (Fig. 4). Prøvefeltet ligger relativt tæt på de eksisterende prøvefelter og skal kaste lys over de vegetationsforskelle der kan opstå mellem græsningsforvaltning og fri succession.



Fig. 4. De fire prøvefelter i det nordvestlige hjørne af hegning Lindbjerg (grøn linje) og kontrolfelt uden for hegning sydvest for prøvefelter (sort skaveret linje). Kort lavet i QGIS Desktop 3.32.3.

2.2.1 Vegetationsundersøgelser

Prøveindsamling fulgte den tekniske anvisning for naturtypeovervågning udgivet af Aarhus Universitet (Fredshavn et al. 2019a). For at finde de præcise lokationer for pinpoint-placering brugte jeg GPS-koordinater angivet i tidligere specialestudium (Steenholdt 2021). Til pinpoint-analysen blev der benyttet en pinpoint-ramme med indvendige mål 50x50 cm, og med 16 krydspunkter dannet af snore udspændt vinkelret på hinanden. Højden på benene blev justeret til omkring 40 cm. I høj kratvegetation blev benene forlænget. En lang træpind blev i hvert af de 16 krydspunkter ført vinkelret på snorene ned gennem vegetationen. Alle plantearter som pinden berørte blev registreret i feltskema fra den tekniske anvisning. Der blev kun registreret levende plantedele men planten behøvede ikke at være rodfæstet inden for rammen.

Der blev lavet otte pinpoint-analyser på hver af de fem prøvefelter, i alt 40 pinpoint-analyser. Hvert prøvefelt blev opdelt i fire mindre kvadratiske felter (navngivet F1-F4) med træpinde og have-snor. I hvert kvadratisk felt blev der lavet to pinpoint-analyser, så der var otte pinpoint-analyser for hele det pågældende prøvefelt. Pinpoint-analysen blev lavet i henholdsvis det sydøstlige hjørne og det nordvestlige hjørne af det kvadratiske felt, for at afdække et så stort område af feltet som muligt. For hver af de fire mindre kvadratiske felter (F1-F4) blev der foretaget en registrering af alle arter, der ikke blev fundet i pinpoint-analysen. I den tekniske anvisning blev denne registrering angivet som en supplerende artsliste for en 5 m cirkel der skulle udlægges omkring pinpoint rammen. Da en 5 m cirkel ikke ville kunne holdes inden for prøvefeltet, blev denne registrering blot gjort for de mindre kvadratiske felter. Rodfæstede urter, samt ikke-rod-fæstede træer og buske der ragede ind over feltet, blev medregnet til listen. I registreringskemaet blev pleje og driftsforhold for hvert underfelt noteret.

Strukturdata blev registreret i procentvis dækning ud fra følgende kategorier: træer og buske under 1 m højde, træer og buske over 1 m højde, træer og buske (samlet dækning), dværgbuske, bredbladede urter, græsser, halvgræsser, siv og frytle, mosser på jordbunden, laver på jordbunden, vanddækket areal og mineraljord (sand, ler, sten, muldjord). Ifølge den tekniske anvisning skulle arter af *Rubus*-slægten registreres som bredbladede urter (Fredshavn et al. 2019a). Arter af denne slægt er i dette specialeprojekt og tidligere specialeprojekt (Steenholdt 2021) imidlertid registreret under træer og buske. *Rubus*-slægten består af halvbuske med étårsskud og begrænset sekundær vækst, men fordi de årsgamle skud danner krat blev de registreret som buske (Frederiksen et al. 2019).

Til bestemmelse af vegetationshøjde blev en hvid plade med indtegnet vandrette linjer af 5 cm-intervaller anvendt. Vegetationshøjden angav højden af nederste vækstlag bestående af græsser, urter, dværgbuske samt vedplanter i et sammenhængende vækstlag. Et træ- og busklag, der var tydeligt

adskilt fra det nederste vækstlag blev ikke inddraget i målingen. Vegetationshøjden blev registreret som det første, inden prøvefeltet blev påvirket af nedtrædning. Hvis vegetationen var nedliggende pga. nedtrædning eller anden påvirkning blev den rejst op inden måling. Vegetationens gennemsnitlige højde blev målt langs de fire sider af pinpoint rammen ved at føre den hvide plade lodret op fra jordoverfladen indtil 50 % af linjen var fri af vegetationen.

2.3 Overvågning af lysåbne naturtyper i NOVANA

I forbindelse med Miljøstyrelsens overvågning af terrestriske naturtyper er der foretaget pinpoint-analyser på flere lysåbne arealer i området ved Kilderne (Fig. 5). Der er tale om tre områder i den centrale del af Kilderne og tre områder i Kollemorten Krat som er undersøgt i forbindelse med overvågningen i perioden 2021-23. Naturtyperne er hede- og overdrevarsarealer der naturmæssigt minder om undersøgelsesområdet i dette studie. Der er ti prøvefelter i hvert område, i alt 60 prøvefelter. Omkring halvdelen af prøvefelterne lå på Naturstyrelsens arealer mens de resterende lå på privat eller kommunal jord. Størstedelen af prøvefelterne lå i områder med afgræsning mens cirka 20 prøvefelter var uden for hegn. Datamateriale er hentet fra Danmarks Arealinformation og brugt til en række redegørende undersøgelser i dette studie (Danmarks Miljøportal 2024).

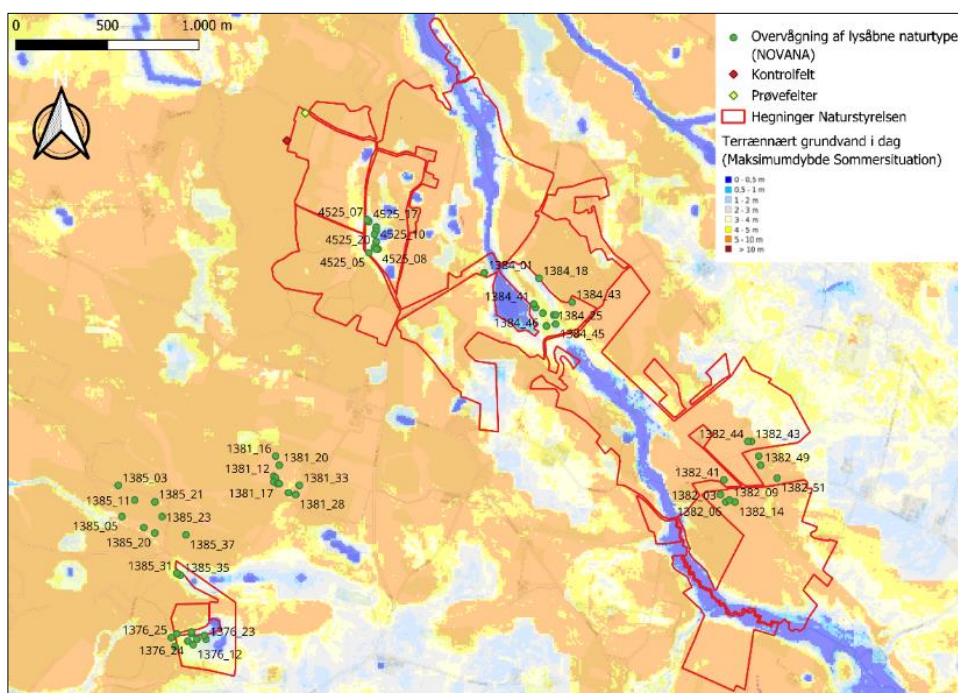


Fig. 5. Naturstyrelsens hegnninger i Kilderne (rød linje) og NOVANA prøvefelter både inden for og uden for Naturstyrelsens arealer (grønne punkter). Prøvefelter og kontrolfelt er markeret. Datamateriale for terrænnært grundvand er hentet fra kamp.klimatilpasning.dk. Kort lavet i QGIS Desktop 3.32.3.

2.4 Statistiske analyser

De følgende statistiske analyser blev udført for datamateriale indsamlet i dette specialeprojekt, datamateriale fra det tidligere specialeprojekt (Steenholdt 2021) og datamateriale fra NOVANA prøvefelter i Kilderne fra 2021-23 (Danmarks Miljøportal 2024). Ordinationsanalyse og klyngeanalyse blev udført i programmet PC-ORD version 7.10 (McCune og Mefford 2018). Alle efterfølgende analyser blev udført i programmet RStudio version 2023.12.0+369 (RStudio, PBC).

Til de indledende statistiske analyser blev der lavet ordinationsanalyse (PCoA) for at visualisere forskelle og ligheder mellem data baseret på artssammensætning. Ellenberg-indikatorværdier for lys, fugtighed, reaktionstal og næringsstatus blev desuden tilføjet som vektorer til ordinationerne (Hill et al. 1999). Randomiseringstests blev udført for at vurdere den statistiske signifikans af de observerede mønstre ved at sammenligne de observerede PCoA-resultater med fordelingen af resultater fra randomiserede datasæt. Testen viste at 1. og 2. ordinationsakse forklarede signifikant mere af variationen end de randomiserede datasæt. For at undersøge datastrukturen blev der udført klyngeanalyse ved hjælp af Sørensen (Bray-Curtis) afstandsmål som input. Analysen blev brugt til at identificere naturlige grupper eller mønstre i data.

For at undersøge om datamaterialet fulgte en normalfordeling blev der brugt Shapiro-Wilk test. Denne statistiske test er især god til relativt små teststørrelser. Desuden blev der også skitseret Q-Q plots for en visuel vurdering af normalitet og der blev testet for varianshomogenitet ved Levene's test (DATAtab Team 2024a). Som forventet fulgte data ikke en normalfordeling. Dette er typisk for vegetationsdata fordi arter ofte er under påvirkning fra flere økologiske processer som konkurrence, forstyrrelse og succession der skaber afvigelser fra en normalfordeling. Herefter blev der brugt Kruskal-Wallis test, der er den ikke-parametriske ækvivalent til one-way ANOVA. Kruskal-Wallis test bruges til at bestemme om der er statistisk signifikante forskelle mellem to eller flere uafhængige grupper, når den målte variabel er kontinuert, men ikke normalfordelt. Efterfølgende blev Dunn's test brugt for at undersøge, hvis signifikant, hvilke grupper der var statistisk forskellige fra hinanden. Dunn's test er en post-hoc test der bruges til at udføre parvise sammenligninger mellem grupper efter at have fundet signifikant forskel i en Kruskal-Wallis test. I testen blev der brugt Bonferroni korrektion der tilpasser p-værdien, så den bliver mere stringent ved at tage hensyn til antallet af sammenligninger der laves mellem grupperne (Kassambara 2018; DATAtab Team 2024b).

3. Resultater

3.1 NOVANA: Overdrev- og hedearealer i Kilderne

De indledende resultater er baseret på dataindsamling i forbindelse med overvågning af lysåbne naturtyper i NOVANA sammenholdt med egen dataindsamling i undersøgelsesområdet i sommeren 2023. Miljøstyrelsens overvågningsprogram NOVANA udgør en vigtig ressource til at skabe et overblik over naturens tilstand i Danmark og udviklingen for naturtyper og arter. Formålet er at sammenligne undersøgelsesområdet med andre lysåbne arealer i Kilderne og analysen skal give en bedre forståelse af undersøgelsesområdets placering og artssammensætning.

3.1.1 Hovedtræk og generelle mønstre

Ordinationsanalyse blev udført for undersøgelsesområdet i 2023 og NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i perioden 2021-23. Resultaterne af denne analyse, repræsenteret i to dimensioner, afslørede, at cirka 40 % af variationen kunne forklares (Fig. 6). Overordnet viste resultaterne, at der var stort overlap i punkternes udbredelse for de to datasæt. Der blev observeret en mindre forskydning af prøvefelter ud fra artssammensætning og denne variation blev forklaret af faktorer repræsenteret på førsteaksen (Fig. 6a). Forskellen skyldes primært prøvefelter med græsning i undersøgelsesområdet i 2023 der var placeret i venstre side af det multidimensionelle rum. Efter en opdeling af NOVANA data i seks separate stationer viste resultaterne af analysen, at stationerne var relativt spredt men primært udbredte sig mod højre i det multidimensionelle rum (Fig. 6b). Resultaterne for ordinationsanalysen viste desuden, hvordan de fire Ellenberg-indikatorværdier (lys, fugtighed, reaktionstal og næringsstatus) for de fundne arter var fordelt i det multidimensionelle rum. Ordinationsanalysen afslørede, at næringsstatus (N) og reaktionstal (R) fulgte retningen af førsteaksen (PC1) mens lys (L) og fugtighed (F) fulgte retningen af andenaksen (PC2). Korrelationen for næringsstatus, reaktionstal og lys var omtrent lige stærk, mens den var svagere for fugtighed (Fig. 6). I ordinationsanalysen udelukkende for de seks stationer i NOVANA blev der tilføjet en vektor for maksimumdybden af det terrænnære grundvand (Fig. 7). Ordinationsanalysen afslørede, at Ellenberg-indikatorværdier og maksimumdybden af det terrænnære grundvand primært fulgte retningen af førsteaksen (PC1). Korrelationen for næringsstatus og reaktionstal var negativt korreleret med førsteaksen og omtrent lige stærke. Korrelationen for fugtighed, lys og maksimumdybde af terrænnær grundvand var positivt korreleret men signifikansen var svagere (Fig. 7).

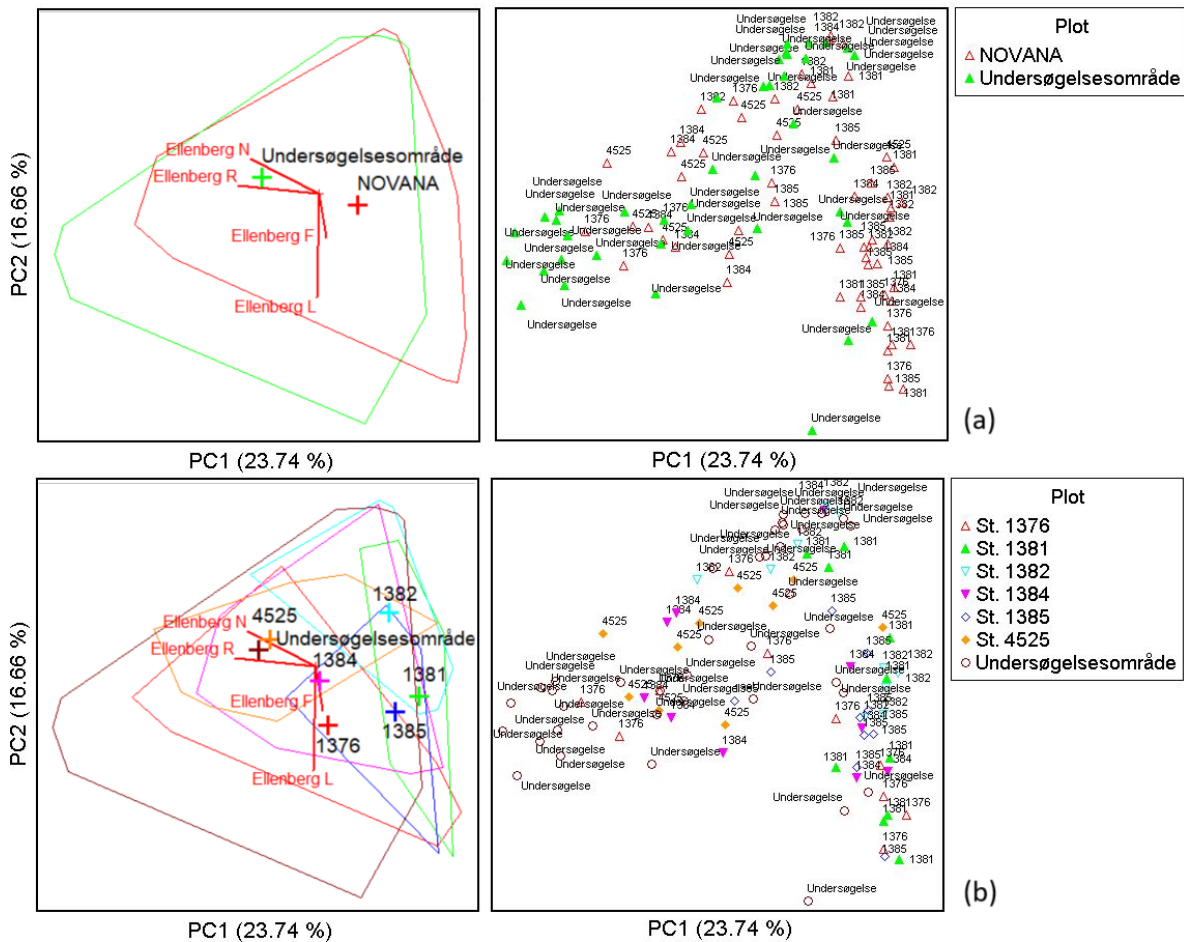


Fig. 6. Ordinationsanalyse for pinpoint-data registreret i 2023 i undersøgelsesområdet og NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i 2021-23. Ordinationen til venstre viser centroider (midtpunkt for en normalfordeling) og punktsværmsens udbredelse. I ordinationen er der tilføjet fire vektorer for Ellenberg-indikatorværdier for næringsstatus, reaktionstal, fugtighed og lys. Ordinationen til højre viser mængden af datapunkter og selve prøvefelternes placering i ordinationsrummet.

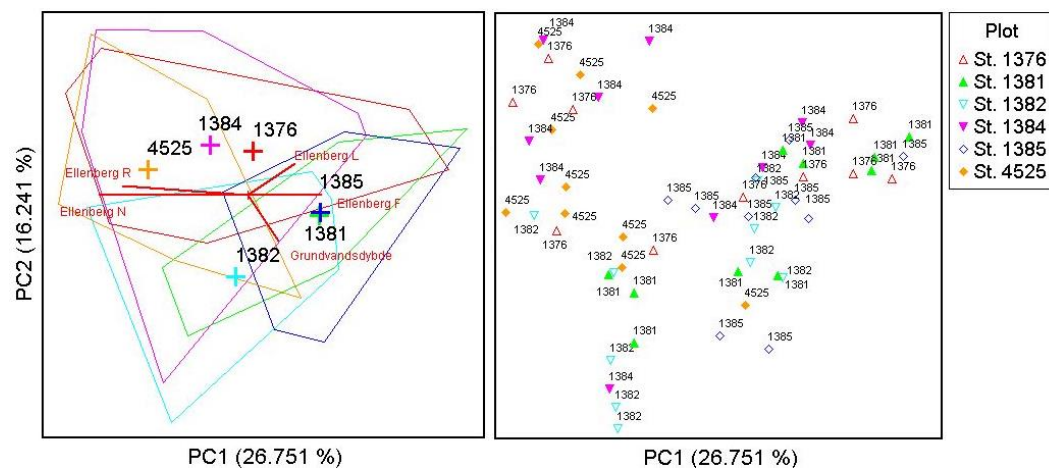


Fig. 7. Ordinationsanalyse for pinpoint-data registreret i NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i 2021-23. Ordinationen til venstre viser centroider (midtpunkt for en normalfordeling) og punktsværmsens udbredelse. I ordinationen er der tilføjet fire vektorer for Ellenberg-indikatorværdier for næringsstatus, reaktionstal, fugtighed og lys samt en vektor for maksimumdybde af terrænnært grundvand. Ordinationen til højre viser mængden af datapunkter og selve prøvefelternes placering i ordinationsrummet.

Efterfølgende blev der udført en klyngeanalyse for at undersøge, hvilke prøvefelter og artsgrupper der grupperede sammen (Fig. 8). For prøvefelterne identificerede analysen 16 klynger når cirka 70 % af variationen var forklaret. Resultaterne viste, at undersøgelsesområdet og NOVANA stationerne generelt grupperede separat. NOVANA stationerne grupperede sammen i analysen, hvilket indikerede en vis lighed i artssammensætning mellem de seks stationer i Kilderne. I analysen af artsgrupperne blev der identificeret syv klynger når cirka 75 % af variationen var forklaret. En større klynge bestod af *Agrostis capillaris*, *Hypochaeris radicata*, *Galium saxatile* og *Cytisus scoparius*. Disse arter blev observeret både i undersøgelsesområdet og i NOVANA stationerne. Arternes Ellenberg-indikatorværdier indikerede tørre til moderat fugtige, lysåbne levesteder, mere eller mindre næringsfattige, på forholdsvis sur bund. En anden større klynge der blev observeret i undersøgelsesområdet og i NOVANA stationerne bestod af Bryopsida sp., *Deschampsia flexuosa* og *Calluna vulgaris*. Disse arter indikerede mere variable levesteder ift. Ellenberg-indikatorværdier for lys, fugtighed og næringsstatus, mens indikatorværdien for reaktionstal antydede sur jord. Derudover fandt analysen fire større klynger, hvor størstedelen af arterne ikke var blevet fundet i undersøgelsesområdet. *Chamerion angustifolium* og *Rubus idaeus* grupperede sammen og disse arter var til stede i kontrolfeltet i 2023. Disse to arter indikerede et tørt til moderat fugtigt, lysåbent levested der var relativt næringsrigt og svagt surt (Hill et al. 1999).

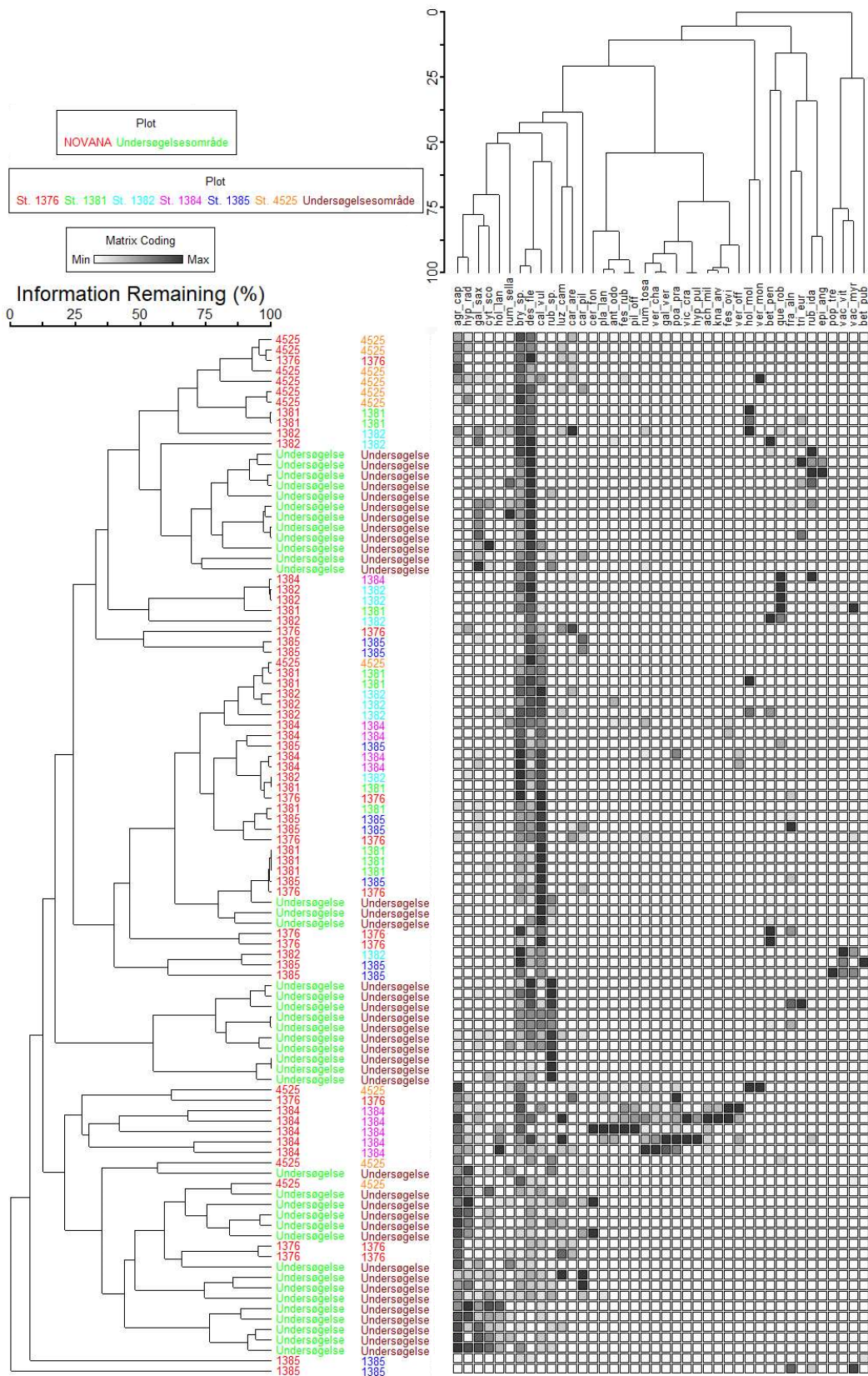


Fig. 8. Klyngeanalyse for pinpoint-data registreret i 2023 i hegning Lindbjerg og NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i 2021-23. Figuren viser klyngeanalysen samlet for de seks stationer i NOVANA og for hver station for sig.

3.1.2 Diversitetsindeks

På baggrund af alle artsregistreringer blev der beregnet Shannon-Wiener diversitetsindeks for undersøgelsesområdet i 2023 og NOVANA data fra Kilderne i 2021-23 (Fig. 9). For undersøgelsesområdet i 2023 blev der fjernet et datapunkt, hvilket skyldtes, at der i pinpoint-analysen udelukkende blev registreret *Rubus sect. Rubus* som resulterede i, at diversitetsindekset var nul. Der var ingen statistisk signifikant forskel mellem undersøgelsesområdet og NOVANA data samlet for de seks stationer. Det gennemsnitlige diversitetsindeks for undersøgelsesområdet var 1,52 mens det var 1,46 for det samlede NOVANA data i Kilderne.

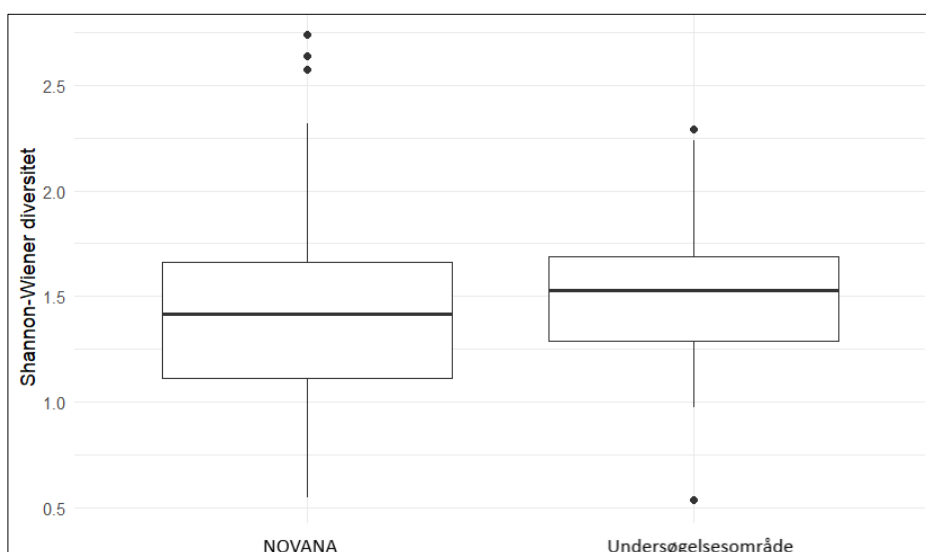


Fig. 9. Shannon-Wiener diversitetsindeks for prøvefelter i undersøgelsesområdet i 2023 og samlet for NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i 2021-23. Kontrollfelt fra 2023 er inkluderet i undersøgelsesområdet. Figuren viser data for alle prøvefelter samt gennemsnit \pm SE, $n = 99$.

3.2 Undersøgelsesområde

De efterfølgende afsnit præsenterer dataindsamling i undersøgelsesområdet i 2020 og 2023, baseret på specifikke forskningsspørgsmål. Formålet er at give en mere detaljeret gennemgang af vegetationsændringerne i et afgrænset område på baggrund af den specifikke forvaltningspraksis. Resultaterne skal tolkes med forsigtighed, da dataindsamlingen i undersøgelsesområdet i 2020 og 2023 blev udført af to forskellige personer. Dette kan potentielt have påvirket præcisionen af de observerede målinger og deres sammenlignelighed.

Resultaterne af de statistiske analyser afslørede signifikante forskelle baseret på græsningsbehandling men ingen signifikante forskelle baseret på rydningsbehandling. Der var heller ingen statistisk signifikans der kunne relateres til overordnede forskelle mellem indsamlingsår. Den statistiske analyse blev også lavet for artsgrupperne men her blev der ikke observeret nogen signifikante

forskelle. Det indikerede at artsgrupperne ikke havde nogen særlig rumlig koncentration, men i stedet var fordelt jævnt i undersøgelsesområdet.

3.2.1 Arts-areal analyse

For undersøgelsesområdet og de lysåbne arealer i Kilderne blev der udarbejdet et Venn-diagram og en arts-arealkurve. Venn-diagrammet viste, at der blev fundet flere arter i undersøgelsesområdet i 2023 sammenlignet med 2020 (Fig. 10). Dog skal det bemærkes, at området i 2023 var 0,01 hektar større, da kontrolfeltet fra 2023 var inkluderet. Der blev fundet 24 arter der var fælles for 2020 og 2023, hvilket betyder, at der var arter til stede i 2020 som ikke var til stede i 2023 og omvendt. NOVANA data fra de seks stationer udgjorde et areal på 0,8 ha, hvilket var ni til 11 gange større end undersøgelsesområdet. Her blev der desuden fundet to til tre gange så mange arter som i undersøgelsesområdet (se bilag 3, s. 71). Dette afspejlede den generelle forudsætning for arts-areal forholdet, hvor større habitater understøtter et større antal arter (Conor og McCoy 2013). Størstedelen af de arter der blev fundet i undersøgelsesområdet var også til stede ved de seks stationer i NOVANA. For arts-areal forholdet blev der fundet en positiv korrelation mellem artsdiversiteten og habitatstørrelse for alle tre områder ($R^2 = 0,9253$ (NOVANA), $R^2 = 0,9489$ (2023), $R^2 = 0,9282$ (2020)); Fig. 10). Størrelsen på kurvens hældning faldt gradvist fra NOVANA til undersøgelsesområdet i 2023 og derefter til undersøgelsesområdet i 2020. En lavere hældningsgrad indikerer, at et område nærmer sig sin artsmætning, mens en højere hældningsgrad kan angive et større potentiale for øget artsdiversitet. Mætningsgraden for antal arter var cirka 130 arter for de seks stationer i NOVANA, 45 arter i undersøgelsesområdet i 2020 og 61 arter i undersøgelsesområdet i 2023 (Fig. 10).

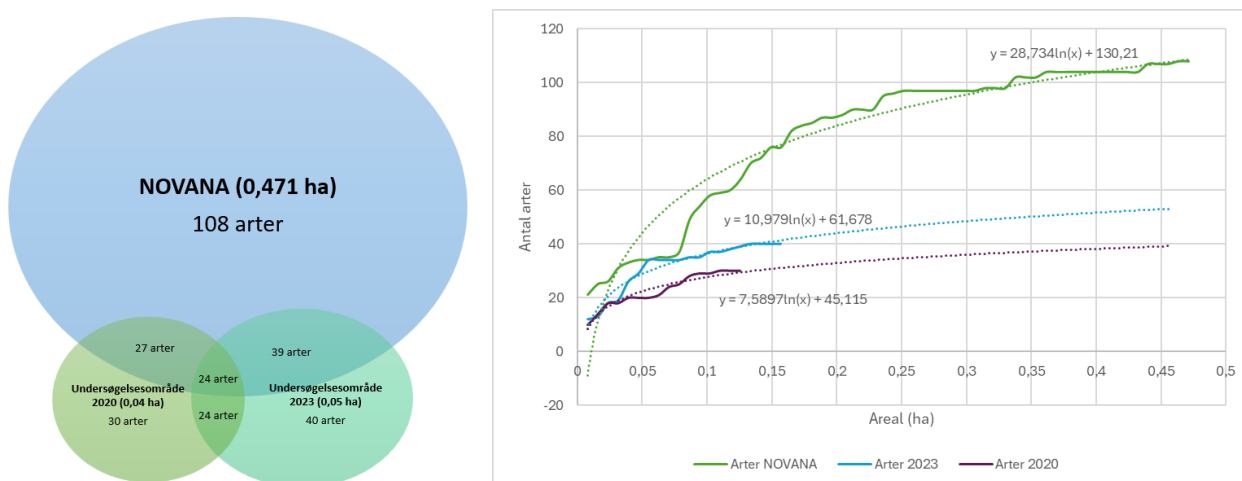


Fig. 10. Venn-diagram og arts-areal kurve for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023 samt NOVANA data fra seks stationer i Kilderne i 2021-23. Venn-diagram viser det samlede antal arter i områderne, arter fælles for områderne og det samlede undersøgelsesareal. Arts-areal kurven viser sammenhængen mellem det geografiske område og antallet af arter inden for det specifikke område. Kurvens udvikling er beskrevet ved anvendelse af en logaritmisk funktion.

3.2.2 Hovedtræk og generelle mønstre

Ordinationsanalysen blev udført for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023 for at opnå en overordnet forståelse af pinpoint-data. Resultaterne af denne analyse, repræsenteret i to dimensioner, afslørede, at cirka 50 % af variationen kunne forklares (Fig. 11). Der blev observeret en tydelig forskydning af prøvefelter mellem 2020 og 2023, og størstedelen af denne variation blev forklaret af faktorer repræsenteret på andenaksen (Fig. 11a). Forskellen skyldtes primært prøvefelter uden græsning i 2023 der var mere isoleret i det multidimensionelle rum. Resultaterne viste, at kontrolfeltet fra 2023 adskilte sig fra undersøgelsesområdet men at punktsværmens udbredelse krydsede punktsværmens udbredelse fra undersøgelsesområdet i 2020. En opdeling af undersøgelsesområdet baseret på forskellige kombinationer af rydning og græsning samlet for årene 2020 og 2023 viste en tydelig forskel mellem kombinationer med og uden græsning (Fig. 11b). Den primære variation i disse forskelle blev forklaret af faktorer på førsteaksen. Forskellene mellem kombinationer med og uden græsning blev mere markante, når man opdelte data for undersøgelsesområdet på baggrund af indsamlingsår (Fig. 11c). Afstanden var større i 2023 end i 2020, hvilket indikerede, at forskellen mellem prøvefelterne var blevet uddybet i løbet af perioden. Punktsværmens udbredelse for kombinationer med og uden græsning i 2020 krydsede hinanden, mens dette ikke var tilfældet i 2023.

Udbredelsen af vektorerne for de fire Ellenberg-indikatorværdier afslørede tydelige gradienter der kunne forklare placeringen af prøvefelterne i det multidimensionelle rum. Indikatorværdien for lys (L) fulgte retningen af førsteaksen (PC1) mens næringsstatus (N), reaktionstal (R) og fugtighed (F) fulgte retningen af andenaksen (PC2). Korrelationen for fugtighed og lys var omtrent lige stærk, mens den var svagere for reaktionstal og næringsstatus (Fig. 11).

Klyngeanalysen identificerede 14 klynger for prøvefelterne, når cirka 70 % af variationen var forklaret (Fig. 12). Resultaterne viste generelle forskelle mellem årene 2020 og 2023. Prøvefelter med græsning grupperede sammen inden for årene, hvilket indikerede en forskel i artssammensætning på baggrund af indsamlingsår. Kontrolfeltet fra 2023 grupperede primært for sig selv, men i nogle tilfælde grupperede det også sammen med undersøgelsesområdet i 2020. I analysen af artsgrupperne blev der identificeret syv klynger når cirka 75 % af variationen var forklaret. Der var seks mindre klynger hver bestående af to arter, mens der blev observeret en større klynge bestående af *Bryopsida* sp., *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Rubus* sect. *Rubus*, *Cytisus scoparius* og *Calluna vulgaris*. Arternes Ellenberg-indikatorværdier indikerede tørre til moderat fugtige, lysåbne levesteder, mere eller mindre næringsfattige og sure (Hill et al. 1999).

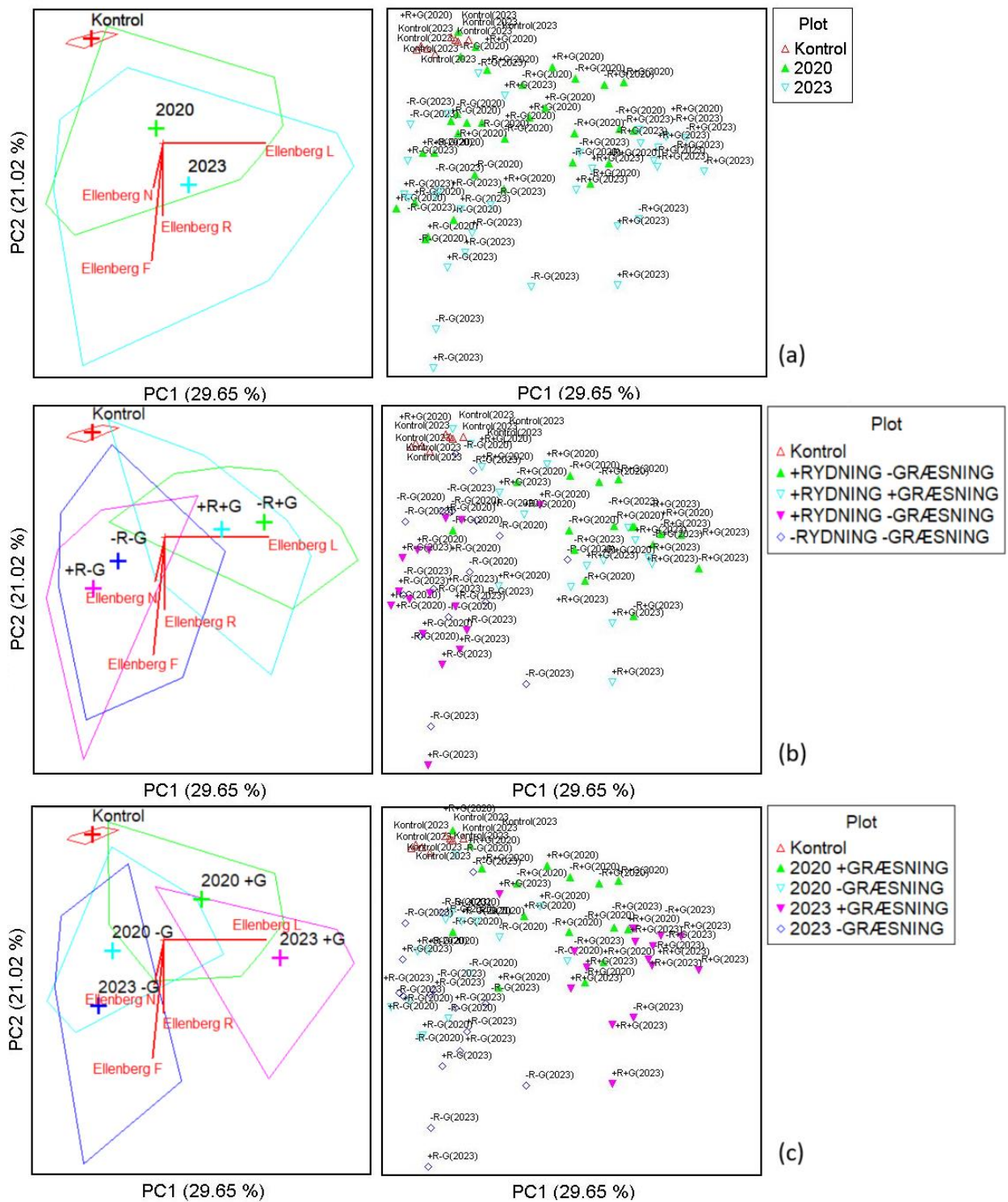


Fig. 11. Ordinationsanalyse for pinpoint-data registreret i 2020 og 2023 i undersøelsesområdet. Prøvefelter består af en kombination af græsning (+G), ingen græsning (-G), rydning (+R) og ingen rydning (-R). Ordinationen til venstre viser centroider (midtpunkt for en normalfordeling) og punktsværmsens udbredelse. I ordinationen er der tilføjet fire vektorer for Ellenberg-indikatorværdier for næringsstatus, reaktionstal, fugtighed og lys. Ordinationen til højre viser mængden af datapunkter og selve prøvefelternes placering i ordinationsrummet.

Resultaterne af pinpoint-analysen afslørede signifikante forskelle mellem prøvelfelterne baseret på græsningsbehandling (Fig. 13). Forskellene mellem kombinationer med og uden græsning var mere udtalt i 2023 ($n = 32$, $p < 0,0001$) end i 2020 ($n = 32$, $p < 0,05$). Prøvelfelter med græsning i 2020 viste desuden en signifikant større forskellighed i forhold til prøvelfelter uden græsning i 2023 ($n = 32$, $p < 0,01$) sammenlignet med prøvelfelter uden græsning i samme år ($n = 32$, $p < 0,05$). Det samme var gældende for prøvelfelter uden græsning i 2020 der var mere forskellig fra prøvelfelter med græsning i 2023 ($n = 32$, $p < 0,0001$) end fra prøvelfelter med græsning i samme år ($n = 32$, $p < 0,05$). Generelt var der en større signifikant forskel for græsningsbehandling mellem årene og inden for 2023 end der var for 2020. Resultaterne afslørede ingen statistisk signifikante forskelle for de samme kombinationer mellem årene.

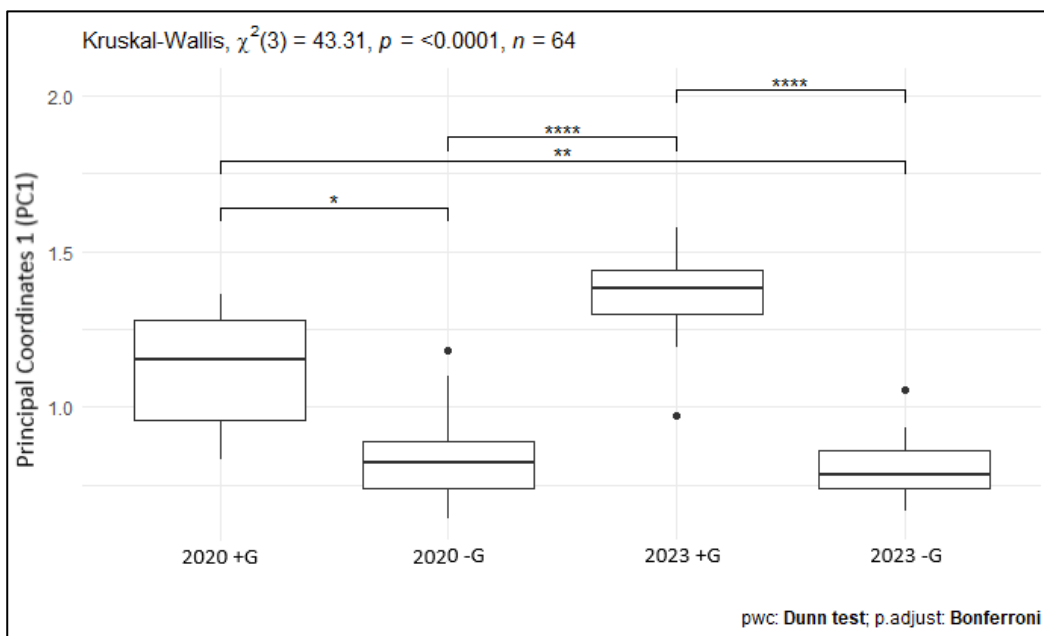


Fig. 13. PC1-værdier for pinpoint-data registreret i 2020 og 2023 med henholdsvis græsning (+G) og ingen græsning (-G). Figuren viser data for alle prøvelfelter samt gennemsnit \pm SE, $n = 64$. Stjerner over kolonnerne indikerer signifikante forskelle mellem grupperne.

3.2.3 Dominansforhold

I undersøgelsesområdet blev der registreret syv til otte dominerende arter, og det var de samme arter der var dominerende i 2020 og 2023, dog var rækkefølgen ikke identisk for de to år (Fig. 14 og 15). *Deschampsia flexuosa* var den mest dominerende art i 2020, hvor den dækkede 24,3 % af undersøgelsesområdet. I 2023 var *D. flexuosa* gået tilbage med 7,5 % og i stedet var *Rubus sect. Rubus* den mest dominerende art med et procentdække på 19 %. *Bryopsida sp.*, *Galium saxatile* og *Cytisus scoparius* var også gået tilbage i 2023 mens *Agrostis capillaris*, *Calluna vulgaris* og *Hypochaeris*

radicata var blevet mere dominerende (Fig. 14). Procentdelen for de resterende arter varierede mellem 2 og 12 % og dette bekræftede, at de dominerende arter udgjorde størstedelen af undersøgelsesområdet. Procentdelen var generelt lidt højere i prøvelfelter med græsning sammenlignet med prøvelfelter uden græsning (Fig. 15).

I prøvelfelter med græsning var den samlede procentdækning af de to græsser, *Deschampsia flexuosa* og *Agrostis capillaris*, relativt ens mellem 2020 og 2023. I 2023 blev *A. capillaris* dog mere dominerende, mens *D. flexuosa* tilsvarende aftog i dækningsgrad. Vedplanterne havde omtrent samme dækningsgrad i 2020 og 2023 mens bladmosserne var gået tilbage og urterne var gået lidt frem (Fig. 15a). I prøvelfelter uden græsning var *D. flexuosa* også en af de mest dominerende arter og opretholdt cirka samme dækningsgrad mellem årene. I modsætning til prøvelfelter med græsning var *R. sect. Rubus* en af de mest dominerende arter i prøvelfelter uden græsning både i 2020 og 2023. Derudover steg den med omkring 10 % fra 2020 til 2023. Bryopsida sp. havde omtrent samme dækningsgrad i 2020 og 2023 mens *Galium saxatile*, *Cytisus scoparius* og *A. capillaris* var gået tilbage. *Calluna vulgaris* var steget i dækningsgrad mellem årene med 7,4 % (Fig. 15b).

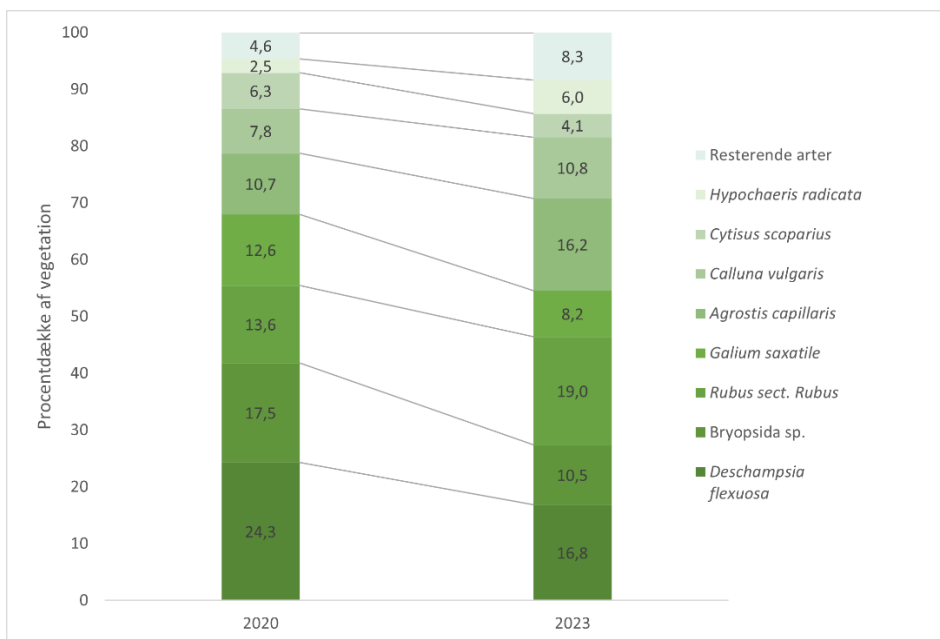


Fig. 14. Dominansforhold i procentdække af vegetationen samlet for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023.

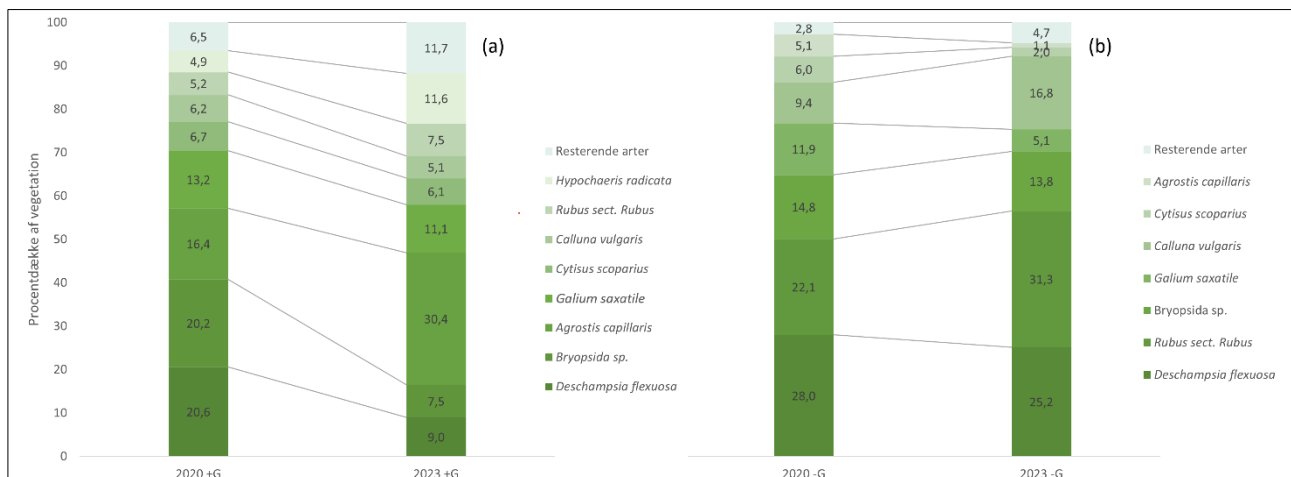


Fig. 15. Dominansforhold i procentdække af vegetationen for kombinationer med græsning (+G) i 2020 og 2023 (a) og kombinationer uden græsning (-G) i 2020 og 2023 (b).

3.2.4 Strukturdata og vegetationshøjde

Inden for prøvefelterne blev der registreret strukturdata i procentvis dækningsgrad, som blev samlet i følgende kategorier: dværgbuske, træer/buske samlet dækning, mosser, bredbladede urter og graminoider (Fig. 16 og 17). Sammenligninger mellem årene 2020 og 2023 (Fig. 16a) viste, at dækningen af graminoider var steget fra omkring 20 til 35 % mens de bredbladede urter var gået tilbage med omkring 10 %. Dækningsgraden af mosser var ligeledes faldet med 20 % mens vedplanter som dværgbuske, træer og buske var gået frem med i alt 15 %. Graminoider var især gået frem i prøvefelter med græsning hvor nedgangen i mossernes dækningsgrad også var størst (Fig. 16b). Vedplanternes dækningsgrad var relativt højere i prøvefelter uden græsning og var steget med 12 % fra 2020 til 2023 men var også gået frem med omkring 15 % i prøvefelter med græsning (Fig. 16b).

For alle kombinationer af græsning og rydning blev graminoiderne mere udbredt mellem 2020 og 2023 (Fig. 17). Stigningen var mest markant i kombinationer med græsning og mindst i kombinationer uden græsning, med en gennemsnitlig stigning på cirka 20 %. Bredbladede urter og mosser var gået tilbage, hvor tilbagegangen for urterne var størst i prøvefelter uden græsning. Den samlede dækning af vedplanter steg i alle prøvefelter mellem 2020 til 2023, med en gennemsnitlig stigning på cirka 10 %. Kontrolplottet bestod primært af graminoider og mosser med en procentvis dækning på henholdsvis 45 og 35 % (Fig. 17).

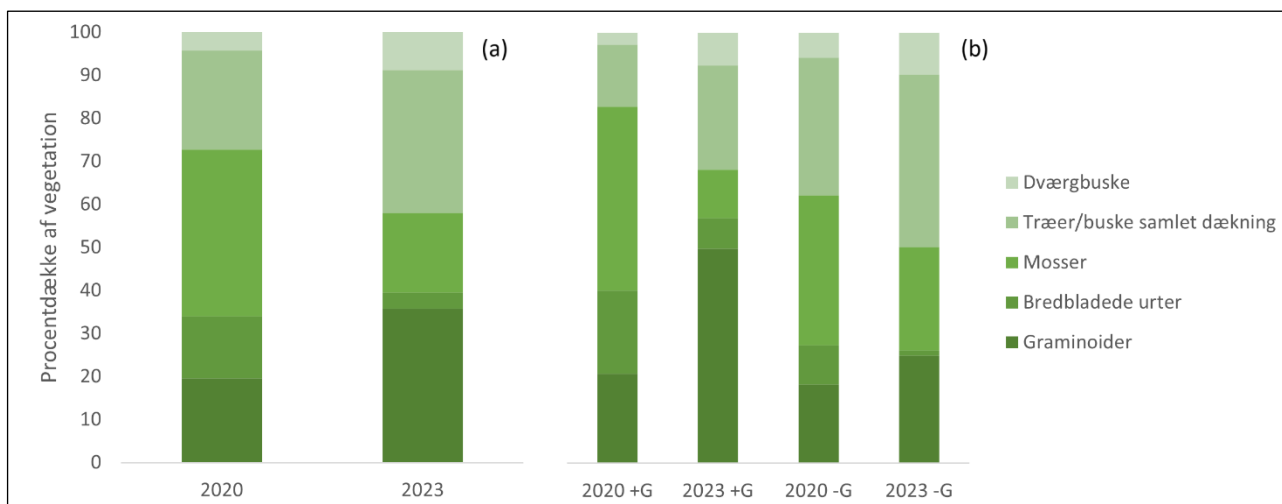


Fig. 16. Procentvise dækningsgrader samlet for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023 (a) og for kombinationer med græsning (+G) og ingen græsning (-G) for henholdsvis 2020 og 2023 (b).

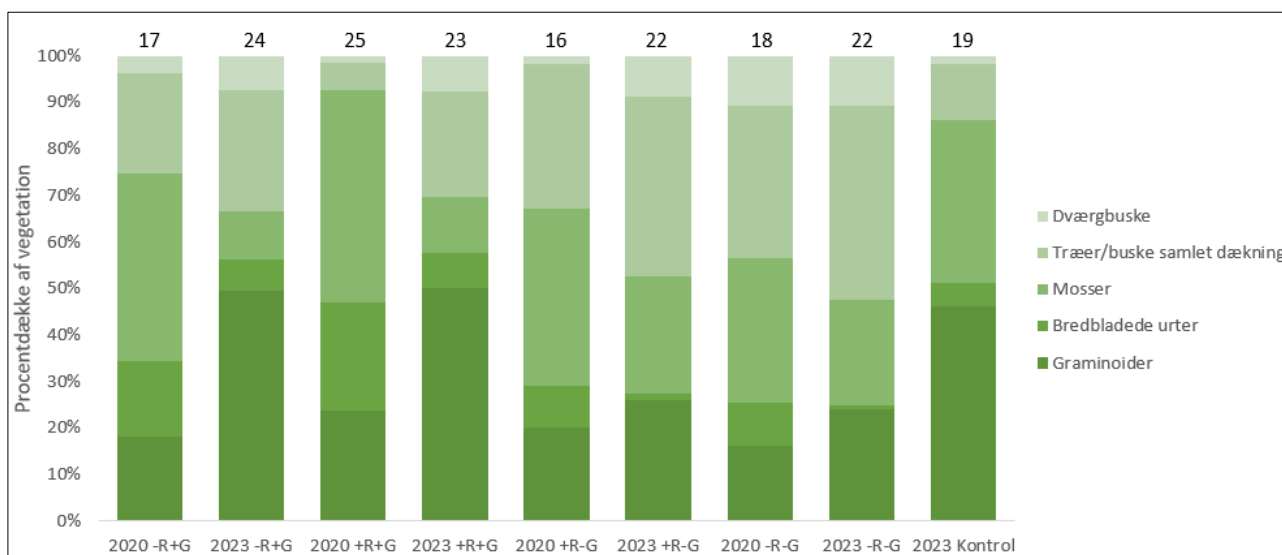


Fig. 17. Procentvise dækningsgrader for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023. Prøvefelter består af en kombination af græsning (+G), ingen græsning (-G), rydning (+R) og ingen rydning (-R). Kontrolfelt fra 2023 er vist i figuren. Over hver søjle er angivet det totale antal arter.

Resultaterne for vegetationshøjden i undersøgelsesområdet afslørede forskelle der var statistisk signifikante for kombinationer med og uden græsning (Fig. 18). I prøvefelter med græsning var gennemsnitshøjden 33,5 og 8 cm i 2020 mens den var 14,4 og 11,1 cm i 2023. I prøvefelter uden græsning var gennemsnitshøjden 31,1 og 78,6 cm i 2020 mens den var 63,4 og 159,4 cm i 2023. Vegetationshøjden var højere i prøvefelter uden græsning, hvilket var tilfældet for både 2020 ($n = 32$, $p < 0,01$) og 2023 ($n = 32$, $p < 0,0001$). Vegetationshøjden i prøvefelter med græsning i 2020 var signifikant forskellig fra vegetationshøjden i prøvefelter uden græsning i 2023 ($n = 32$, $p < 0,0001$). Det samme gjorde sig gældende for prøvefelter uden græsning i 2020 og prøvefelter med græsning i 2023 ($n =$

32, $p < 0,05$). Selvom der ikke var nogen statistisk signifikant forskel inden for de samme kombinationer mellem årene, var vegetationshøjden generelt blevet lavere eller forblevet omtrent den samme i kombinationer med græsning, mens den var blevet højere i kombinationer uden græsning. Den høje vegetation i prøvefelter uden græsning i 2023 skyldtes primært vedplanter som *Rubus sect. Rubus*, *Cytisus scoparius*, *Betula pendula* og *Frangula alnus*. Gennemsnitshøjden i kontrolfeltet var 10,6 cm, hvilket svarede omtrentligt til den gennemsnitlige vegetationshøjde i prøvefelter med græsning.

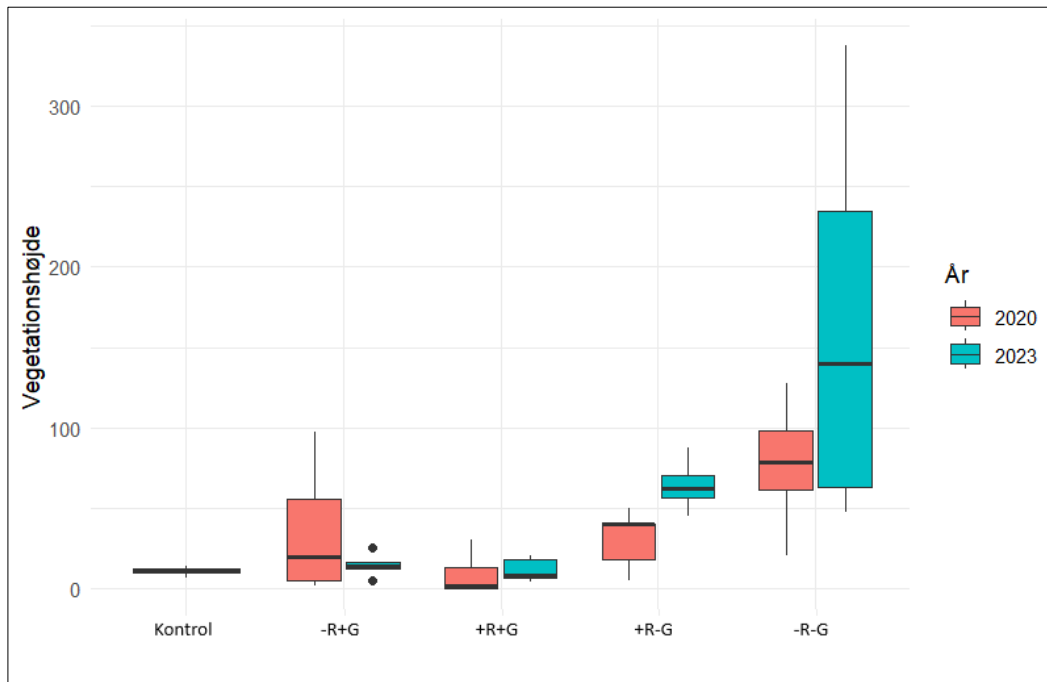


Fig. 18. Vegetationshøjde i undersøgelsesområdet i 2020 og 2023. Prøvefelter består af en kombination af græsning (+G), ingen græsning (-G), rydning (+R) og ingen rydning (-R). Kontrolfelt fra 2023 er vist i figuren. Figuren viser data for alle prøvefelter samt gennemsnit \pm SE, $n = 72$.

3.2.5 Diversitetsindeks

På baggrund af alle artsregistreringer blev der beregnet Shannon-Wiener diversitetsindeks for prøvefelterne i 2020 og 2023 (Fig. 19). I prøvefeltet med rydning og ingen græsning (+R-G) i 2023 blev der fjernet et datapunkt, hvor diversitetsindekset var nul. Resultaterne afslørede statistisk signifikante forskelle mellem prøvefelterne baseret på forskelle i græsningsbehandling (Fig. 19). Forskellen mellem kombinationer med og uden græsning var signifikant i 2023 ($n = 31$, $p < 0,001$) men ikke i 2020. I 2023 var diversitetsindekset i gennemsnit på 1,8 for prøvefelter med græsning og på 1,24 for prøvefelter uden græsning. Desuden viste resultaterne, at der var signifikant forskel i diversitetsindeks mellem prøvefelter med græsning i 2020 og prøvefelter uden græsning i 2023 ($n = 31$, $p < 0,05$). Det samme var tilfældet for prøvefelter uden græsning i 2020 og prøvefelter med græsning i 2023 ($n = 32$, $p < 0,05$). Generelt var der en signifikant forskel i artsdiversitet mellem årene og inden for 2023

som ikke var tilfældet for 2020. For 2020 var det samlede gennemsnit for Shannon-Wiener diversitetsindeks på 1,56 mens det var på 1,52 i 2023. Kontrolfeltet i 2023 var signifikant forskellig fra kombinationer med græsning i 2020 ($n = 24$, $p < 0,05$) og 2023 ($n = 24$, $p < 0,005$). Artsdiversiteten for kontrolfeltet i 2023 var 1,32, hvilket var lig den for kombinationer uden græsning.



Fig. 19. Shannon-Wiener diversitetsindeks for prøvefelter i undersøgelsesområdet i 2020 og 2023 med henholdsvis græsning (+G) og ingen græsning (-G). Figuren viser data for alle prøvefelter samt gennemsnit \pm SE, $n = 63$. Stjerner over kolonnerne indikerer signifikante forskelle mellem grupperne.

4. Diskussion

Dette specialeprojekt har til formål at karakterisere og sammenligne vegetationsændringerne på fire permanente prøvefelter i Kilderne i perioden 2020-23. Resultaterne viser tydelige forskelle i artssammensætning, vegetationshøjde og dækningsgrader på baggrund af forskelle i græsningsbehandling. Generelt er forskellene mellem prøvefelterne større i 2023 end i 2020, og forskellene mellem 2020 og 2023 er også markante. Det bekræfter hypotesen om, at forskellene mellem prøvefelterne er blevet uddybet i løbet af perioden (Fig. 13). Vegetationshøjden er højere i frahegnede prøvefelter end i ikke-frahegnede prøvefelter og forskellen mellem felterne er blevet større efter flere græsningsæsoner. Generelt er dækningen af vedagtige planter gået frem i alle prøvefelter, hvilket har forårsaget kraftig tilgroning i de frahegnede prøvefelter og i mindre grad i de ikke-frahegnede prøvefelter.

4.1 NOVANA: Overdrev- og hedearealer i Kilderne

Særligt for området ved Kilderne er tilstedeværelsen af Gudenåens og Skjernåens udspring. Afstanden til kilderne har betydning for grundvandsdybden, hvilket spiller en vigtig rolle for områdets økologiske forhold og vegetationssammensætning (Huang et al. 2019). Resultaterne af ordinationsanalysen viste, at grundvandsdybden for de seks overvågningsstationer i NOVANA varierede, hvilket formentlig skyldtes afstanden til Gudenåens og Skjernåens kilder. Ved station 4525, 1384 og 1382, tæt ved kildernes udspring, lå grundvandsspejlet højere (Fig. 5). Disse stationer havde desuden også højere indikatorværdier for næringsstatus og reaktionstal (Fig. 7). Når grundvandet er tættere ved jordoverfladen kan det påvirke næringsstoftilgængeligheden. Opløste næringsstoffer kan lettere transporteres til planternes rødder, hvilket begunstiger planter med højere indikatorværdier for næringsstatus. Opløste mineraler i grundvandet kan også resultere i mere alkaliske jordforhold og kan være årsagen til højere indikatorværdier for reaktionstal (Ertsen et al. 1998). Ordinationsanalysen viste, at højere grundvandsdybde var korreleret med højere indikatorværdier for fugtighed, hvilket ikke stemte overens med den generelle forventning (Fig. 7). Dette kan skyldes mikrohabitatvariationer, hvor lokale forhold såsom jordtype, vegetationsdække og topografi påvirker jordfugtigheden uafhængigt af grundvandsniveauet (Denney et al. 2020).

Ordinationsanalysen afslørede mindre forskelle i artsammensætning for de seks stationer i NOVANA. Ingen af disse forskelle viste sig imidlertid at være signifikante. Det indikerer, at overvågningsstationerne samlet set giver et repræsentativt billede af vegetationssammensætning- og diversitet på overdrev- og hedearealer i Kilderne. Når man sammenligner undersøgelsesområdet i 2023 med overvågningsstationerne var der overlap i artssammensætning, hvilket antydede en vis grad af lighed i de økologiske forhold (Fig. 6). Analysen af artsgrupperne identificerede forskellige klynger, hvor nogle arter var karakteristiske for både undersøgelsesområdet og NOVANA stationerne, mens andre kun blev observeret i et af områderne (Fig. 8). Artsdiversiteten for undersøgelsesområdet og de seks stationer i NOVANA var imidlertid ikke signifikant forskellig fra hinanden (Fig. 10). Samtidig afslører arts-areal analysen også et relativt stort overlap mellem områderne, hvor 39 ud af 40 arter fundet i undersøgelsesområdet i 2023 også blev fundet ved NOVANA stationerne (Fig. 11). Det kan konkluderes, at en stor del af artsdiversiteten på overdrev- og hedearealer i Kilderne er sammenholdt i undersøgelsesområdet, hvilket er relevant i et forvaltningsmæssigt perspektiv.

4.2 Vegetationsdynamik

Mange af de lysåbne naturtyper er i dag under tilgroning med træer og buske eller under udvikling mod en ensartet og artsfattig vegetation domineret af få konkurrencesterke arter. Tilgroning med buske og træer ses ofte som et symptom på manglende naturlig dynamik, f.eks. fra store planteædende dyr (Timmermann et al. 2015; Fredshavn et al. 2019b).

I dette specialeprojekt var der en forventning om større dominans af vedagtige planter i de frahegnede prøvefelter, hvilket blev bekræftet af resultaterne. I 2023 var dækningsgraden af vedagtige planter steget med 12 % og dækkede dermed halvdelen af de frahegnede prøvefelter (Fig. 16b). Samtidig var vegetationshøjden steget med cirka en meter siden tidligere dataindsamling i 2020 (Fig. 18). *Rubus sect. Rubus* var i 2020 og 2023 en af de mest dominerende arter i de frahegnede prøvefelter. *R. sect. Rubus* er en kratdannende halvbusk med tornede skud. Planten har et omfattende rodnet der kan sprede sig bredt i jorden og understøtte kraftig vækst samtidig med, at de lange buede stængler kan vokse sig flere meter lange (Giversen et al. 2012; Frederiksen et al. 2019). *Cytisus scoparius* og *Calluna vulgaris* var også blandt de syv mest dominerende arter (Fig. 15b). I prøvefelterne blev der også registreret andre vedplanter som *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Prunus serotina*, *Sorbus aucuparia*, *Quercus robur*, *Frangula alnus* og *Pinus sylvestris* (se bilag 4, s. 74). Nogle af disse arter anses som problemarter når de optræder i lysåben natur, hvilket betyder, at deres tilstedeværelse indikerer en uønsket, negativ påvirkning på naturtyperne. Ifølge basisanalysen for Natura 2000-området er der registreret kraftig tilgroning med disse arter på flere arealer med tør hede i Kilderne (Miljøstyrelsen 2021). *Prunus serotina* er klassificeret som invasiv i Danmark og påvirker hjemmehørende karakteristiske arter som *C. vulgaris* negativt, når den findes på overdrev- og hedearealer. Dette skyldes bl.a., at arten øger tilgængeligheden af en række næringsstoffer i overfladejorden og derved ændrer vækstbetingelserne i næringsfattige lysåbne økosystemer (Vanderhoeven et al. 2005; Miljøstyrelsen 2022). *Cytisus scoparius* kan også være problematisk når den bliver dominerende på lysåben natur. Arten danner tætte krat der kan blive flere meter høje og danner frø der kan overleve en årrække i jorden og skabe en vedvarende frøbank, der spirer ved påvirkning som giver lys til jordbunden. *Cytisus scoparius* har kvælstoffikserende bakterier i rodknoldene og er derfor ikke afhængig af tilgængeligt kvælstof i jorden. Hvis arten bliver dominerende kan den udkonkurrere den lysåbne plantevækst og desuden hæmme reetablering af bundvegetationen idet den ændrer jordens næringsstofindhold. *Cytisus scoparius* er imidlertid en hjemmehørende indikatorart for tørre dværgbusksamfund (DCE 2016). Mange steder i Vestjylland anses den ikke som en trussel mod den naturlige flora men kan være et problem, når den når over bidehøjde og dermed kræver aktiv rydning, hvis den skal fjernes. Arten er

imidlertid meget svær at bekæmpe på grund af den store mængde frø den producerer og frøenes lange levetid (Buttenschøn 2005; Buchwald 2008).

Andre hjemmehørende arter som truer habitatdirektivets naturtyper i Kilderne er bl.a. *Betula pendula*, *B. pubescens* og *Rubus* sect. *Rubus*. I mit undersøgelsesområde og flere andre steder i Kilderne har Naturstyrelsen Trekantsområdet problemer med opvækst af disse arter (Biolog M. Hammer Holck, pers. komm. 11/05/2023). *Betula pendula* og *B. pubescens* er udpræget pionertræer som kan indfinde sig mange steder på lysåben bund i moser, skovlysninger og arealer under tilgroning (Larsen 2012). Arterne er lystræarter og har evnen til hurtigt at etablere sig og dominere et areal, men opnår som regel ikke en særlig høj alder. Andre eksempler på pionertræer som også blev fundet i undersøgelsesområdet er *Sorbus aucuparia* og *Pinus sylvestris* (Larsen 2012; Dragsted 2016). Disse vedplanter, sammen med *Quercus robur*, var årsagen til den markante stigning i vegetationshøjde siden 2020 (Fig. 18).

I de ikke-frahegnede prøvelfelter, var der også tegn på tilgroning da de vedagtige planter var gået frem med 15 % mellem 2020 og 2023 (Fig. 16b). Modsat i de frahegnede prøvelfelter, var vegetationshøjden imidlertid ikke blevet højere siden 2020 (Fig. 18). Dette tyder på, at græsningen ikke har forhindret spredningen af vedagtige planter, men har holdt vegetationen nede i en passende højde, hvor dyrene fortsat har haft mulighed for at spise af buske og træer. For de ikke-frahegnede prøvelfelter var graminoiderne den mest dominerende artsgruppe i vegetationen. Denne artsgruppe dækkede omkring 40 % af prøvelfelterne både i 2020 og 2023 og de primære arter var græsserne *Agrostis capillaris* og *Deschampsia flexuosa*.

Vegetationsdynamikken på tørre heder betragtes ofte som et to-artssystem bestående af *Deschampsia flexuosa* og *Calluna vulgaris*. Flere studier viser, at de to arter påvirker hinanden negativt og at den mest dominerende af de to ofte vil udkonkurrere den anden (Van Vuuren et al. 1992; Terry et al. 2004; Damgaard et al. 2009). *Calluna vulgaris* har langsom væksthastighed, længere levetid og omsættes langsomt på grund af en høj C:N ratio og et højt indhold af tanniner. Disse egenskaber bidrager til opretholdelsen af et næringsfattigt miljø og dominans af arter, der er tilpasset disse betingelser. *Deschampsia flexuosa* er en tæt tueformet græs som er meget almindelig i hedevegetation. Arten truer ofte lyngvegetationen på græsdominerede hedearealer idet den begunstiges af kvælstofnedfald til fordel for *C. vulgaris*. Udvidelsen af *D. flexuosa* på lokaliteter tidligere domineret af *C. vulgaris* er blevet tilskrevet øget næringspåvirkning. Dødt organisk materiale fra *D. flexuosa* har en hurtigere mineraliseringshastighed, hvilket begunstiger vækst og konkurrenceevne ved hurtigere tilbageførsel af kvælstof til jordens ressourcepulje (Van Vuuren et al. 1992). Ifølge seneste NOVANA-

kortlægning og basisanalyse for Natura 2000-området, er dækningen af middelhøje græsser og urter i undersøgelsesområdet højere end hvad der er optimalt, og kan være en indikation for næringsbelastning (Danmarks Miljøportal 2017; Miljøstyrelsen 2021). Det bekræftes desuden af dominansforhold og dækningsgrader (Fig. 14 og 16), at græsserne generelt er mere dominerende end dværgbuskene inden for undersøgelsesområdet.

4.2.1 Artsdiversitet

Hedearealer har som mange andre lysåbne naturtyper behov for forstyrrelse for at undgå tilgroning og derigennem en forringelse af naturtilstanden (Fredshavn et al. 2019b). Det er en forudsætning for opretholdelse af lyngheden, at der enten sker ny etablering af lyngplanter, eller at lyngplanterne forbliver i et stadium, hvor de er i stand til at danne nye skud fra stænglen. Nye skud dannes f.eks. efter slæt, afbidning eller brand (Petersen og Vestergaard 2006). Mange af de bredbladede urter, som er karakteristiske for den lysåbne natur, har behov for lys for at kunne forblive et element i plantesamfundet (Fløjgaard et al. 2021). Under græsning vil der kunne udvikles en mere artsrig vegetation på heden med arter som *Luzula campestris*, *Pilosella officinarum* og *Veronica officinalis* (Buttenschön 2007). Artsdiversiteten i undersøgelsesområdet var større i 2023 efter fire sæsoner med samgræsning. Forskellen i artsdiversitet var baseret på forskelle i græsningsbehandling og var størst mellem prøvefelterne i 2023, men også signifikant for årene imellem (Fig. 19). Der blev desuden fundet flere arter i undersøgelsesområdet i 2023 end i 2020 (Fig. 17). Disse resultater bekræfter hypotesen om græsningens gavnlige effekt på artsdiversiteten i undersøgelsesområdet.

Inden for undersøgelsesområdet blev der fundet en række stjernearter der er karakteriseret ved at være følsomme over for negative påvirkninger som næringspåvirkning, omlægning eller tilgroning (Bladt og Moeslund 2016; Aarhus Universitet, DCE 2021a). Her kan bl.a. nævnes *Calluna vulgaris*, *Carex pilulifera*, *Galium saxatile* og *Luzula campestris* som alle er kvælstoffølsomme arter der er karakteristiske for hedevegetationen (Giversen et al. 2012). *Galium saxatile* er blandt de mest dominerende arter inden for undersøgelsesområdet hvor den har dannet store bestande af nedliggende planter (Fig. 14). Arten er knyttet til sure voksesteder og bestandene er ofte så flade at de kan undgå græsning og lyngslåning på hederne (Giversen et al. 2012). Klyngeanalysen viste, at arten er relativt udbredt inden for undersøgelsesområdet og ofte blev fundet sammen med Bryopsida sp., *Deschampsia flexuosa*, *Rubus* sect. *Rubus*, *Cytisus scoparius* og *C. vulgaris* (Fig. 12). Arten har en Ellenberg lysindikatorværdi på syv og vokser generelt i fuld sol (Hill et al. 1999). Udbredelsen var stabil i de ikke-frahegnede prøvefelter men tilbagegående i de frahegnede prøvefelter mellem 2020 og 2023, hvilket tyder på, at afgræsning har haft en positiv effekt på tilgængeligheden af lys og artens

udbredelse (Fig. 15). Inden for undersøgelsesområdet blev der fundet enkelte stjernearter i 2020 som ikke var til stede i 2023 og omvendt (se bilag 4, s. 74). Disse lysindikatorarter blev primært fundet i de ikke-frahegnede prøvefelter, hvor artsdiversiteten mellem årene heller ikke var signifikant forskellig fra hinanden (Fig. 19). De årlige variationer i arternes tilstedeværelse kan være resultatet af et komplekst samspil mellem græsningens indvirkning på lys- og næringsforhold og den indbyrdes konkurrence mellem arterne. Græsning kan også forstyrre jorden og påvirke frøbankens sammensætning og spiring således at artssammensætningen kan variere mellem årene (Buttenschön 2007).

Resultaterne af ordinationsanalysen viste, at Ellenbergs lysindikator var korreleret med forskelle i græsningsbehandling, hvor ikke-frahegnede prøvefelter generelt havde højere indikatorværdier (Fig. 11c). De ikke-frahegnede prøvefelter havde tilsvarende højere dækningsgrad af urter og et større antal arter end de frahegnede prøvefelter (Fig. 17). Det peger på, at græsningen øger artsdiversiteten ved at skabe forbedrede lysforhold for de lavt voksende, lyskrævende urter (Rupprecht et al. 2016; Köhler et al. 2016; Henning et al. 2017). Ordinationsanalysen viste endvidere, at Ellenberg-indikatorværdier for fugtighed var højere i de frahegnede prøvefelter, som var under tilgroning med træer og buske og havde mere karakter af skov end lysåben natur (Fig. 11c). Udsvingene i luft- og jordtemperatur er mindre i skov end på åbent land og dagtemperaturen er generelt lavere, hvilket forårsager en højere relativ luftfugtighed. Efterhånden som skoven etablerer sig, bliver jordbunden mere fugtig pga. øget skygge, nedsat fordampning og en stabil jordstruktur, der holder bedre på fugten (Petersen og Vestergaard 2006). De arter, der lever på et skovbevokset areal, vil derfor kunne forventes at have en højere Ellenberg-indikatorværdi for fugtighed. Herunder er f.eks. *Frangula alnus* der er fundet i de frahegnede prøvefelter og som generelt vokser på fugtig, sur bund, i krat (Giversen et al. 2012). Ellenberg-indikatorværdier for næringsstatus og reaktionstal var også korreleret med indikatorværdien for fugtighed (Fig. 11c). Større relativ fugtighed kan påvirke jordens kemiske sammensætning og næringsindhold, som kan lede til ændringer i reaktionstal og næringsstatus. Dette afspejles i Ellenberg-indikatorværdierne for de pågældende arter, der lever der (Ertsen et al. 1998). *Rubus* sect. *Rubus* er meget dominerende i de frahegnede prøvefelter og har relativt høje værdier for både næringsstatus og reaktionstal, hvilket kan være årsagen til korrelationen mellem de tre indikatorværdier (Hill et al. 1999). Indikatorværdierne for næringsstatus og reaktionstal var imidlertid kun meget svagt korreleret i ordinationsanalysen, hvorfor man bør tolke på resultaterne med forsigtighed (Fig. 11).

I 2023 blev der udlagt et kontrolfelt uden for hegning Lindbjerg for at etablere et sammenligningsgrundlag for undersøgelsesområdet. Kontrolfeltet er registreret som §3-hede i 2021 (Danmarks Miljøportal 2024). Ordinations- og klyngeanalysen viste, at artssammensætningen i kontrolfeltet

adskilte sig fra artssammensætningen i undersøgelsesområdet (Fig. 11 og 12). *Calluna vulgaris* var reduceret til enkelte planter pletvist inden for arealet hvorfor kontrolfeltet havde mere karakter af græshede med dominans af *Deschampsia flexuosa* og kun få karakteristiske hedearter som *Cytisus scoparius* og *Galium saxatile* (Miljøstyrelsen 2016). Desuden var der en række arter spredt inden for kontrolfeltet som ikke blev fundet i undersøgelsesområdet, herunder *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella*, *Luzula pilosa* og *Rubus idaeus*. Disse arter findes ofte i løv- og nåleskov på fugtig, skygget bund (Hill et al. 1999). Arter som *Chamerion angustifolium* og *Trientalis europaea* er også almindelige i løv- og nåleskov og blev fundet i kontrolfeltet og inden for de frahegnede prøvefelter (Giversen et al. 2012). Inden for kontrolfeltet var der også stedvis opvækst af bl.a. *Betula*-arter og *Frangula alnus*. Artssammensætningen indikerede, at arealet er under tilgroning og bevæger sig mod områdets klimaksvegetation. Heder er, som mange andre lysåbne naturtyper, et resultat af menneskers udnyttelse og derfor et ustabil samfund, der overladt til sig selv vil gro til i løvskov (Giversen et al. 2012; Fløjgaard et al. 2017).

4.3 Fødevalg og græsningsadfærd hos kvæg, heste og geder

I hegning Lindbjerg har der siden 2020 været samgræsning med Angus kvæg, Exmoor-ponyer/ponyblandinger og Dansk Landrace geder. De græssende dyr er på forskellige måder tilpasset til at udnytte plantemateriale og behovet for en bestemt foderkvalitet er bl.a. afhængig af dyreart og dyrets alder. For de græssende husdyr er der desuden forskel på indtagelse af blad- og vedmateriale. Dyrene tilpasser ofte diæten på én af to måder: enten ved at etablere og vedligeholde plæneagtig vegetation til græsning eller udvælge næringsrige plantedele mere selektivt (Buttenschøn 2007). Generelt vil en større diversitet af planteædere betyde en større udnyttelse af primærproduktiviteten fordi dyrene vil udnytte en større variation i plantedele- og ressourcer (Prins og Fritz 2008).

Kvæg er et af de hyppigste dyr brugt til naturpleje i Danmark. Kvæg afriver eller afbider plantevækst ved hjælp af tungen og er generelt mindre selektive i deres fødevalg end andre græsningsdyr. De foretrækker græsser og halvgræsser frem for urter mens vedplanter græsses i begrænset omfang. Kvæget kan dog yde betydelig skade på træer og buske da de kan rive blade og kviste af de arter de foretrækker og desuden lære at bøje grene og mindre træer for at nå frisk løv (Buttenschøn 2007). Resultaterne af en række studier viser, at kvæg ofte æder en større andel af vedagtige planter end heste (Menard et al. 2002; Lamoot et al. 2005; Cromsigt et al. 2017). De foretrukne arter er bl.a. *Sorbus aucuparia*, *Betula pubescens*, *Quercus robur* samt arter af *Prunus*-slægten og *Salix*-slægten (Buttenschøn 2007; Cromsigt et al. 2017). Afbidning af løv sker som en integreret del af den

almindelige græsningsadfærd og ofte kun i de områder hvor der for kvæget er optimal græsvækst (Buttenschøn 2007).

Heste er udpræget græssere men er i modsætning til kvæg mere selektive i deres fødevalg. De foretrækker letfordøjelige græsser med højt næringsindhold men kan også æde grovere græsser som *Deschampsia flexuosa* og *Molinia caerulea* (Buttenschøn 2007). Heste vil ofte kun græsse på vedplanter i begrænset omfang og mange buske og træer vrages helt. I nogle tilfælde har man fundet, at græsning med heste har været utilstrækkelig eller ligefrem begunstiget tilgroning (Buttenschøn og Buttenschøn 2001; Cornelissen og Vulink 2001; Lamoot et al. 2005; Cromsigt et al. 2017). Flere studier, både danske og udenlandske, viser imidlertid eksempler på, at heste under mere ekstensive driftsformer kan have stor effekt på tilgroningsraten (Putman et al. 1987; Köhler et al. 2016; Doboszewski et al. 2017; Bonavent et al. 2023). I The New Forest i England, et 37.000 ha stort naturområde, har der de sidste mange århundreder været afgræsset med store populationer af fritgående kvæg og heste. I et studie vedr. dyrenes fødeindtag fandt man, at hestenes fødevalg var markant forskellig fra sommer til vinter. Om sommeren foretrak dyrene at æde græs mens indtaget af vedagtige planter steg om vinteren idet græsmængden blev knap og de måtte søge andre fødekilder. Arter som *Ulex europaeus* og *Ilex aquifolium* var en vigtig del af hestenes vinterfoder (Putman et al. 1987). I andre studier har man også observeret, at heste velvilligt spiser vedagtige planter, bl.a. af slægterne *Alnus* og *Salix* (Doboszewski et al. 2017). Desuden kan hestegræsning reducere mængden af opbygget førne, hvilket i flere tilfælde øger lystilgængeligheden og artsdiversiteten betydeligt (Köhler et al. 2016; Bonavent et al. 2023).

Geder vælger ofte den mest næringsrige del af vegetationen men har derudover brug for en del strukturrigt foder. De foretrækker at spise træer og buske, der normalvis udgør ca. 60 % af deres fødeindtag. Her udnytter de, at energiindholdet i løv generelt er højere sammenlignet med energiindholdet i anden bundvegetation (Buttenschøn 2007). Indholdet af råprotein, magnesium, calcium og fosfor er generelt højere i arter som *Cytisus scoparius*, *Betula pendula*, *B. pubescens* og *Rubus* sect. *Rubus* end i græsarter som *Deschampsia flexuosa* og *Agrostis capillaris* (Grime et al. 1990; Buttenschøn 2016). Geder har en relativ stor vomvolumen og kan derfor klare sig godt hvor vegetationen fortrinsvis består af træer og buske, som ellers har lavere fordøjelighed end græs og urter. De æder mange forskellige arter som bl.a. *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia* og *Rubus* sect. *Rubus* og foretrækker generelt yngre træer og buske frem for ældre vedplanter der er mere forveddet (Buttenschøn 2007). Geder har i flere studier vist sig at være effektive kratryddere (Valderrábano og Torrano 2000; Álvarez-Martínez et al. 2013; Elias og Tischew 2016).

4.3.1 Vegetationens foderkvalitet

Der er generelt mange faktorer der har betydning for vegetationens palatabilitet, som bl.a. kemisk sammensætning og forskellige morfologiske strukturer (Marten 1970). De store planteædere har gennem deres forskellige fødepræferencer stor indflydelse på vegetationsstruktur og artssammensætning på et areal. Undersøgelser af vegetationens palatabilitet er relevant ift. at forudsige, hvordan et naturareal vil kunne udvikle sig under afgræsning (Fløjgaard et al. 2021).

Deschampsia flexuosa er en af de mest dominerende arter inden for undersøgelsesområdet og den mest dominerende græsart i de frahegnede prøvefelter (Fig. 14 og 15b). *Deschampsia flexuosa* er ofte vintergrøn og har et relativt højt niveau for fordøjelighed og N-indhold i forsommer og efterår (Buttenschøn 2007). *Agrostis capillaris* er også en af de mest almindelige arter i tør græsvegetation. Arten har krybende jordstængler der breder sig horisontalt og sender opadgående skud til jordoverfladen. Den kan derfor sprede sig hurtigt og etablere tætte kolonier (Giversen et al. 2012; Frederiksen et al. 2019). Arter af *Agrostis*-slægten er bredbladede græsser med lav tekstur som ofte ædes velvilligt af græssende dyr (Grime et al. 1990; Buttenschøn 2007; Pollock et al. 2007). De har desuden lave vækstpunkter hvilket betyder, at de hurtigt kan danne bladmasse igen efter afbidning og derfor ikke er specielt sårbare overfor græsningspåvirkning (Grime et al. 1990; Buttenschøn 2007; Scottish Forestry 2019b). I de ikke-frahegnede prøvefelter viste resultaterne, at *A. capillaris* var mere dominerende end *D. flexuosa* i 2023 (Fig. 15a). Dyrene æder sandsynligvis både af *D. flexuosa* og *A. capillaris*, men de lave vækstpunkter hos *A. capillaris* gør, at dens udbredelse ikke påvirkes negativt under græsning. Tværtimod vil den øgede lystilgængelighed til jordbunden begunstige ny vækst, hvilket kan være årsagen til dominans af *A. capillaris*, der har en Ellenberg lysindikatorværdi på syv (Grime et al. 1990; Hill et al. 1999). *Deschampsia flexuosa* er en tueddannende græs der uden forstyrrelse kan danne tykke lag af dødt plantemateriale hvormed lysmængden der når jordbunden mindskes. *Deschampsia flexuosa* tåler selv skygge mens den på åbne hedearealer ofte vil blive reduceret hvis arealet afgræsses (Buttenschøn 2007; Scottish Forestry 2019b). Uden forstyrrelse vil der kunne udvikle sig et tæt plantedække af *D. flexuosa*, hvilket er tilfældet i de frahegnede prøvefelter. Dette ses ofte på hedearealer der har henligget uden pleje og hvor *Calluna vulgaris* ofte afløses af *D. flexuosa* (Van Vuuren et al. 1992; Terry et al. 2004; Damgaard et al. 2009).

Calluna vulgaris var den eneste dværgbusk inden for undersøgelsesområdet. Arten var mindre hyppig i 2023 i de ikke-frahegnede prøvefelter mens den var gået frem i de frahegnede prøvefelter (Fig. 15). Dette indikerede, at dyrene inden for undersøgelsesområdet æder af *C. vulgaris*. Artens indhold af næringsstoffer svinger alt efter hvor gammel den er, hvilket er af væsentlig betydning ift.

at dække dyrenes fødebehov. Bladmassen udgør en større procentdel af årets vækst i yngre lyng og for at lyngen græsses optimalt forudsætter det, at en stor del af årets bladmasse bliver spist. Dværgbuskheder der domineres af ældre buske kan med fordel forynges ved f.eks. afbrænding, før de sættes under græsning (Diemont 1990; Buttenschøn et al. 2005; Mitchell et al. 2008). På lang sigt vil græsning på hedearealer resultere i en mosaik af græs- og dværgbusksamfund fordi græsningstrykket ofte ikke vil være jævnt fordelt over arealet (Buttenschøn 2007).

Rubus sect. *Rubus* var betydeligt mere dominerende i de frahegnede prøvefelter end i de ikke-frahegnede prøvefelter, hvilket indikerede, at den også ædes af de græssende dyr. Flere *Rubus*-arter betragtes som værende af høj foderkvalitet for planteædere ifølge en tabel udarbejdet af Skovstyrelsen i Skotland (Scottish Forestry 2019a). Arter af *Rubus*-slægten har typisk grønne blade vinteren igennem og er derfor også en vigtig fødekilde for græsningsdyr i vinterperioden når føden bliver knap (Ejrnæs og Bruun 2019). Dyrene i hegning Lindbjerg bliver imidlertid sat på stald fra slutningen af november indtil starten af maj og er derfor ikke udsat for samme fødeknaphed som de ville være under helårsgræsning. *Cytisus scoparius* havde stort set samme dækningsgrad i de ikke-frahegnede prøvefelter i 2020 og 2023, hvilket tydede på en vis græsningseffekt (Fig. 15a). Indholdet af råprotein, mineraler og andre makronæringsstoffer er relativt højt i mange vedagtige planter, hvorimod det ofte kun er fundet i suboptimale mængder i sur overdrevs- og hedevegetation (Buttenschøn 2007; Buttenschøn 2010; Buttenschøn 2016). Under dataindsamling i 2023 blev der ikke observeret nogen dyr i de specifikke områder, hvor undersøgelsen fandt sted. Gederne blev derimod set æde af *R. sect. Rubus* og *C. scoparius* under dataindsamling i det foregående specialeprojekt i 2020 (Steenholdt 2021).

4.4 Forvaltningsstrategier

Forvaltningen af den danske natur står overfor udfordringer ift. at bevare og fremme den biologiske mangfoldighed. Baseret på resultaterne i dette specialeprojekt og på baggrund af flere videnskabelige artikler, anbefales her en række strategier der kan bidrage til at opnå en mere dynamisk og varieret natur i hegning Lindbjerg ved Tinnets Krat. Fokus bør være på fortsat brug af græsning som nøglemetode, understøttet af evt. løbende manuel rydning for at fremme overgangszoner. Tiltagene vil ikke blot modvirke tilgroning men også skabe gode betingelser for en lang række af arter der trives i overgangen mellem skov og lysåben natur (Fløjgaard og Ejrnæs 2024). I naturforvaltning er det afgørende at tage højde for de lokale forhold og være kontekstafhængig. Naturarealer har forskellige økologiske, klimatiske og topografiske karakteristika, som kræver lokale løsninger. En fleksibel og adaptiv forvaltningspraksis, der inddrager kontinuerlig overvågning og tilpasning, vil være nødvendig for at

sikre, at de implementerede tiltag har den ønskede effekt på kort og lang sigt (DeFries og Nagendra 2017; Meyfroidt et al. 2022).

4.4.1 Vigtigheden af overgangszoner

I sidste Mellemistid har vegetationen på landskabsskala været mere heterogen med vekslen mellem lysåben natur samt lysåben skov og krat (Pearce et al. 2023). De naturtyper der findes i dag er imidlertid udviklet stort set uden tilstedeværelse af store planteædere eller under stor indflydelse fra landbrugsdrift, hvilket har mindsket landskabsvariationen og opsat skarpe grænser mellem forskellige naturtyper (Chiarucci et al. 2010). I den danske naturforvaltning har man også haft fokus på en skarp afgrænsning mellem skov og lysåbne naturtyper. Når man skal bevare og udvikle den biologiske mangfoldighed er et unaturligt skel mellem naturtyper dog ikke hensigtsmæssig, da mange arter trives i overgangen mellem skov og lysåben natur (Ejrnæs et al. 2009). I dag er der kommet mere fokus på overgangszoner mellem skov og lysåben natur, bl.a. på statens arealer (Naturstyrelsen 2022). I dette specialeprojekt har der været fokus på tilgroning som en af de vigtigste påvirkningsfaktorer for den lysåbne natur. Det er imidlertid vigtigt at nævne, at spredte træer og buske hører med til hedens karakter og at krat på heder direkte kan være beskyttet som habitatnaturtype (Miljøstyrelsen 2016). Enkeltstående træer og buske, buskadser og krat kan have stor værdi som levesteder for mange arter. Generelt øges antallet af arter der er knyttet til de enkelte træ- og buskarter jo længere de har været i landet. Arter som *Betula pendula* og *Quercus robur* har eksempelvis mellem 600 og 800 forskellige arter af insekter tilknyttet (Thomsen 2000; Buttenschøn et al. 2018). Arter som *Cytisus scoparius* og *Rubus sect. Rubus* er ligeledes væsentlige ressourcer for blomstersøgende insekter, fugle og pattedyr (Waloff 1968; Ejrnæs og Bruun 2019; Wignall et al. 2020). Det er naturligt at de forskellige naturtyper forekommer i en dynamisk mosaik og tilgroning med vedagtige planter er blot en indikator for, at den naturlige dynamik mangler (Ejrnæs et al. 2009; Ejrnæs og Bruun 2019). Ud fra et forvaltningsperspektiv kan større landskabsvariation også løse flere problemstillinger ift. de græssende dyr. Det giver dyrene mulighed for at søge og udnytte forskellige føderessourcer i løbet af året samt sikre dem naturlig læ i form af krat eller skov (Fløjgaard og Ejrnæs 2024).

4.4.2 Helårsgræsning med flere græsningsdyr

Inden for naturpleje er der en stigende interesse for at anvende samgræsning med to eller flere arter af husdyr. Der er imidlertid ikke meget dokumentation for effekten heraf på naturtyper og artsrigdom i Danmark. Samgræsning imiterer naturlige økosystemer, hvor mange arter med forskellige fødenicher græsser sammen. Det kan være meget effektivt mod tilgroning og man kan ofte opretholde et

højere græsningstryk fordi fødenicherne er forskellige (Fløjgaard et al. 2017). I hegning Lindbjerg har der siden græsningssæsonen 2020 været anvendt kvæg, heste og geder til samgræsning. Dette specialeprojekt understreger de positive effekter af samgræsning, da der siden 2020 er sket en reduktion af opvækst i de ikke-frahegnede prøvefelter sammenlignet med de frahegnede prøvefelter. Græsningen har desuden haft en positiv effekt på lystilgængeligheden og artsdiversiteten i undersøgelsesområdet. Ud fra resultaterne kan man imidlertid se, at der fortsat er problemer med opvækst i undersøgelsesområdet da den samlede dækning af træer og buske er steget siden 2020. Hegning Lindbjerg er under sidste kortlægning ifm. Natura 2000-planen registreret som tør hede i moderat tilstand. Dette skyldes til dels tilgroning med vedplanter og stedvis høj dækning af mellemhøje urter og græsser (Danmarks Miljøportal 2017; Miljøstyrelsen 2021). For at forbedre naturtilstanden kan man med fordel benytte sig af helårsgræsning da dyrene om vinteren æder andre fødekilder end om sommeren (Putman et al. 1987; Thomassen et al. 2022). Ved helårsgræsning vil dyrene derfor udbrede deres fødenicher og derigennem have en større og bredere effekt på træer og buske (Fløjgaard et al. 2017). I et studie vedr. sæsonbestemte mønstre i diæten hos heste og kvæg fandt man vigtige forskelle mellem græsningsdyrene i vinterperioden, hvor føderessourcerne var reduceret. Diætanalysen viste en relativ lille andel af graminoider i fødeindtaget hos begge planteædere. Kvæg havde en større effekt på buske, bl.a. arter af *Rubus*-slægten, mens heste indtog en højere andel af vedplanter, herunder især *Quercus robur* men til dels også *Cytisus scoparius*. De forskellige proportioner af plantemateriale i fødeindtaget og de sæsonmæssige variationer tyder på, at helårsgræsning med forskellige typer af græsningsdyr kan fremme en mere heterogen og artsrig vegetation (Thomassen et al. 2022).

4.4.3 Regulering af græsningstryk

I en målrettet naturpleje kan man justere græsningstryk samt græsningens varighed og timing for at opnå bestemte mål for arealerne (Marchetto et al. 2021). Flere studier har vist, at græsning med geder kan bruges imod tilgroning af lysåben natur (Goehring et al. 2010; Rathfon et al. 2014; Elias et al. 2018; Hyttel 2020). Formålet med udsætning af geder i hegning Lindbjerg var ligeledes en målrettet indsats for at reducere vedopvækst på de lysåbne arealer. Det kan imidlertid være vanskeligt at få etableret det optimale græsningstryk pga. årsvariation i arelets bæreevne og variation i dyrenes fordeling af græsning på naturtype og plantesamfund. Typisk vil dyrene foretrække at græsse i områder med den mest næringsrige og friske plantevækst, mens områder med grovere plantevækst vrages (Buttenschøn et al. 2018). Inden for undersøgelsesområdet er der fortsat opvækst af vedagtige planter som *Rubus* sect. *Rubus* og *Cytisus scoparius*. For at få græsset de mindre attraktive områder kan man styre afgræsningen, f.eks. gennem opdeling af et areal i mindre hegn så dyrene befinder sig de steder,

hvor der er et indsatsbehov (Buttenschön et al. 2018). I flere studier med gedegræsning har man fundet positive effekter på tilgroning ved at have et højt græsningstryk i kortere genopretningsperioder (Elias og Tischew 2016; Elias et al. 2018; Marchetto et al. 2021). Et eksempel fra Naturstyrelsens egne arealer viser det samme resultat. I en mindre hegning, nord for hegning Lindbjerg, har der også været problemer med tilgroning af *C. scoparius*. I et forsøg på at komme opvæksten til livs fik Naturstyrelsen en 'Biobaler' ud i begge hegninger (ikke i prøvelfelterne) i efteråret 2022. Metoden med Biobaleren involverede rydning af *C. scoparius*, hvor stødende blev efterladt "flossede" i stedet for lige afskåret. Plantematerialet blev herefter presset til baller der kunne fjernes fra området. Biobaleren kørte i bæltter med en frihøjde over jorden så bundvegetationen ikke blev negativt påvirket (Skovfoged R. Christiansen, pers. komm. 09/11/2023). Frihøjden sikrede desuden, at jordbunden ikke blev forstyrret, hvilket ellers kunne skabe nye spirebede for *C. scoparius* (Buttenschön 2007). Den mindre indhegning er ca. fire ha og er indtil 2023 blevet afgræsset med fire-fem Angus kvæg fra maj til november. I foråret 2023 kom der første gang samgræsning på arealet med seks-syv Walliser geder, hvilket resulterede i et relativt højt græsningstryk (Forpagter J. Pedersen, pers. komm. 22/01/2024). Efter besigtigelse af arealet i foråret 2024 kan jeg konstatere, at det høje græsningstryk har holdt genvækst af *C. scoparius* nede i den lille indhegning. Dette er ikke tilfældet i hegning Lindbjerg, hvor arealet er større og græsningstrykket mindre.

Når man styrer afgræsningen og øger græsningstrykket, f.eks. ved indre hegn, skal man være opmærksom på de konsekvenser det kan have for et naturareal. Et højt græsningstryk kan lede til overgræsning og dermed en negativ påvirkning på forstyrrelsesfølsomme arter og en indsnævring af artsspektret (Buttenschön et al. 2018). I en række studier har man fundet, at et højt græsningstryk med geder i det tidlige forår favoriserede græsning på vedagtige planter. Dette skyldes, at skuddene var friske og lignin- og fiberindhold dermed var lavere. Man fandt umiddelbart ingen negative effekter på den urteagtige vegetation (Álvarez-Martínez et al. 2013; Elias og Tischew 2016; Elias et al. 2018; Marchetto et al. 2021). På baggrund af disse studier vil man med fordel kunne opsætte et indre hegn i undersøgelsesområdet, hvor man kan lade dyrene græsse ved et højt græsningstryk i foråret. For at sikre mængden af føde til dyrene og undgå overgræsning kan man derefter åbne op til den resterende del af hegningen for resten af græsningssæsonen.

4.4.4 Manuel rydning inden græsningsregime

Resultaterne i dette specialeprojekt afslørede ingen signifikante forskelle i vegetationen baseret på rydningsbehandling. Det kan derfor konkluderes, at rydning foretaget i undersøgelsesområdet i 2020 ikke har haft nogen længerevarende effekt på vegetationssammensætningen. Andre studier har fundet,

at naturplejemetoder med manuel rydning ikke har nogen vedvarende effekt på tilgroning, hvis ikke det efterfølges af afgræsning (Álvarez-Martínez et al. 2013; Marchetto et al. 2021). Man har dog også fundet at græsningseffekten er størst, når den kombineres med løbende manuel rydning i de tilfælde, hvor dyrene ikke selv kan holde opvækst nede (Buttenschøn 2007; Álvarez-Martínez et al. 2013; Elias og Tischew 2016; Elias et al. 2018). I undersøgelsesområdet kan man foretage manuelle rydninger, f.eks. én gang årligt inden græsningssæsonen starter for at accelerere en genopretningssucces. Plantematerialet kan evt. fjernes fra området for at undgå de næringsstoffer der frigives fra det rydgede materiale og som kan give opvækst af næringsyndende planter (Buttenschøn 2007). Hvis græsningen efterfølgende kan holde tilgroning i en passende højde kan rydning udfases (Elias et al. 2018).

4.5 Projektets begrænsninger

I dette specialeprojekt er der en række metodiske udfordringer og bias som skal adresseres ift. resultaternes troværdighed. Dataindsamling i 2020 og 2023 er foretaget af to forskellige personer, hvilket kan introducere metodisk bias i undersøgelsen (Steenholdt 2021). Forskelle i individuelle observationsteknikker, præcision og subjektive vurderinger kan påvirke dataenes nøjagtighed. Forskel i arts-kendskab kan desuden have betydning for hvilke arter der observeres inden for undersøgelsesområdet og især skabe usikkerhed omkring betydningen af sjældne eller mindre hyppige arter. For at tage højde for denne bias er der i dataanalysen fjernet såkaldte singleton-arter, der kun er observeret én gang i undersøgelsesområdet (Poos og Jackson 2012). Herved reduceres risikoen for at sjældne, tilfældige observationer mindsker resultaternes robusthed. I analysen er der desuden lagt vægt på dominansforhold af de syv-otte mest dominerende arter i undersøgelsesområdet. Dette fokus kan hjælpe med at mindske metodisk bias da dominerende arter er mere tilbøjelige til at blive korrekt identificeret og registreret konsekvent af forskellige personer. Fokus på dominerende arter er desuden relevant da de har stor betydning for forståelsen af økosystemets dynamikker, modsat sjældne arter (Ellison og Degrossi 2017).

4.5.1 Begrænsninger ved NOVANA-programmet

Overvågning af lysåbne naturtyper i NOVANA-programmet kan være en værdifuld ressource i dansk naturforvaltning. Overvågningen giver mulighed for langsigtede analyser af miljø- og naturforhold som kan kaste lys over effekter af forskellige miljøpåvirkninger og naturplejetiltag. Denne viden kan bruges i fremtidige forvaltningsstrategier. Imidlertid kan det diskuteres hvorvidt NOVANA-programmet kan bruges i forskningsmæssig sammenhæng. I dette specialeprojekt blev NOVANA data fra seks overvågningsstationer i Kilderne brugt til at skabe et overblik over undersøgelsesområdets placering

og artssammensætning. Dataindsamlingen i NOVANA-programmet er foretaget af forskellige inventører og der kan være metodiske variationer mellem inventørerne som kan påvirke konsistensen af det indsamlede data (Danmarks Miljøportal 2024). For at forbedre resultaternes troværdighed i dette projekt blev data rensset for sjældne arter, der kun blev observeret én gang (Poos og Jackson 2012). Dataindsamling i NOVANA-programmet er desuden begrænset til specifikke parametre som ikke altid er ens for alle prøvsteder inden for en station. Prøvstederne vælges heller ikke nødvendigvis på baggrund af samme driftsforhold (Danmarks Miljøportal 2024). Derfor mener jeg, at NOVANA-programmet kan fungere til at skabe overblik og danne baggrund for et studie, men forskningsrelaterede spørgsmål kræver ofte mere kontrollerede forsøg og konsistente undersøgelser for at opnå præcise og pålidelige resultater.

I NOVANA-programmet kortlægges habitatområder, hvilket danner grundlag for den pågældende Natura 2000-planlægning og forvaltningsindsats. Ved kortlægningen vurderes udbredelsen og dækningen af en række strukturindikatorer som bruges til at beregne strukturindekset og vurdere tilstanden for den pågældende naturtype (Aarhus Universitet, DCE 2021b). Hegning Lindbjerg er i sidste kortlægningsperiode registreret som tør hede i moderat tilstand, der til dels skyldes tilgroning med vedplanter (Danmarks Miljøportal 2017; Miljøstyrelsen 2021). Strukturindikatorerne i NOVANA-programmet er imidlertid baseret på lysåbne naturarealer med lavt indhold af træer og buske. Det betyder, at en højere andel af vedplanter på et lysåbent areal altid vil bidrage negativt til den samlede naturtilstand. Denne tilgang kan resultere i et lavere strukturindeks i områder med naturlig tilstedeværelse af træer og buske, der reelt har positiv effekt på artsdiversiteten. Det er vigtigt at vurdere resultater af NOVANA-kortlægningerne i lyset af denne begrænsning.

4.6 Fremtidige studier

For at skabe større erfaringsgrundlag for forvaltningen i undersøgelsesområdet er der en række faktorer der ville være relevante at undersøge i fremtiden. Indsamling af jord- og vandprøver er relevant ift. at kaste lys over de abiotiske forhold i området (Fredshavn et al. 2019a). Analyser af de abiotiske forhold kan give indsigt i faktorer som næringsstofindhold og pH-værdi, der betinger plantevækst og har stor betydning for artssammensætning (Petersen og Vestergaard 2006). Disse undersøgelser vil bidrage til en bedre forståelse af vegetationsdynamikken i undersøgelsesområdet. For at vurdere effekterne af samgræsning ville det være relevant at sammenligne undersøgelsesområdet med et område med kun én type af græsningsdyr. Her ville man bl.a. kunne undersøge de forskellige græsningsdyrs evne til forbedre lysforholdene for bundvegetationen (Buttenschøn 2007). Naturstyrelsen Trekantsområdet har desuden påpeget, at det kunne være nyttigt for deres arealforvaltning at undersøge

dyrenes adfærd for at finde ud af, hvilke arealer de foretrækker og hvad fødeindtaget består af (Skovfoged R. Christiansen, pers. komm. 09/11/2023; biolog M. Hammer Holck, pers. komm. 09/11/2023). Et genbesøg af det udlagte kontrolfelt ville ligeledes give større indsigt i vegetationsforskellene, når et lysåbent hedeareal i stedet er henlagt til fri succession. Man kan også undersøge faktorer der har betydning for tilgroningsraten, såsom spredningspotentiale og afstand til frøkilder (Buttenschön 2007). Det ville give indsigt i potentialet for naturlig artsindvandring og dermed sandsynligheden for en naturlig genopretning af systemet (Wearne og Morgan 2006).

5. Konklusion

Tilgroning af lysåbne naturarealer som følge af manglende græsning hører til en af de største trusler mod den biologiske mangfoldighed i dansk natur i dag (Fredshavn et al. 2019b; Nygaard et al. 2012). Dette erhvervsspeciale havde til formål at undersøge effekten af græsning på fire permanente prøvefelter i hegning Lindbjerg ved Tinnet Krat i Kilderne. Resultaterne viste, at græsningen har reduceret tilgroning på arealerne og haft en positiv effekt på artsdiversiteten. Forskellen mellem prøvefelterne var blevet uddybet siden tidligere dataindsamling i 2020, hvilket understreger afgræsningens positive effekter. Imidlertid var der fortsat problemer med opvækst af forskellige vedagtige planter og på den baggrund har jeg givet bud på forvaltningsstrategier, der kan bidrage til mere dynamisk natur og større artsdiversitet i undersøgelsesområdet. En samlet oversigt over de forskellige strategier og deres implikationer kan ses i tabel 3.

I Danmark har der ikke været tradition for at måle på effekten af forvaltningsindsatser og der er derfor mangel på evidensbaserede anbefalinger som fremtidig forvaltning kan baseres på (Nygaard et al. 2012). I 2018 udarbejdede DCE et forslag til en række biodiversitetsindikatorer der kan bruges til at måle effekten af arealbaseret naturpleje (Fløjgaard et al. 2018; Fløjgaard et al. 2020; Fløjgaard et al. 2023). I 2022 blev der også udarbejdet et forslag til et enkelt indikatorsystem for Naturstyrelsen til brug for vurdering af effekten af græsning og andre forvaltningstiltag (Buttenschön og Gottlieb 2022). Jeg foreslår, at man kan anvende anvisninger som disse til at evaluere på effekterne af naturplejeindsatser i hegning Lindbjerg.

Tabel 3. Oversigt over de forvaltningsstrategier der anbefales i undersøgelsesområdet og de effekter der forventes af tiltagene.

Forvaltningsvariable	Strategier	Implikationer
Græsningstype	<i>Samgræsning med flere arter</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Øget bæreevne pga. forskellige fødepræferencer. - Hæmmer tilgroning med træer og buske. - Kan fremme heterogen og artsrig vegetation.
	<i>Græsning med geder</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Effektiv mod tilgroning på lysåben natur. - Gode som indsatsdyr i kortere genopretningsperioder.
Græsningstryk	<i>Højt græsningstryk</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Hæmmer tilgroning med træer og buske. - Risiko for overgræsning der hæmmer forstyrrelsesfølsomme arter og indsnævrer artsspektret.
Græsningskontinuitet	<i>Styret græsning (variation i rum)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Opdeling af et areal i mindre/indre hegn så dyrene befinder sig de steder, hvor der er et indsatsbehov.
	<i>Sæsonbestemt græsning (variation i tid)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Højt græsningstryk i foråret kan reducere genvækst af vedplanter uden negativ effekt på urtevegetation. <ul style="list-style-type: none"> - Højere palatabilitet: Unge skud har lavere lignin- og fiberindhold. - Lavere græsningstryk resten af græsningssæsonen sikrer hvileperioder, så overgræsning undgås og fødetilgængelighed for dyrene opretholdes.
	<i>Helårsgræsning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Udbredelse af fødenicher og habitatvalg. <ul style="list-style-type: none"> - Bredere effekt på træer og buske i vinterhalvåret. - Større påvirkning fra færdsel, pelspleje mv., der skaber øget mikrotopografi, øget spredning og spirebede. - Kan fremme heterogen og artsrig vegetation.
Rydning	<i>Manuel rydning inden græsning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen vedvarende effekt alene, men kan accelerere genopretning hvis kombineret med efterfølgende græsning. - Kan være nødvendig hvor dyrene ikke selv kan holde opvækst i en tilgængelig vækstzone. - Kan udfases hvis græsning efterfølgende kan holde opvækst i passende højde.

Kilde: Putman et al. 1987; Buttenschøn 2007; Goehring et al. 2010; Álvarez-Martínez et al. 2013; Rathfon et al. 2014; Elias og Tischew 2016; Fløjgaard et al. 2017; Buttenschøn et al. 2018; Elias et al. 2018; Hyttel 2020; Marchetto et al. 2021; Thomassen et al. 2022.

6. Litteraturliste

- Álvarez-Martínez, J., Gómez-Villar, A. og Lasanta T. (2013). The Use of Goats Grazing to Restore Pastures Invaded by Shrubs and Avoid Desertification: A Preliminary Case Study in the Spanish Cantabrian Mountains. *Land Degradation and Development*. 27, 1, 3-13. <https://doi.org/10.1002/ldr.2230>
- Bailey, D.W., Mosley, J.C., Estell, R.E., Cibils, A.F., Horney, M., Hendrickson, J.R., Walker, J.W., Launchbaugh, K.L. og Burritt, E.A. (2019). Synthesis paper: targeted livestock grazing: prescription for healthy rangelands. *Rangeland Ecology & Management*. 72, 865–877. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.06.003>
- Bladt, J. og Moeslund, J.E. (2016). *HNV-kortet*. Aarhus Universitet, DCE, 55 s. https://lbst.dk/file-admin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Natur_og_miljoe/Natura2000_og_HNV-kort/Teknisk_beskrivelse_HNV2016.pdf
- Bonavent, C., Olsen, K., Ejrnæs, R., Fløjgaard, C., Hansen, M.D.D., Normand, S., Svenning, J.C. og Bruun, H.H. (2023). Grazing by semi-feral cattle and horses supports plant species richness and uniqueness in grasslands. *Applied Vegetation Science*. 26, 1, 1-12. <https://doi-org.ez.statsbiblioteket.dk/10.1111/avsc.12718>
- Buchwald, E. (2008). Gyvel – dansk, italiensk eller invasiv? *URT*. 32:3, 88-95. <https://storevroj.dk/wp-content/uploads/2023/10/gyvel.pdf>
- Buttenschøn, R., Degn, H. J. og Jørgensen, S. (2005). Forsøg med bekæmpelse af blåtop på Randbøl Hede. Center for Skov, Landskab og Planlægning/Københavns Universitet. Arbejdsrapport / Skov & Landskab Nr. 9
- Buttenschøn, R.M. (2005). Italiensk Gyvel – spredning og erfaringer med bekæmpelse. *Skov & Landskab*. Park og Landskab Videnblade. Videnblad nr. 6.0-19, 2 s. https://cms.ku.dk/upload/application/pdf/6c/13/6c13defe/06.00.19P_6_0_19_05.pdf.pdf
- Buttenschøn, R.M. (2007). Græsning og høslæt i naturplejen. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen og Center for Skov, Landskab og Planlægning, Københavns Universitet, Hørsholm, 2007. 250 s. ill.
- Buttenschøn, R.M. (2010). Geder som kratryddere. *Skov & Landskab*. Park og Landskab Videnblade. Videnblad nr. 06.01-16, 2 s. <https://cms.ku.dk/upload/application/pdf/51/d0/51d0b229/06.01-16.pdf>
- Buttenschøn, R.M. (2014). Vejledende græsningstryk for udvalgte naturtyper. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. 10 s.

- Buttenschön, R.M. (2016). *Geden som naturplejer – med fokus på gyvel – Rita Merete Buttenschön*. Skov & Landskab, Københavns Universitet. <https://docplayer.dk/7401764-Geder-som-naturplejer-med-fokus-paap-gyvel-rita-merete-buttenschoen.html> (sidst tilgået 05/05/2024)
- Buttenschön, R.M. og Buttenschön, J. (2001). Woodland development on open pastureland under cattle and horse grazing management. *Gerken, B.; Görner, M. (Hrsg.): Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern. Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. Höxter. Natur- und Kulturlandschaft*. 4, 165–175.
- Buttenschön, R.M. og Gottlieb, L. (2022). *Enkelt indikatorsystem til vurdering af forvaltning af naturarealer*. IGN notat, december 2022. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg.
- Buttenschön, R.M., Gottlieb, L. og Byriel, D.B. (2018). *Naturplejeportalen – Rapportudgave*. IGN Rapport, august 2018, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. 253 s. ill.
- Chiarucci, A., Araújo, M.B., Decocq, G., Beierkuhnlein, C. og Fernández-Palacios, J.M. (2010). The concept of potential natural vegetation: An epitaph? *Journal of Vegetation Science*. 21, 1172-1178. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01218.x>
- Conor, E.F. og McCoy, E.D. (2013). Species-Area Relationships. *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*. 6, 640-650. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00132-5>
- Cornelissen P. og Vulink, J.T. (2001). Effects of cattle and horses on vegetation structure. Are cattle and horses browsers enough to stop development of shrubs and trees? *Gerken, B.; Görner, M. (Hrsg.): Neue Modelle zu Maßnahmen der Landschaftsentwicklung mit großen Pflanzenfressern. Praktische Erfahrungen bei der Umsetzung. Höxter. Natur- und Kulturlandschaft*. 4, 189–197.
- Cromsigt, J.P.G.M., Kemp, Y.J.M., Rodriguez, E. og Kivitt, H. (2017). Rewilding Europe's large grazer community: how functionally diverse are the diets of European bison, cattle, and horses? *Restoration Ecology*. 26, 5, 891-899. <https://doi.org/10.1111/rec.12661>
- Damgaard, C., Riis-Nielsen, T. og Schmidt, I.K. (2009). Estimating Plant Competition Coefficients and Predicting Community Dynamics from Non-Destructive Pin-Point Data: A Case Study with *Calluna Vulgaris* and *Deschampsia Flexuosa*. *Plant Ecology*. 201, 2, 687-697. <https://www.jstor.org/stable/40305671>
- Danmarks Miljøportal. (2017). *Terrestriske lysåbne naturtyper (2016-)*. Aktivitet ID: 784512. Tilgængelig hos: <https://naturereport.miljoportal.dk/784512> (sidst tilgået 08/06/2024)

- Danmarks Miljøportal. (2024). *Danmarks Arealinformation*. Tilgængelig hos: <https://arealinformation.miljoportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution> (sidst tilgået 10/02/2024)
- DATAtab Team. (2024a). *DATAtab: Normality test*. DATAtab e.U. Graz, Austria. Tilgængelig hos: <https://datatab.net/tutorial/test-of-normality> (sidst tilgået 23/02/2024)
- DATAtab Team. (2024b). *DATAtab: Kruskal-Wallis-Test*. DATAtab e.U. Graz, Austria. Tilgængelig hos: <https://datatab.net/tutorial/kruskal-wallis-test> (sidst tilgået 23/02/2024)
- DCE. (2016). *Teknisk anvisning: Habitatbeskrivelser, ver. 1.05, maj 2016. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)*. Tilgængelig hos: <https://mst.dk/media/pj3afex3/habitatbeskrivelser-2016-ver-105.pdf> (sidst tilgået 20/04/2024)
- Defries, R. og Nagendra, H. (2017). Ecosystem management as a wicked problem. *Science*. 356, 6335, 265-270. <https://www-science-org.ez.statsbiblioteket.dk/doi/epdf/10.1126/science.aal1950>
- Denney, D.A., Jameel, M.I., Bemmels, J.B., Rochford, M.E. og Anderson, J.T. (2020). Small spaces, big impacts: contributions of microenvironmental variation to population persistence under climate change. *AoB Plants*. 12, 2, 1-21. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plaa005>
- Diemont, W.H. (1990). Seedling emergence after sod cutting in grass heath. *Journal of Vegetation Science*. 1, 1, 129–132. <https://doi.org/10.2307/3236063>
- Doboszewski, P., Doktor, D., Jaworski, Z., Kalski, R., Kułakowska, G., Łojek, J., Płachocki, D., Ryś, A., Tylkowska, A., Zbyryt, A. og Górecka-Bruzda, A. (2017). Konik polski horses as a mean of biodiversity maintenance in post-agricultural and forest areas: an overview of Polish experiences. *Animal Science Papers and Reports*. 35, 4, 333-347. https://www.researchgate.net/publication/322030305_Konik_Polski_horses_as_a_mean_of_biodiversity_maintenance_in_post-agricultural_and_forest_areas_An_overview_of_polish_experiences
- Dragsted, J. (2016). *Træets livsforløb i Naturen i Danmark* på lex.dk. https://naturenidanmark.lex.dk/Tr%C3%A6ets_livsforl%C3%B8b (sidst tilgået 05/05/2024)
- Ejrnæs, R. og Bruun, H.H. (2019). *Ejrnæs og Bruun: Naturstyrelsen misforstår biodiversitet i Brombærhelvedet*. Debatindlæg i [altinget.dk](https://www.altinget.dk). Tilgængelig hos: <https://www.altinget.dk/miljoe/artikel/ejrnaes-og-bruun-naturstyrelsen-misforstaar-biodiversitet-i-brombaerhelvedet> (sidst tilgået 12/05/2024)
- Ejrnæs, R., Nygaard, B. og Fredshavn, J.R. (2009). Overdrev, enge og moser. Håndbog i naturtypernes karakteristik og udvikling samt forvaltningen af deres biodiversitet. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 76 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 727. <http://www.dmu.dk/Pub/FR727.pdf>

- Elias, D. og Tischew, S. (2016). Goat pasturing - A biological solution to counteract shrub encroachment on abandoned dry grasslands in Central Europe? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 234, 98-106. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.023>
- Elias, D., Hölzel, N. og Tischew, S. (2018). Goat paddock grazing improves the conservation status of shrub-encroached dry grasslands. *Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft*. 38, 215-233. doi: 10.14471/2018.38.017
- Ellis, E.C., Pascual, U. og Mertz, O. (2019). Ecosystem services and nature's contribution to people: negotiating diverse values and trade-offs in land systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 38, 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.001>
- Ellison, A.M. og Degrassi, A.L. (2017). All species are important, but some species are more important than others. *Journal of Vegetation Science*. 28, 4, 669-671. <https://doi.org/10.1111/jvs.12566>
- Ertsen, A.C.D., Alkemade, J.R.M. og Wassen, M.J. (1998). Calibrating Ellenberg Indicator Values for Moisture, Acidity, Nutrient Availability and Salinity in the Netherlands. *Plant Ecology*. 135, 1, 113-124. <https://www.jstor.org/stable/20050601>
- Europa-Parlament, Pressetjenesten. (2024). Pressemeddelelse: *Naturgenopretning: Ny EU-lov for at genoprette 20 % af EU's land- og havområder*. https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2024/2/press_release/20240223IPR18078/20240223IPR18078_da.pdf (sidst tilgået 10/03/2024)
- Fløjgaard, C. og Ejrnæs, R. (2024). Principper for forvaltning af tætheder af store planteædere i vildgræsningsprojekter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 24 s. - Videnskabelig rapport nr. 586. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_500-599/SR586.pdf
- Fløjgaard, C., Bladt, J. og Ejrnæs, R. (2017). Naturpleje og arealstørrelser med særligt fokus på Natura 2000-områderne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 58 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 228. <http://dce2.au.dk/pub/SR228.pdf>
- Fløjgaard, C., Buttenschøn, R.M., Byriël, F.B., Clausen, K.K., Gottlieb, L., Kanstrup, N., Strandberg, B. og Ejrnæs, R. (2021). Biodiversitetseffekter af rewilding. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 124 s. - Videnskabelig rapport nr. 425. <http://dce2.au.dk/pub/SR425.pdf>

- Fløjgaard, C., Ejrnæs, R., Brunbjerg, A.K. og Nygaard, B. (2020). *Teknisk anvisning: TA-BI01-ver. 1.2 Registrering af indikatorer til måling af effekten af arealbaseret naturpleje på biodiversitet og naturtilstand til brug i pilotårene 2020 og 2021*. Tilgængelig hos: https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Temasider/TA-BI01_Ver1.pdf (sidst tilgået 27/05/2024)
- Fløjgaard, C., Nielsen, S.S., Nygaard, B. & Ejrnæs, R. (2018). Biodiversitetsindikatorer til en effekt-baseret naturtilskudsordning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 70 s. - Videnskabelig rapport nr. 297. <http://dce2.au.dk/pub/SR297.pdf>
- Fløjgaard, C., Nygaard, B. og Ejrnæs, R. (2023). Pointgivning af biodiversitetsindikatorer i resultat-baseret tilskud til naturpleje. Anden version. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 15 s - Teknisk rapport nr. 273
- Frederiksen, S.E., Rasmussen, F.N. og Seberg, O. (2019). *Dansk flora*. 3. edn. Gyldendal, København, Danmark.
- Fredshavn, J., Nielsen, K. E., Ejrnæs, R., & Nygaard, B. (2019a). *Teknisk anvisning: TA-NI-ver. 4.1 Overvågning af terrestriske naturtyper*. Tilgængelig hos: https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fag-datacentre/Biodiversitet/TAN01TerrestriskeNaturtyperV4_1.pdf (sidst tilgået 29/01/2024)
- Fredshavn, J., Nygaard, B., Ejrnæs, R., Damgaard, C., Therkildsen, O.R., Elmeros, M., Wind, P., Johansson, L.S., Alnøe, A.B., Dahl, K., Nielsen, E.H., Pedersen, H.B., Sveegaard, S., Galatius A. og Teilmann, J. (2019b). Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2019. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. Videnskabelig rapport nr. 340. <http://dce2.au.dk/pub/SR340.pdf>
- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J., Hua, F., Echeverría C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K. og Dixon, K.W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*. 27, S1, S1-S46. <https://doi-org.ez.statsbiblioteket.dk/10.1111/rec.13035>
- GEUS. (2024). *Danmarks Geologiportal*. Tilgængelig hos: <https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=denmark&lang=da#baslay=&optlay=&extent=516939.1016268134,6193353.382308828,532232.3611035882,6200422.532197181&layers=dkskaermkort> (sidst tilgået 10/02/2024)
- Giversen, I., Jensen, J., Kristiansen, B. og Norman, L. (2012). *Danmarks flora efter voksested*. Gyldendal, København K, Danmark.

- Goehring, B.J., Launchbaugh, K.L. og Wilson, L.M. (2010). Late-season targeted grazing of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) with goats in Idaho. *Invasive Plant Science and Management*. 3, 148–154. <https://doi.org/10.1614/IPSM-D-09-00004.1>
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. og Hunt, R. (1990). *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. Unwin Hyman Ltd, London, UK.
- Henning, K., Lorenz, A., von Oheimb, G., Härdtle, W. og Tischew, S. (2017). Year-round cattle and horse grazing supports the restoration of abandoned, dry sandy grassland and heathland communities by suppressing *Calamagrostis epigejos* and enhancing species richness. *Journal for Nature Conservation*. 40, 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.10.009>
- Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B. og Bunce, R.G.H. (1999). *Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2: technical annex*. Institute of Terrestrial Ecology, UK. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/6411/1/ECOFACT2a.pdf>
- Huang, F., Zhang, Y., Zhang, D. og Chen, X. (2019). Environmental Groundwater Depth for Groundwater-Dependent Terrestrial Ecosystems in Arid/Semiarid Regions: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16, 763, 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050763>
- Hyttel, E.D. (2019). Erstatte maskiner med 20 geder: Skal skåne sjældne arter omkring Gudenaens kilde. *Horsens Folkeblad*. <https://hsfo.dk/hedensted/erstatte-maskiner-med-20-geder-skalskaane-sjaeldne-arter-omkring-gudenaens-kilde>
- Hyttel, E.D. (2020). Geder har afløst maskiner ved Gudenaen: De går løs på brombær og træer. *Horsens Folkeblad*. <https://hsfo.dk/hedensted/geder-har-afloest-maskiner-ved-gudenaen-de-gaar-loes-paa-brombaer-og-traeer>
- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, og C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- Kassambara, A. (2018). *Kruskal-Wallis Test in R*. DataNovia. Tilgængelig hos: <https://www.datanovia.com/en/lessons/kruskal-wallis-test-in-r/> (sidst tilgået 23/02/2024)

- Köhler, M., Hiller, G. og Tischew, S. (2016). Year-round horse grazing supports typical vascular plant species, orchids and rare bird communities in a dry calcareous grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 234, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.020>
- Lamoot, I., Meert, C. og Hoffmann, M. (2005). Habitat use of ponies and cattle foraging together in a coastal dune area. *Biological Conservation*. 122, 4, 523-536. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.09.009>
- Larsen, J.M. (2012). Træartsvalget 4. Birk. *Skov & Landskab*. Skov og Natur Videnblade. Videnblad nr. 3.2-21, 2 s. https://cms.ku.dk/upload/application/pdf/57/94/5794d3c9/03_02_21S_3_2_21.pdf.pdf
- LifeNature. (2004). *SECTION C: Objective, actions and expected results - Project planning and structure*. Tilgængelig hos: <https://naturstyrelsen.dk/media/un2llvgs/section-c-objective-actions-and-expected-results-project-planning-and-structure.pdf> (sidst tilgået 20/01/2024)
- Marchetto, K.M., Wolf, T.M. og Larkin, D.J. (2021). The effectiveness of using targeted grazing for vegetation management: a meta-analysis. *Restoration Ecology*. 29, 5, 1-12. <https://doi.org/10.1111/rec.13422>
- Marrs, R.H., Phillips, J.D.P., Todd, P.A., Ghorbani, J. og Le Duc, M.G. (2004). Control of *Molinia caerulea* on upland moors. *Journal of Applied Ecology*. 41, 2, 398–411. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00901.x>
- Marten, G.C. (1970). Measurement and significance of forage palatability. I: Barnes, R.F., Clanton, D.C., Gordon, G.H., Klopfenstein, T.J. & Waldo, D.R. (Eds), *Proceedings of the National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization*. University of Nebraska-Lincoln, D1–D53.
- McCune, B. og M. J. Mefford. (2018). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 7.10 Wild Blueberry Media, Corvallis, Oregon, U.S.A.
- Menard, C., Duncan, P., Fleurance, G., Georges, J-Y. og Lila, M. (2002). Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology*. 39, 1, 120-133. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00693.x>
- Meyfroidt, P., de Bremond, A., Ryan, C.M., Archer, E., Aspinall, R., Chhabra, A., Camara, G., Corbera, E., DeFries, R., Diaz, S., Dong, J.W., Ellis, E.C., Erb, K.H., Fisher, J.A., Garrett, R.D., Golubiewski, N.E., Grau, H.R., Grove, J.M., Haberl, H., Heinimann, A., Hostert, P., Jobbagy, E.G., Kerr, S., Kuemmerle, T., Lambin, E.F., Lavorel, S., Lele, S., Mertz, O., Messerli, P., Metternicht, G., Munroe, D.K., Nagendra, H., Nielsen, J.O., Ojima, D.S., Parker, D.C., Pascual, U., Porter, J.R., Ramankutty, N., Reenberg, A., Chowdhury, R.R., Seto, K.C., Seufert, V., Shibata, H., Thomson,

- A., Li, B.T.L., Urabe, J., Veldkamp, T., Verburg, P.H., Zeleke, G. og zu Ermgassen, E.K.H.J. (2022). Ten facts about land systems for sustainability. *PNAS*. 119, 7, 1-12. <https://doi-org.ez.statsbiblioteket.dk/10.1073/pnas.2109217118>
- Miljøstyrelsen. (2016). *Habitatbeskrivelser, årgang 2016. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer)*. Tilgængelig hos: <https://mst.dk/media/pj3afex3/habitatbeskrivelser-2016-ver-105.pdf> (sidst tilgået 17/05/2024)
- Miljøstyrelsen. (2021). *Natura 2000-basisanalyse 2022-2027. Store Vandskel, Rørbæk Sø, Tinnet Krat og Holtum Ådal øvre del (Natura 2000-område nr. 76)*. Miljøstyrelsen. <https://edit.mst.dk/media/olrkbt2y/n076-revideret-basisanalyse-2022-27-store-vandskel-holtum.pdf>
- Miljøstyrelsen. (2022). Faktaark for invasive arter – Glansbladet hæg (*Prunus serotina*). Opdateret: november 2022.
- Miljøstyrelsen. (2023). *Natura 2000-plan 2022-2027. Store Vandskel, Rørbæk Sø, Tinnet Krat og Holtum Ådal øvre del (Natura 2000-område nr. 76)*. Miljøstyrelsen. <https://edit.mst.dk/media/nkojsljk/n76-natura-2000-plan-2022-27-store-vandskel-roerbaek-soe-tinnet-krat-og-holtum-aadal-oevre-del.pdf>
- Mitchell, R.J., Rose, R.J. og Palmer, S.C.F. (2008). Restoration of *Calluna vulgaris* on grass-dominated moorlands: The importance of disturbance, grazing and seeding. *Biological Conservation*. 141, 8, 2100-2111. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.006>
- Naturklagenævnet. (1996). *Fredning af landskabet omkring Hærvejen og Rørbæk Sø, reg.nr. 07869.00*. Tilgængelig hos: <https://www2.blst.dk/nfr/07869.00.pdf> (sidst tilgået 21/01/2024)
- Naturstyrelsen. (2007). *Natur- og vandretursfolder nr. 58: Gudenåens og Skjernåens Kilder*. Tilgængelig hos: https://web.archive.org/web/20071212020044/http://www.skovognatur.dk/NR/rdonlyres/3CFC23E8-3E9B-494B-B3A2-2F605A543D4F/0/58_Gudenaen.pdf (sidst tilgået 10/02/2024)
- Naturstyrelsen. (2014). *Det Store Vandskel – Gudenåens Kilder (Områdeplan)*. Tilgængelig hos: <https://naturstyrelsen.dk/vildere-natur/planer-for-naturen/driftsplaner/trekantsomraadet/omraadeplaner/det-store-vandskel-gudenaens-kilder> (sidst tilgået 15/01/2024)
- Naturstyrelsen. (2017). *Natura 2000-plejeplan for lysåbne naturtyper og arter på Naturstyrelsens arealer. 2. planperiode 2016-2021 i Natura 2000-område nr. 76 Store Vandskel, Rørbæk Sø, Tinnet Krat og Holtum Ådal øvre del*. <https://naturstyrelsen.dk/media/zr5omrfe/n76-store-vandskel-roerbaek-soe-tinnet-krat-og-holtum-aadal-oevre-del.pdf>

- Naturstyrelsen. (2019). *Sammenlægning af enheder*. Tilgængelig hos: <https://naturstyrelsen.dk/vildere-natur/planer-for-naturen/driftsplaner/trekantsomraadet/enhedssammenlaegning> (sidst tilgået 10/02/2024)
- Naturstyrelsen. (2022). *Vision for vores fælles natur – Naturstyrelsens nye rammer*. Tilgængelig hos: <https://naturstyrelsen.dk/media/lbop12sz/vision-for-vores-faelles-natur-naturstyrelsens-nye-rammer.pdf> (sidst tilgået 23/05/2024)
- Nygaard, B., Levin, G., Bladt, J., Holbeck, H.B., Brøndum, W., Spelth, P. og Ejrnæs, R. (2012). Analyse af behovet for græsning og høslæt på beskyttede naturarealer. Areal, biomasse og antal græsningsdyr. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 13. <http://www.dmu.dk/Pub/TR13.pdf>
- Overfredningsnævnet. (1980). *Gudenåens Kilder med nærmeste omgivelser, reg.nr. 05809.00*. Tilgængelig hos: <https://www2.blst.dk/nfr/05809.00.pdf> (sidst tilgået 21/01/2024)
- Pearce, E.A., Mazier, F., Normand, S., Fyfe, R., Andrieu, V., Bakels, C., Balwierz, Z., Bińka, K., Boreham, S., Borisova, O.K., Brostrom, A., de Beaulieu, J.-L., Gao, C., González-Sampériz, P., Granoszewski, W., Hrynowiecka, A., Kołaczek, P., Kuneš, P., Magri, D., Malkiewicz, M., Mighall, T., Milner, A.M., Möller, P., Nita, M., Noryskiewicz, B., Pidek, I.A., Reille, M., Robertsson, A.-M., Salonen, J.S., Schläfli, P., Schokker, J., Scussolini, P., Šeirienė, V., Strahl, J., Urban, B., Winter, H. og Svenning, J.-C. (2023). Substantial light woodland and open vegetation characterized the temperate forest biome before *Homo sapiens*. *Science Advances*. 9, 45, 1-14. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adi9135>
- Petersen, P.M og Vestergaard, P. (2006). *Vegetationsøkologi*. Gyldendal, København K, Danmark.
- Pollock, M.L., Legg, C.J., Holland, J.P. og Theobald, C.M. (2007). Assessment of expert opinion: seasonal sheep preference and plant response to grazing. *Rangeland Ecology and Management*. 60, 125-135. <https://doi.org/10.2111/06-032R2.1>
- Poos, M.S. og Jackson, D.A. (2012). Addressing the removal of rare species in multivariate bioassessments: The impact of methodological choices. *Ecological Indicators*. 18, 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.008>
- Prins, H.H.T. og Fritz, H. (2008). Species Diversity of Browsing and Grazing Ungulates: Consequences for the Structure and Abundance of Secondary Production. *The Ecology of Browsing and Grazing*. Chp. 7, 179-200. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-72422-3_7

- Putman, R.J., Pratt, R.M., Ekins, J.R. og Edwards, P.J. (1987). Food and Feeding Behaviour of Cattle and Ponies in The New Forest, Hampshire. *Journal of Applied Ecology*. 24, 2, 369-380. <https://doi.org/10.2307/2403881>
- Rathfon, R.A., Fei, S., Tower, J., Andries, K. og Neary, M. (2014). Prescribed grazing for management of invasive vegetation in a hardwood forest understory. In: Proceedings of the 19th Central Hardwood Forest Conference, Carbondale, Illinois, March 10–12, 2014. US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Newtown Square, Pennsylvania
- Rupprecht, D., Gilhaus, K. og Hölzel, N. (2016). Effects of year-round grazing on the vegetation of nutrient-poor grass- and heathlands—Evidence from a large-scale survey. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 234, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.015>
- Scottish Forestry. (2019a). *4.1.1 Relative palatability of key field layer species*. Tilgængelig hos: <https://forestry.gov.scot/woodland-grazing-toolbox/habitat-condition/assessing-habitat-condition/palatability> (sidst tilgået 12/05/2024)
- Scottish Forestry. (2019b). *6.1.3 Resilience to grazing of key field layer species*. Tilgængelig hos: <https://forestry.gov.scot/woodland-grazing-toolbox/grazing-management/foraging/resilience> (sidst tilgået 16/05/2024)
- SER. (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, Tucson.
- Singh, J.S. (2002). The biodiversity crisis: A multifaceted review. *Current Science*. 82, 6, 638-647. <https://www.jstor.org/stable/24106689>
- Steenholdt, K. (2021). *Effekten af naturpleje med gedegræsning på hede- og overdrevsvegetation*. Specialerapport i biologi. Biologisk Institut, Syddansk Universitet
- Sørensen, C.B. (2020). Forvaltning til fordel for ensian-blåfugl i Gyttegård Plantage. Bacheloropgave, 44 s. <https://naturstyrelsen.dk/media/oqqdp5u4/bacheloropgave-2020-forvaltning-til-fordel-for-ensianblaaafugl-i-gyttEGAARD-plantage.pdf>
- Terry, A.C., Ashmore, M.R., Power, S.A., Allchin, E.A. og Heil, G.W. (2004). Modelling the impacts of atmospheric nitrogen deposition on *Calluna*-dominated ecosystems in the UK. *Journal of Applied Ecology*. 41, 897-909. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00955.x>
- Thomassen, E.E., Sigsgaard, E.E., Jensen, M.R., Olsen, K., Hansen, M.D.D., Svenning, J.C. og Thomsen, P.F. (2022). Contrasting seasonal patterns in diet and dung-associated invertebrates of feral cattle and horses in a rewilding area. *Molecular Ecology*. 32, 8, 2071-2091. <https://doi.org.ez.statsbiblioteket.dk/10.1111/mec.16847>

- Thomsen, K. 2000. Dansk skovnatur. Vildsomme skovlandskaber i fremtidens Danmark – perspektiver og muligheder. Udarbejdet for WWF Verdensnaturfonden. – Nepenthes Forlag, Århus.
- Timmermann, A., Damgaard, C., Strandberg, M.T. og Svenning, J.-C. (2015). Pervasive early 21st-century vegetation changes across Danish semi-natural ecosystems: more losers than winners and a shift towards competitive, tall-growing species. *Journal of Applied Ecology*. 52, 1, 21-30. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12374>
- Valderrábano, J. og Torrano, L. (2000). The potential for using goats to control *Genista Scorpius* shrubs in European black pine stands. *Forest Ecology and Management*. 126, 3, 377-383. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00108-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00108-5)
- Valkó, O., Török, P., Deák, B. og Tóthmérész, B. (2014). Review: prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. *Basic and Applied Ecology*. 15, 1, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2013.11.002>
- Van Vuuren, M., Aerts, R., Berendse, F. og De Visser, W. (1992). Nitrogen mineralization in heathland ecosystems dominated by different plant species. *Biogeochemistry*. 16, 151-166. <https://doi.org/10.1007/BF00002816>
- Vanderhoeven, S., Dassonville, N. og Meerts, P. (2005). Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant and Soil*. 275, 169-179. doi: 10.1007/s11104-005-1257-0
- Walker, J.W. (1994). Multispecies Grazing: The Ecological Advantage. *Sheep Research Journal*. 52-64. <https://extension.unl.edu/statewide/lincolnmpherson/Multispecies%20Gazing-94.pdf>
- Walker, J.W., Coffey, L. og Faller, T. (2006). Ch. 6: Improving Grazing Lands with Multi-Species Grazing. I: Karen Launchbaugh, Rangeland Ecology and Management Department, University of Idaho. *TARGETED GRAZING: A natural approach to vegetation management and landscape enhancement*. ASI, A. Peischel og D.D. Henry, Jr, 50-55.
- Waloff, N. (1968). Studies on the Insect Fauna on Scotch Broom *Sarothamnus scoparius* (L.) Wimmer. *Advances in Ecological Research*. 5, 87-208. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60225-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60225-1)
- Warncke, E. (1980). Spring areas: ecology, vegetation, and comments on similarity coefficients applied to plant communities. *Ecography*. 3, 4, 233-308. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1980.tb01226.x>
- Warncke, E. (1988). *Overvågning af kildeområder 1987*. Miljøministeriet. Skov- og Naturstyrelsen, 65 sider.

- Warncke, E. (1991). *Overvågning af kildeområder 1987-90*. Miljøministeriet. Skov- og Naturstyrelsen, 66 sider.
- Wearne, L.J. og Morgan, J.W. (2006). Shrub invasion into subalpine vegetation: implications for restoration of the native ecosystem. *Plant Ecology*. 183, 361-376. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-9046-7>
- Wignall, V.R., Arscott, N.A., Nudds, H.E., Squire, A., Green, T.O. og Ratnieks, F.L.W. (2020). Thug life: bramble (*Rubus fruticosus* L. agg.) is a valuable foraging resource for honeybees and diverse flower-visiting insects. *Insect Conservation and Diversity*. 13, 6, 543-557. <https://doi.org/10.1111/icad.12436>
- Aarhus Universitet, DCE. (2021a). *Artsscorer*. Tilgængelig hos: <https://novana.au.dk/naturtyper/kortlaegning/naturtilstand/artstilstand/artsscorer> (sidst tilgået 17/05/2024)
- Aarhus Universitet, DCE. (2021b). *Strukturtilstand*. Tilgængelig hos: <https://novana.au.dk/naturtyper/kortlaegning/naturtilstand/strukturtilstand> (sidst tilgået 08/06/2024)

7. Appendiks

Bilag 1: Bidrag til specialerapporten og aktiviteter hos Naturstyrelsen Trekantsområdet

Bidrag til specialerapporten fra Naturstyrelsen Trekantsområdet har bestået af følgende:

- Information om den historiske udvikling af forvaltningspraksissen i Kilderne, hvilket har været afgørende for at forstå områdets økologiske dynamik og landskabelige forandringer.
- Faciliteret kontakt med relevante forpagtere, hvilket har givet adgang til detaljeret information om græsningsdyr, race, antal og periode.
- Gennem deres brede kendskab til området har Naturstyrelsen hjulpet med at identificere placering af et relevant kontrolfelt uden for hegning Lindbjerg.
- Sparring og vejledning omkring rapportens opbygning, som har hjulpet med at få Naturstyrelsens perspektiv og ønsker fremhævet.

Samtidig med udarbejdelsen af denne specialerapport har jeg været ansat ved Naturstyrelsen Trekantsområdet som studentermedhjælper to dage om ugen. Mine arbejdsopgaver har været følgende:

- At hjælpe til med implementering af urørt skov på Naturstyrelsen Trekantsområdets arealer. Dette indebærer bl.a. udarbejdelse af forvaltningsplaner og hydrologiansøgninger samt offentlige skovvandring.
- Anden arealforvaltning såsom §3-registreringer på lysåben natur, dataindsamling til LIFE Open Woods projekt samt projektaftaler til klima-lavbundsprojekter.
- Kurser i graminoider og generel botanik for bredere artskenndskab ifm. §3-registreringer.
- Deltagelse i kontormøder og teammøder, der har givet indblik i aktuelle emner og udfordringer inden for den daglige areal- og naturforvaltning.

Gennem min ansættelse hos Naturstyrelsen har jeg haft mulighed for at udvikle mine færdigheder inden for naturforvaltning i Danmark. Arbejdet har givet mig praktisk erfaring, et bredere arealkendskab og indblik i gældende lovgivning samt metoder til at bevare og beskytte vores naturområder. Min ansættelse hos Naturstyrelsen har ikke blot bidraget til min faglige udvikling, men også muliggjort en nem og tilgængelig adgang til sparring og vejledning i forbindelse med mit specialeprojekt.

Bilag 2: Tekstudkast til fagtidsskriftet Vand og Jord

Titel:

Naturgenopretning i Kilderne

Menu:

Tilgroning af lysåbne naturarealer pga. manglende græsning truer den biologiske mangfoldighed. Naturplejens primære formål er at genoprette naturlige processer for at bevare og genskabe en artsrig natur. Dette studie undersøger vegetationsudviklingen efter fire græsningsæsoner med kvæg, geder og heste på hedevegetation og bidrager med evidensbaserede anbefalinger for naturforvaltningen.

Artikel med underoverskrifter:

Store planteædere betinger en mangfoldighed i levesteder og skaber føderessourcer for andre arter igennem deres bid, tramp og efterladenskaber. I takt med at mennesket har inddraget det meste af landskabet til landbrug er de store planteædernes rolle imidlertid blevet begrænset. I dag er det naturpleje og ekstensiv landbrugsdrift der spiller den største rolle for at sikre biodiversiteten i områder udlagt til naturformål.

Dette projekt har til formål at undersøge effekten af græsning på fire permanente prøvefelter i et område med hede- og overdrevsvegetation ved Kilderne. Inden for undersøgelsesområdet har der været vedvarende problemer med tilgroning på de lysåbne arealer. I foråret 2020 kom der første gang samgræsning på det pågældende areal i en målrettet indsats for at reducere vedopvæksten. De fire prøvefelter blev på daværende tidspunkt undersøgt af en tidligere specialestuderende for at undersøge gedegræsningens effekt på vedplanterne.

Samgræsning

I naturplejen erstatter husdyrene i høj grad de planteædere der ville forekomme naturligt i den danske natur og til hvilke floraen og faunaen er evolutionært tilpasset. Afgræsning i dansk naturpleje skal målrettes til et givent område for at kunne opretholde naturværdierne. Det kræver en nøje udtænkt græsningsstrategi som involverer flere typer af græsningsdyr og driftsformer, f.eks. samgræsning med forskellige dyrearter, helårsgræsning og specifikke græsningstryk, der er tilpasset pleje af særlige arter. Samgræsning er en forvaltningsmetode, hvor flere dyrearter græsser sammen. I naturplejeprojekter bruges ofte kun én type græsningsdyr på grund af øgede hegnsomkostninger og usikkerhed omkring effekterne af mindre drøvtyggere som får og geder. Samgræsning kan dog øge bæreevnen på et areal, da dyrene har forskellige præferencer for føde og topografi. Konkurrencen om

føderessourcer er ofte mindre mellem forskellige arter, hvilket gør det muligt at opretholde et højt græsningstryk og effektivt hæmme tilgroning af lysåbne naturtyper.

Typer af græsningsdyr

Kvæg er et af de hyppigste dyr brugt til naturpleje i Danmark. Kvæg afriver eller afbider plantevækst ved hjælp af tungen og er generelt mindre selektive i deres fødevalg end andre græsningsdyr. De foretrækker græsser og halvgræsser frem for urter mens vedplanter græsses i begrænset omfang. Kvæget kan dog yde betydelig skade på træer og buske idet de kan rive blade og kviste af de arter de foretrækker og desuden lære at bøje grene og mindre træer for at nå frisk løv. Heste er udpræget græssere men er i modsætning til kvæg mere selektive i deres fødevalg. De foretrækker letfordøjelige græsser med højt næringsindhold men kan også æde grovere græsser som bølget bunke og blåtop. Heste vil ofte kun græsse på vedplanter i begrænset omfang og mange buske og træer vrages helt. Der er imidlertid eksempler på, at heste under mere ekstensive driftsformer kan have stor effekt på tilgroningsraten. Geder vælger ofte den mest næringsrige del af vegetationen men har derudover brug for en del strukturrigt foder. Geder er topgræssere i modsætning til kvæg og heste. Det indebærer, at de æder vegetation i deres egen skulderhøjde og opad. Geder foretrækker træer, buske og høje urter frem for græs, hvilket gør dem ideelle som kratryddere. I flere studier har man gjort brug af geder som et middel mod tilgroning med vedagtige planter som gyvel og hindbær. Geder bliver ofte anbefalet som indsatsdyr indenfor en begrænset periode. Man har erfaret, at et højt græsningstryk tidligt i græsningssæsonen kan have en stor effekt på vedplanternes udbredelse.

Lokaliteten

'Kilderne' bruges som samlebetegnelse for Gudenåens Kilder, Skjernåens Kilder, Kollemorten Krat samt Ballesbækgård. Alle indgår de i et fredet naturområde som ligger ca. 10 km nordvest for Tørring. Helt særligt for området er tilstedeværelsen af Skjernåens og Gudenåens udspring hvor der langs åerne findes en mosaik af kildevæld, småsøer, moser og kær. På dalsiderne ovenfor findes græsarealer, overdrev, heder, egekrat og blandet løvskov. Selve undersøgelsen fandt sted i en 20 ha indhegning (hegning Lindbjerg) ved Tinnet Krat, som overvejende består af hede og overdrev. Området tilhører staten og forvaltes af Naturstyrelsen Trekantsområdet. Indenfor undersøgelsesområdet er der vedvarende problemer med at holde vedplanter som gyvel, brombær og birk nede, som truer tilstanden på de lysåbne naturtyper. Hegning Lindbjerg har været under afgræsning med kvæg siden 2008 mens geder og heste kom på arealet fra 2020.

Dataindsamling

Denne undersøgelse er en gentagelse af et tidligere specialestudium fra 2020, hvor der blev etableret fire prøvefelter i den nordvestlige del af hegning Lindbjerg. Prøvefelterne er 10x10 m med forskellige kombinationer af rydning og græsning, hvor to prøvefelter har været frahegnet siden etablering. Rydning af vedopvækst er kun foretaget én gang for de pågældende prøvefelter i foråret 2020 ifm. tidligere specialestudium. Prøveindsamling fulgte den tekniske anvisning for naturtypeovervågning udgivet af Aarhus Universitet. Dette indebærer registrering af vegetationshøjde, artsregistreringer i pinpoint-ramme og prøvefelt samt dækningsgrader.

I undersøgelsen var der en forventning om større dominans af vedagtige planter i prøvefelter uden græsning og en gavnlig effekt af afgræsning på artsdiversiteten. Forskellen mellem prøvefelterne var desuden forventet at være blevet større siden tidligere undersøgelser i 2020.

Vegetationsdynamik

I 2023 var dækningsgraden af vedagtige planter steget med 12 % og de dækkede dermed halvdelen af prøvefelterne uden græsning. Samtidig var vegetationshøjden i prøvefelterne steget med cirka en meter siden tidligere dataindsamling i 2020. Brombær og gyvel var blandt de mest dominerende arter inden for disse prøvefelter mens vedplanter som vorte-birk, dun-birk, glansbladet hæg og tørst også var pletvist til stede. Nogle af disse arter anses som problemarter når de optræder i lysåben natur, hvilket betyder, at deres tilstedeværelse indikerer en uønsket, negativ påvirkning på naturtyperne.

I prøvefelterne med græsning var der også tegn på tilgroning, men vegetationshøjden var ikke steget siden 2020. Dette tyder på, at græsningen ikke har forhindret spredningen af vedagtige planter, men alligevel har holdt vegetationen nede i en passende højde, hvor dyrene fortsat har haft mulighed for at spise af buske og træer. Græsserne var den mest dominerende artsgruppe i vegetationen, med almindelig hvene og bølget bunke som de primære arter. Vegetationsdynamikken på tørre heder betragtes ofte som et to-artssystem bestående af bølget bunke og hedelyng, hvor de påvirker hinanden negativt og den mest dominerende af de to ofte vil udkonkurrere den anden. Bølget bunke truer ofte lyngvegetationen da den begunstiges af øget næringsstoftilgængelighed. Resultaterne viser, at græsserne generelt er mere dominerende end hedelyngen inden for undersøgelsesområdet.

Artsdiversitet

Forskellene i artssammensætning var større i 2023 end i 2020, og forskellene mellem 2020 og 2023 var også markante. Det bekræftede hypotesen om, at forskellene mellem prøvefelterne var blevet større i løbet af perioden. Artsdiversiteten i undersøgelsesområdet var større i 2023 efter fire sæsoner

med samgræsning. Der blev desuden fundet 10 arter mere i undersøgelsesområdet i 2023 end i 2020, hvilket også bekræfter hypotesen om græsningens gavnlige effekt på artsdiversiteten i undersøgelsesområdet. Stjernearter som hedelyng, pille-star, lyng-snerre og mark-frytle blev fundet inden for undersøgelsesområdet. Disse arter er karakteriseret ved at være følsomme overfor negative påvirkninger, f.eks. i form af næringspåvirkning, omlægning eller tilgroning.

For hvert prøvefelt er der ud fra plantearternes frekvens i pinpoint-analysen udregnet Ellenberg-indikatorværdier for lystilgængelighed (L), jordbundens fugtighed (F), næringsstofstatus (N) og reaktionsstal (R). Ellenberg-indikatorværdien for lystilgængelighed var korreleret med forskelle i græsningsbehandling, hvor prøvefelter med græsning havde højere indikatorværdier og dækningsgrad af urter samt flere arter end prøvefelter uden græsning. Dette tyder på, at græsningen øger artsdiversiteten ved at skabe forbedrede lysforhold for lyskrævende urter. Samtidig var Ellenberg-indikatorværdier for fugtighed højere i prøvefelter uden græsning, der var under tilgroning med træer og buske og havde mere karakter af skov end lysåben natur. Efterhånden som skov etablerer sig, bliver jordbunden mere fugtig på grund af øget skygge, nedsat fordampning og en stabil jordstruktur, der holder bedre på fugten. De arter, der lever på et skovbevokset areal, vil derfor kunne forventes at have en højere Ellenberg-indikatorværdi for fugtighed. Herunder er f.eks. tørst, der er fundet i prøvefelterne uden græsning og som generelt vokser på fugtig, sur bund, i krat.

Forvaltningsstrategier

Baseret på resultaterne fra dette projekt og på baggrund af den videnskabelige litteratur, anbefales en række strategier der kan bidrage til at opnå en mere dynamisk og varieret natur i hegning Lindbjerg ved Tinnets Krat. Som udgangspunkt er der tre græsningsvariable at tage hensyn til, hvilket omfatter typen af græsningsdyr, antallet af græssere og fordeling af græsning i tid og rum. Fokus bør være på fortsat brug af græsning som nøglemetode, evt. understøttet af løbende manuel rydning for at fremme overgangszoner. Tiltagene vil ikke blot modvirke tilgroning men også skabe gode betingelser for en lang række af arter der trives i overgangen mellem skov og lysåben natur.

Fremtidige studier

For at skabe større erfaringsgrundlag for forvaltningen er der en række faktorer der ville være relevante at undersøge i fremtiden. Indsamling af jord- og vandprøver kan give indsigt i faktorer såsom næringsstofindhold og pH-værdi i jorden, som betinger plantevækst og har stor betydning for artsammensætning. Sådanne undersøgelser ville bidrage til en bedre forståelse af vegetationsdynamikken i undersøgelsesområdet. For at vurdere effekterne af samgræsning ville det være relevant at

sammenligne undersøgelsesområdet med et område med kun én type af græsningsdyr. Her ville man bl.a. kunne undersøge de forskellige græsningsdyrs evne til forbedre lysforholdene for bundvegetationen. Desuden kan det være nyttigt for forvaltningen at undersøge dyrenes adfærd for at finde ud af, hvilke arealer de foretrækker og hvad fødeindtaget består af. Man kan også undersøge faktorer der har betydning for tilgroningsraten, såsom vegetationens spredningspotentiale og afstand til frøkilder. Det ville give indsigt i potentialet for naturlig arts-indvandring og dermed sandsynligheden for en naturlig genopretning af systemet.

Konklusion

Dette studie havde til formål at undersøge effekten af græsning på fire permanente prøvefelter i hegning Lindbjerg ved Tinnets Krat i Kilderne. Resultaterne viser, at afgræsning har reduceret tilgroning med vedagtige planter som brombær og gyvel. Der var tydelige forskelle mellem prøvefelterne som var blevet større i løbet af perioden siden tidligere dataindsamling i 2020. Græsningen havde desuden haft en positiv effekt på artsdiversiteten med tilstedeværelsen af flere lyskrævende stjernearter. Disse resultater understreger de gavnlige effekter ved brug af græsning som naturplejestrategi. Inden for undersøgelsesområdet er der imidlertid fortsat problemer med opvækst af forskellige vedagtige planter, der truer tilstanden på de lysåbne naturtyper i området. På den baggrund er der i dette studie givet bud på fremtidige forvaltningsstrategier, der vil kunne bidrage til mere dynamisk natur og større artsdiversitet på lysåbne hedearealer i Kilderne.

Bilag 3: Samlet artsliste for NOVANA prøvestationer i Kilderne 2021-23

Samlet artsliste for NOVANA prøvestationer i Kilderne 2021-23:

Dansk artsnavn	Videnskabeligt artsnavn
Alm. engelsød	<i>Polypodium vulgare</i>
Alm. gedebled	<i>Lonicera periclymenum</i>
Alm. gyldenris	<i>Solidago virgaurea</i>
Alm. hundegræs	<i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i>
Alm. hvene	<i>Agrostis capillaris</i>
Alm. hønsetarm	<i>Cerastium fontanum</i>
Alm. hæg	<i>Prunus padus</i>
Alm. kongepen	<i>Hypochaeris radicata</i>
Alm. kvik	<i>Elytrigia repens</i>
Alm. rajgræs	<i>Lolium perenne</i>
Alm. røllike	<i>Achillea millefolium</i>
Alm. røn	<i>Sorbus aucuparia</i>
Alm. syre	<i>Rumex acetosa</i>
Alm. torskemund	<i>Linaria vulgaris</i>
Art af bægerlav	Cladonia sp.
Art af rensdyrlav	Cladonia sp.
Bidende ranunkel	<i>Ranunculus acris</i>
Bjerg-ærenpris	<i>Veronica montana</i>
Bladmos sp.	Bryopsida sp.
Blæresmælde	<i>Silene vulgaris</i>
Blåbær	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Blåhat	<i>Knautia arvensis</i>
Blåtop	<i>Molinia caerulea</i>
Brandbægerslægten	Senecio sp. el. Jacobaea sp.
Bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>
Brombær sp.	<i>Rubus sect. Rubus</i>
Bøg	<i>Fagus sylvatica</i>
Bølget bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>
Bævreasp	<i>Populus tremula</i>
Djævelsbid	<i>Succisa pratensis</i>
Dun-birk	<i>Betula pubescens</i>
Dusk-syre	<i>Rumex thyrsiflorus</i>
Eng-brandbæger	<i>Jacobaea vulgaris</i>
Engelsk visse	<i>Genista anglica</i>
Eng-rapgræs	<i>Poa pratensis</i>
Èngriflet hvidtjørn	<i>Crataegus monogyna</i>
Ènårig rapgræs	<i>Poa annua</i>
Fin kløver	<i>Trifolium dubium</i>
Firlingslægten	Sagina sp.
Fladbælgslægten	Lathyrus sp.

Fløjlsgræs	<i>Holcus lanatus</i>
Fåre-svingel	<i>Festuca ovina</i>
Gederams	<i>Chamaenerion angustifolium</i>
Glansbladet hæg	<i>Prunus serotina</i>
Glat hunderose	<i>Rosa canina ssp. canina</i>
Glat vejbred	<i>Plantago major ssp. major</i>
Grå-pil	<i>Salix cinerea ssp. cinerea</i>
Græsbladet fladstjerne	<i>Stellaria graminea</i>
Gul snerre	<i>Galium verum</i>
Gyvel	<i>Cytisus scoparius</i>
Hanekroslægten	Galeopsis sp.
Hassel	<i>Corylus avellana</i>
Hedelyng	<i>Calluna vulgaris</i>
Hede-rendyrlav	<i>Cladonia portentosa</i>
Hindbær	<i>Rubus ideaus</i>
Hvid-gran	<i>Picea glauca</i>
Hvid-kløver	<i>Trifolium repens</i>
Høst-borst	<i>Scorzoneroides autumnalis</i>
Håret frytle	<i>Luzula pilosa</i>
Håret høgeurt	<i>Pilosella officinarum</i>
Kløverslægten	Trifolium sp.
Knold-ranunkel	<i>Ranunculus bulbosus</i>
Kornet stenbræk	<i>Saxifraga granulata</i>
Krat-fladbælg	<i>Lathyrus linifolius</i>
Krybende hestegræs	<i>Holcus mollis</i>
Lancet-vejbred	<i>Plantago lanceolata</i>
Lav ranunkel	<i>Ranunculus repens</i>
Liden fugleklo	<i>Ornithopus perpusillus</i>
Liden klokke	<i>Campanula rotundifolia</i>
Lodret og vandret	<i>Cotoneaster horizontalis</i>
Lyng-snerre	<i>Galium saxatile</i>
Lyse-siv	<i>Juncus effusus</i>
Læge-ærenpris	<i>Veronica officinalis</i>
Mangeblomstret frytle	<i>Luzula multiflora</i>
Mark-frytle	<i>Luzula campestris</i>
Mark-ærenpris	<i>Veronica arvensis</i>
Muse-vikke	<i>Vicia cracca</i>
Pille-star	<i>Carex pilulifera</i>
Prikbladet perikon	<i>Hypericum perforatum</i>
Revling	<i>Empetrum nigrum</i>
Rød-gran	<i>Picea abies</i>
Rødknæ	<i>Rumex acetosella</i>
Rød svingel	<i>Festuca rubra</i>
Sand-star	<i>Carex arenaria</i>
Selje-røn	<i>Sorbus intermedia</i>

Sitka-gran	<i>Picea sitchensis</i>
Skov-brandbæger	<i>Senecio sylvaticus</i>
Skov-fyr	<i>Pinus sylvestris</i>
Skov-hanekro	<i>Galeopsis bifida</i>
Skovstjerne	<i>Lysimachia europaea</i>
Skovsyre	<i>Oxalis acetosella</i>
Smalbladet mangeløv	<i>Dryopteris carthusiana</i>
Smuk perikon	<i>Hypericum pulchrum</i>
Stilk-eg	<i>Quercus robur</i>
Stjerne-bredribbe	<i>Campylopus introflexus</i>
Stor fladstjerne	<i>Stellaria holostea</i>
Stor nælde	<i>Urtica dioica</i>
Tandbælg	<i>Danthonia decumbens</i>
Tidlig dværgbunke	<i>Aira praecox</i>
Tofrøet vikke	<i>Vicia hirsuta</i>
Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>
Tveskægget ærenpris	<i>Veronica chamaedrys</i>
Tyttebær	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Tørst	<i>Frangula alnus</i>
Vellugtende gulaks	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
Vinter-eg	<i>Quercus petraea</i>
Vorte-birk	<i>Betula pendula</i>
Øjentrøstslægten	Euphrasia sp.
Arter i alt	108

Bilag 4: Samlede artslister for undersøgelsesområdet i 2020 og 2023

Samlet artsliste for undersøgelsesområdet, september 2020:

Dansk artsnavn	Videnskabeligt artsnavn
Alm. fuglegræs	<i>Stellaria media</i>
Alm. hvene	<i>Agrostis capillaris</i>
Alm. hønsetarm	<i>Cerastium fontanum</i>
Alm. kongepen	<i>Hypochaeris radicata</i>
Alm. røn	<i>Sorbus aucuparia</i>
Alm. syre	<i>Rumex acetosa</i>
Bladmos sp.	Bryopsida sp.
Blåmunke	<i>Jasione montana</i>
Blåtop	<i>Molinia caerulea</i>
Borstslægten	Scorzoneroides sp.
Brombær sp.	<i>Rubus</i> sect. <i>Rubus</i>
Bølget bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>
Fløjlsgræs	<i>Holcus lanatus</i>
Gederams	<i>Chamaenerion angustifolium</i>
Glansbladet hæg	<i>Prunus serotina</i>
Gyvel	<i>Cytisus scoparius</i>
Hedelyng	<i>Calluna vulgaris</i>
Lancet-vejbred	<i>Plantago lanceolata</i>
Lyng-snerre	<i>Galium saxatile</i>
Mark-frytle	<i>Luzula campestris</i>
Mose-bølle	<i>Vaccinium uliginosum</i>
Pille-star	<i>Carex pilulifera</i>
Rajgræsslægten	<i>Lolium</i> sp.
Ranunkelslægten	<i>Ranunculus</i> sp.
Rødknæ	<i>Rumex acetosella</i>
Sand-star	<i>Carex arenaria</i>
Stilk-eg	<i>Quercus robur</i>
Tveskægget ærenpris	<i>Veronica chamaedrys</i>
Tørst	<i>Frangula alnus</i>
Vorte-birk	<i>Betula pendula</i>
Arter i alt	30

Samlet artsliste for undersøgelsesområdet, august 2023:

Dansk artsnavn	Videnskabeligt artsnavn
Alm. hvene	<i>Agrostis capillaris</i>
Alm. hønsetarm	<i>Cerastium fontanum</i>
Alm. kongepen	<i>Hypochaeris radicata</i>
Alm. røllike	<i>Achillea millefolium</i>
Alm. røn	<i>Sorbus aucuparia</i>
Alm. syre	<i>Rumex acetosa</i>
Bladmos sp.	Bryopsida sp.
Blåtop	<i>Molinia caerulea</i>
Bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>
Brombær sp.	<i>Rubus sect. Rubus</i>
Bølget bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>
Dun-birk	<i>Betula pubescens</i>
Fladstjerneslægten	Stellaria sp.
Fløjlgræs	<i>Holcus lanatus</i>
Gederams	<i>Chamaenerion angustifolium</i>
Glansbladet hæg	<i>Prunus serotina</i>
Græsbladet fladstjerne	<i>Stellaria graminea</i>
Gyvel	<i>Cytisus scoparius</i>
Hedelyng	<i>Calluna vulgaris</i>
Hindbær	<i>Rubus ideaus</i>
Høst-borst	<i>Scorzoneroïdes autumnalis</i>
Håret frytle	<i>Luzula pilosa</i>
Krybende hestegræs	<i>Holcus mollis</i>
Lancet-vejbred	<i>Plantago lanceolata</i>
Lyng-snerre	<i>Galium saxatile</i>
Lyse-siv	<i>Juncus effusus</i>
Læge-ærenpris	<i>Veronica officinalis</i>
Mark-frytle	<i>Luzula campestris</i>
Pille-star	<i>Carex pilulifera</i>
Prikbladet perikon	<i>Hypericum perforatum</i>
Ranunkelslægten	Ranunculus sp.
Rødknæ	<i>Rumex acetosella</i>
Rød svingel	<i>Festuca rubra</i>
Skov-fyr	<i>Pinus sylvestris</i>
Skov-jomfruhår	<i>Polytrichum formosum</i>
Skovstjerne	<i>Lysimachia europaea</i>
Skovsyre	<i>Oxalis acetosella</i>
Stilk-eg	<i>Quercus robur</i>
Tørst	<i>Frangula alnus</i>
Vorte-birk	<i>Betula pendula</i>
Arter i alt	40