



Miljøministeriet
Naturstyrelsen



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

LIFE Raised bogs in Denmark - LIFE14 NAT/DK/000012



Delprojekt 4. Langkær

Effektovervågning af habitatnaturtyper 2015-23

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Henriette Bjerregaard

Sagsnummer: 2020 - 2589

Udgivelsesdato: 12. december 2023

Forsidefotos:

6 fotos fra Langkær. Fotograf: Henriette Bjerregaard

Disclaimer: Indeværende rapport er udarbejdet som led i LIFE projektet LIFE14 NAT/DK/000012 som støttes økonomisk af EU Kommissionen. I henhold til artikel II.7.2 i General Conditions kan de holdninger og den viden, der kommer til udtryk i rapporten, under ingen omstændigheder blive betragtet som EU Kommissionens officielle holdning og EU Kommissionen er ikke ansvarlig for den videre brug af oplysningerne i rapporten.

Indhold

Indledning	4
Metode	4
Feltarbejde	6
Resultater.....	6
Strukturparametre	6
Supplerende strukturparametre	11
Vegetationsanalyser	20
Vandstandsmålinger	24
Konklusion.....	25
Referencer.....	27

Bilag 1: Kortbilag

Bilag 2: Strukturdata fra slutmonitoring 2022

Bilag 3: Sammenligning af udvalgte strukturparametre

Bilag 4: Totalartsliste fra baseline og slutmonitoring

Bilag 5: Resultater af pin point-analyser

Bilag 6: Fotos af prøvefelter fra 2015 og 2022

Indledning

Der er i dette delprojekt gennemført en effektmonitoring, som tager udgangspunkt i NOVANA-metoden med indsamling af vegetation- og strukturdata i prøvefelter. Formålet er at kunne detektere et bredt spektrum af ændringer i både positive og negative indikatorer, som kan være resultatet af de indsatser, der gennemføres i delprojektet.

Denne rapport fokuserer dels på forskelle i data mellem baseline og slutmonitoring, men data forøges også sammenholdt med kriterieværdier for intakt højmoser, som dels stammer fra Kriterier for gunstig bevaringsstatus (KGB) (Søgaard 2003), tilstandssystemet for vurdering af naturtilstand af habitatnaturtyper (Fredshavn 2005 og 2006) og indikatorer for terrestriske naturtyper (Nielsen 2013). Sidstnævnte er nærmere beskrevet i baselinerapporten.

Hvor der ikke er fastsat kriterieværdier, er der i denne rapport foretaget en sammenligning med data fra Tofte Mose, som er en del af Lille Vildmose, og den største intakte højmoser i Nordvesteuropa. Der er dog kun én NOVANA-station med 11 prøvefelter i Tofte Mose (Station nr. 18), så datagrundlaget er begrænset, men det vurderes alligevel at give et billede af, hvilke værdier man vil finde i intakt højmoser.

I baselinerapporten blev formålet formuleret således:

Effektovervågningen forventes at kunne svare på følgende spørgsmål:

- *Kommer der øget dækning af tørvemosser i partier med nedbrudt højmoser, som i dag er uden eller næsten uden tørvemosser?*
- *Forskydes artssammensætningen af tørvemosser i retning af flere højmoserarter i partier med aktiv eller nedbrudt højmoser, som i dag er domineret af ikke-højmoserarter af tørvemos (*S. fallax* og *S. palustre* m.fl.)?*
- *Forskydes artssammensætningen af karplanter, bladmosser og tørvemosser på grund af øget påvirkning af minerogent vand fra kildevæld/opstemmet dam længst mod nordvest?*
- *Er der en positiv effekt af rydning og vandstandshævning i fh.t. opvækst af birk o.a. træarter (dette forventes desuden overvåget ved kortlægning af tilgroet areal)*

Ud over at vurdere effekten af LIFE-projektet og tilstanden af Langkær er det også forsøgt at evaluere metoden.

Højmosekarakteristiske arter af dyr har ikke været omfattet af effektmonitoringen, bortset fra forsøg på at vurdere levested for de karakteristiske dagsommerfugle, men i løbet af projektperioden er flg. arter fundet i Langkær ifm. feltarbejdet til denne rapport samt citizen science (1): to arter af dagsommerfugle, bøllebålfugl (*Agriades optilete*) og moseperlemorsommerfugl (*Boloria aquilonaris*), tre arter af guldsmede, arktisk smaragdlibel (*Somatochlora arctica*), lille kærguldsmed (*Leucorrhinia dubia*) og siv-mosaikguldsmed (*Aeshna juncea*) samt en edderkoppeart, (tørvemosejæger (*Pardosa sphagnicola*)).

Metode

I 11 permanente prøvefelter (se bilag 1) blev 1/2x1/2 m kvadrater og 5 m-cirkler overvåget efter NOVANA-metoden til kontrolovervågning af lysåbne habitatnaturtyper (Fredshavn 2015 og 2018) suppleret med en række

strukturparametre med henblik på bedre at kunne identificere ændringer over en relativt kort tidsperiode.

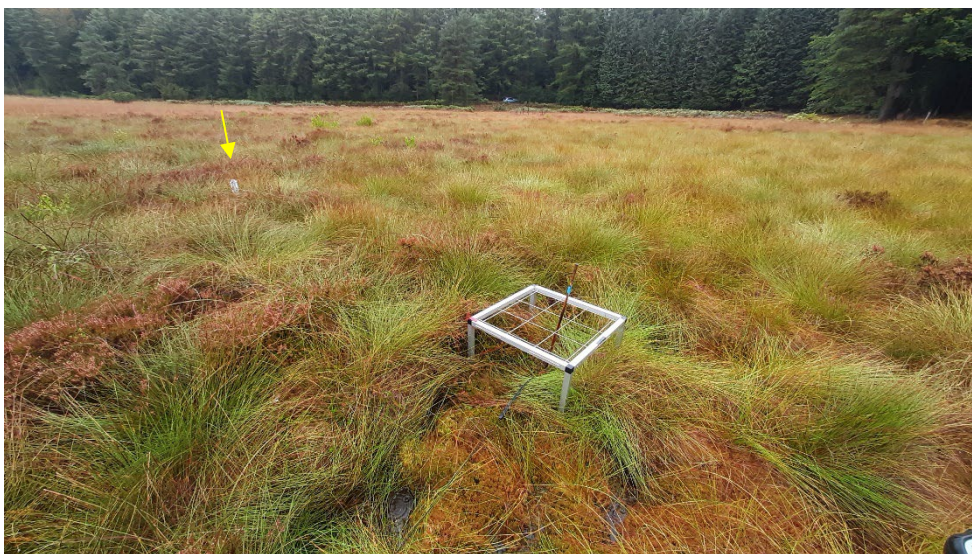
Der er suppleret med flg. parametre: Foto af 5 m-cirklen taget fra syd (se bilag 6), førelagets tykkelse, jordbund samt dækning i 5 m-cirklen af bar jord/tørv, laver, blad- og lever mosser, tørvemosser, græsser og græslignende (star, siv), bredbladede urter, urter m/ insektbestøvede blomster, hængesæk/gyngende bund, fugtig bund m. vandstand i/tæt på jordoverfladen. Desuden tegn på dræning inden for 25 m fra prøvefeltet, pleje/drift/vildtgræsning, næringsstoffbelastning, problem-/invasive arter, positiv-/indikatorart og afstand til nærmeste ene. Dækning blev registreret i intervaller: 0 (0 %), 1 (>0-5 %), 2 (>5-10 %), 3 (>10-30 %), 4 (>30-75 %), 5 (>75-100 %), da det blev vurderet at være lettere/hurtigere at gennemføre i felten.

Der blev desuden suppleret med pH-måling i 6 prøvefelter, men ikke udtaget vand- eller løvprøver til analyse af næringsstoffer. Der blev forsøgt måling i yderligere prøvefelter, men her var der ingen vand (bl.a. nr. 38). Ledningsevne blev kun målt i 2015, da det siden er udgået af NOVANA.

De 11 prøvefelter udgøres af 5 prøvefelter fra en eksisterende NOVANA-station nr. 4648 Langkær, som i alt har 10 prøvefelter (bilag 1), suppleret med 6 stratificeret tilfældigt udlagte prøvefelter. De 5 supplerende prøvefelter blev udlagt for at få repræsenteret nedbrudt højmose domineret af græsser og uden eller næsten uden tørvemosser, mens ét prøvefelt blev udlagt i en tørvegrav mod syd med mange højmossekarakteristiske arter, som ikke var repræsenteret i NOVANA-sættet.

Prøvefelterne er udlagt stratificeret tilfældigt med udgangspunkt i et sæt på 50 potentielle prøvefelter udlagt tilfældigt i et 10x10 m grid. Nr. 1-30 blev udlagt i forbindelse med oprettelsen af NOVANA-stationen, og de er nu suppleret op til 50 med yderligere 20 tilfældigt genererede prøvefelter. Inden for delområder med henholdsvis våd-fugtig, tørvemosdomineret vegetation og relativt tør, græs-/blåtopdomineret højmosevegetation er valgt prøvefelter med de laveste løbenumre, som samtidig sørger for en god rumlig fordeling på lokaliteten så forskellige højdeniveauer er repræsenteret (bilag 1). I delområdet med artsrig tørvegrav mod sydvest er ligeledes valgt prøvefeltet med det laveste løbenummer.

Et vandstandsør med vandstands- og barologger blev den 11. februar 2016 opsat inden for 5 m-cirklen af prøvefelt nr. 6 (Position: UTM Y: 6.211.131,05, UTM X: 532.145,95).



Figur 1. Prøvefelt nr. 6 genfundet den 27/9-22. Pin point-rammen er placeret i centrum, hvor den bambuspind, der markerer jernrøret, stadig var at finde. Vandstands-røret med loggerne anes i baggrunden til venstre (gul pil). Fotograf: Miljøstyrelsen.

Feltarbejde

Baseline blev gennemført den 22. og 28. oktober 2015, slutmonitoring den 13. og 27. september 2022.

Den 21. og 22. oktober 2015 blev prøvefelterne afsat med landmåler-GPS (Trimble TSC3) med ca. +/- 2 cm nøjagtighed og samtidig afmærket permanent med stålrør banket helt ned til jordoverfladen. Hvert stålrør blev markeret med en bambuspind malet blå i toppen.

Ved slutmonitoringen blev prøvefelterne genfundet vha. landmåler-GPS (Trimble TSC3) og i alle tilfælde blev stålrøret genfundet bortset fra nr. 13, hvor det var forsvundet. Dette har dog ingen betydning, da punktet blev afsat med landmåler-GPS'en. Pin point-rammen blev orienteret nord-syd, så pin point-analysen startede i det sydvestlige hjørne.

Resultater

Strukturparametre

Vegetationshøjde

Den gennemsnitlige vegetationshøjde målt på 4 sider af hvert af de 11 1/2x1/2 m-prøvefelter fremgår af bilag 3, tabel 1. Middelhøjden for alle prøvefelter på hhv. 36 og 35 cm i 2015 og 2023 har ikke ændret sig, men i enkelte prøvefelter er højden nu væsentlig lavere end i 2015, hvilket i nr. 14 kan tilskrives øget dækning af tørvemosser, men ellers er der variationer, der må henregnes til forskellige registreringstidspunkter samt måleusikkerheder. De laveste højder er målt i prøvefelter nr. 2, 8 og 25, som også har høj dækning af tørvemosser, mens høj vegetation skyldes høj græs-/starvegetation.



Figur 2. Massiv opvækst af birk (*Betula sp.*) i den nordlige del af Langkær 26. juni 2014. Billedet er taget mod sydøst, hvor prøvefelt nr. 6 ligger skråt til venstre bag det døde træ. Fotograf: Miljøstyrelsen.

Vedplantetilgroning

Vedplantetilgroning er en vigtig indikator for tilstanden, da højmosen under optimale betingelser vil være træfri i danske højmoser. Tilgroning med træer og buske er tegn på eutrofiering og dræning og kan accelerere udtørring. Det skærpede kriterium for dækning af vedplanter > 1 m højde er 0%, mens det lempede kriterium er 1% (Nielsen 2013).

Fra 2015 til 2023 er der sket et markant fald i dækningen af træer og buske og højden af tilstedeværende vedplanter er reduceret, se bilag 3, tabel 2. I modsætning til i 2015 er der i dag ikke registreret vedplanter over 1 m højde i nogen af prøvefelterne, og i 9 ud af 11 prøvefelter er dækningen meget lav, 0-0,1 m². Kun prøvefelt nr. 2 har fortsat en relativ høj dækning på 20 m² lave vedplanter, men her var tilgroningen også massiv i 2015 med 35 m² vedplantedække i alt.

Alle prøvefelter opfyldte i 2022 det skærpede kriterium for dækning af vedplanter over 1 m, hvor det tidligere kun gjaldt tre prøvefelter (nr. 9, 25 og 31).

Prøvefelt	Træer/buske < 1m (m ²)	Træer/buske > 1m (m ²)	Træer/buske samlet (m ²)
4648_03	10	-25	-15
4648_06	0,09	-5	-4,9
4648_07	-0,4	-2	-2,4
4648_08	-1,9	-1	-2,9
4648_09	0	0	0
4648_14	0,5	-2	-1,5
4648_25	-0,9	0	-0,9
4648_31	0	0	0
4648_32	-0,9	-4	-4,9
4648_38	0,1	-1,5	-1,4

4648_45	0	-0,1	-0,1
Middel	0,6	-3,7	-3,1

Tabel 1. Forskel i dækning i m² i 5 m cirklen af træer/buske fra 2015 til 2023. Se også bilag 3, tabel 2.

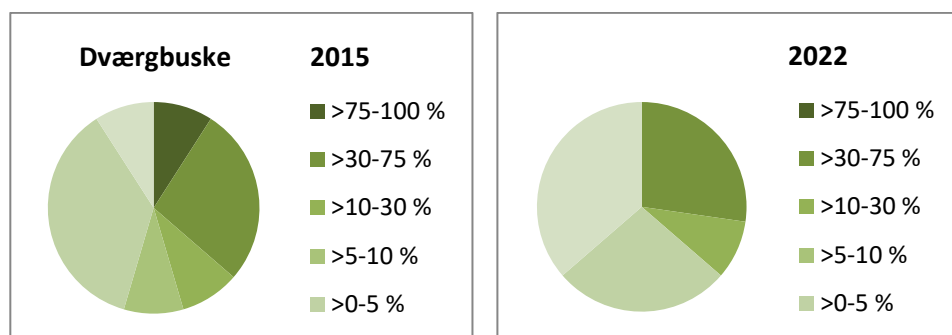
Det må konkluderes, at den igangsatte rydningsindsats har været effektiv, men også at der fortsat stedvist forekommer en del lave vedplanter, der kan blive et problem, hvis indsatsen ophører.

Dværgbuske

I intakte højmoser vil dværgbuske være udbredte på tuerne, og en meget høj dværgbuskdækning kan således indikere udtørring og mangel på høljer, mens meget lav dværgbuskdækning f.eks. findes i sekundær aktiv højmose, hvor den oprindelige tue-hölje-struktur er væk. Dækning af dværgbuske bør optimalt set jf. tilstandssystemet for habitatnaturtyper ligge omkring 10-30% (2), men på 5 m-cirkelniveau kan variationen være stor.

I Tofte Mose dværgbuskdækningen i gennemsnit 42 m² og varierer mellem 15-75 m², så dækninger mellem 10-75% og også højere i 5 m-cirkler må betragtes som værende inden for den naturlige variation i en intakt dansk højmose. Bemærk af dværgbuske i denne sammenhæng ikke omfatter tranebær (Fredshavn 2015 og 2018).

Dækningen af dværgbuske ses at være faldet fra 2015 til 2023 (figur 3), især er der observeret store fald i prøvefelt nr. 6, 8 og 32 (bilag 3, tabel 3). Årsagerne til faldende dværgbuskdækning er forskellige, idet det i bl.a. nr. 6, 7 og 8 vurderes at skyldes hævet vandstand og dermed forringede vækstbetingelser for dværgbuske, mens det i nr. 32 og 38 vurderes at skyldes en fremadskridende konkurrence fra blåtop.



Figur 3. Dækning af dværgbuske ekskl. tranebær. Antal 5 m-cirkler fordelt på dækningsgradsintervaller.

Vandflade

Da der ikke er fastsat kriterier for den optimale dækning af vandflade i intakt højmose, kan data sammenlignes med den gennemsnitlige dækning i Tofte Mose på 1,7 m² pr. 5 m-cirkel.

Der er samlet set ikke sket ændringer i dækning af vandflade i 5 m-cirklerne, idet gennemsnittet fortsat er på 0,6 m² pr 5 m-cirkel (Bilag 3, tabel 5). Der er dog en vis usikkerhed på vurderingerne, bl.a. fordi det kan være svært at vurdere om der er tale om temporært vand pga. nedbør, hvilket formentlig er tilfælde for prøvefelt nr. 45. Der ses dog en mindre øgning af vandfladen i prøvefelt 8 og 31, hvilket må kunne tilskrives den gennemførte vandstandshævning, da de ligger tæt på den tværgående membran.



Figur 4 a og b. Vandstandshævning i Langkær gennemført ved hjælp af membran (t.v.) og krydsfinerplader (t.h.) 13. april 2021. Fotograf: Miljøstyrelsen.

Høljer

Da der ikke er fastsat kriterier for den optimale dækning af høljer, er data sammenlignet med den gennemsnitlige dækning af høljer i Tofte Mose på 32 m² pr. 5 m-cirkel.

Høljer er fortsat ikke registreret i prøvefelterne (bortset fra <0,1 m² i prøvefelt nr. 6), så der er forholdsvis lang vej igen ift. udvikling af en egentlig højmosesflade med veludviklet tue-højlestruktur. Det bemærkes dog, at der er observeret mindre arealer med høljer med bl.a. hvid næbfrø (*Rhynchospora alba*) samt Skebladet og Pjusket tørvemos (*Sphagnum tenelleum* og *cuspidatum*) i det veludviklede, fladegravede delområde mod sydvest.

pH i vand

Iflg. KGB (Søgaard 2003) skal pH være stabil og ikke væsentlig lavere en naturtypens naturlige surhedsgrad, det vil sige <4,2. I Tofte Mose er der til sammenligning målt pH-værdier fra 3,8-4,6 med et gennemsnit på 4,2 i perioden 2011-21.

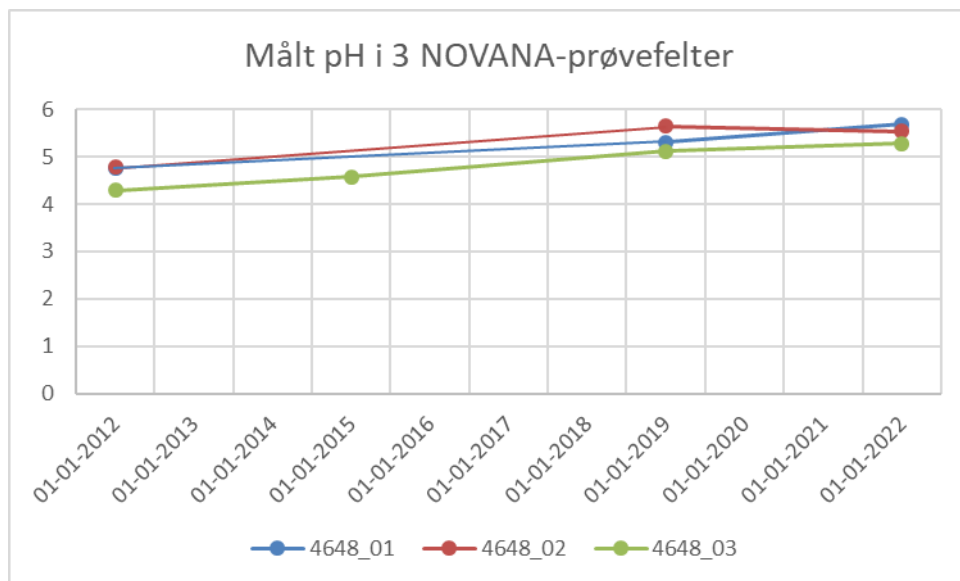
De målte pH-værdier i 6 prøvefelter fremgår af Bilag 3, tabel 6. Det ses at der er målt en gennemsnitlig stigning på 0,4 og at pH i alle prøvefelter ligger fra 0,2 til 0,7 højere end i 2015. For prøvefelter nr. 6, 7, 9 og 25 ligger pH nu på 3,8-4,4, hvilket er tættere på KGB-kriteriet end i 2015, hvilket kan ses som en forbedring.

Stigningerne er størst i prøvefelt nr. 3 og 9, som ligger relativt tæt på det område, der tilføres minerogent vand fra en kildebæk, der passerer gennem en opstemmet dam. Der blev i 2014 målt pH-værdier på omkring 7 i det vand, der strømmer gennem dæmningen i 3 plastikrør, og indholdet af næringsstoffer var relativt lavt (bilag 3, tabel 7).

Det er fortsat kun de to prøvefelter 3 og 14, som ligger i/tæt på den zone, hvor det minerogene vand siver genne højmosen, der med pH-værdier på 5,3 og 5,7 ligger væsentligt over KGB-kriteriet. Derimod ses det, at pH-værdien i prøvefelt nr. 7 er faldet til 4,1 ved passage af højmosen. Dette formodes at skyldes den forsuring, der sker ved tørvemossernes udskilning af H⁺-ioner.

For at undersøge om der kan være tale om svingende pH-værdier eller måleusikkerheder, er der foretaget en sammenligning med NOVANA-data, hvor der for prøvefelterne 1,2 og 3 er data fra 3 år (4 år for prøvefelt nr. 3). Det ses i bilag 1, at de alle er placeret ret tæt på dammen mod vest, hvor det minerogene

vand strømmer ind i højmosen. For alle tre prøvefelter stiger pH med næsten 1 pH-værdi fra 2012 til 2023 (figur 5 og Bilag 3, tabel 8).



Figur 5. Målt pH i 3 NOVANA-prøvefelter fra 2012-22 (se placering i bilag 1).

Det er usikkert om effekten af vandstandshævnningen når så langt op i mosen, men risikoen for, at det ville betyde opstuvning af minerogent vand har været erkendt. Da der ikke er tale om eutrofieret vand (se Bilag 3, tabel 8), men vand der stammer fra en kilde i skoven mod vest, har genopretning af hydrologien været prioriteret.

Det vurderes, at de vådere betingelser vil skabe forudsætninger for øget tørvedannelse, hvilket med tiden forventes at betyde at pH falder igen, således at pH-forøgelsen vil være et midlertidigt fænomen. I prøvefelterne med høje pH-værdier er der allerede nu høj dækning af tørvemosser, inkl. en tørvedannende art som rød tørvemos (*Sphagnum medium/divinum*) samt andre højmosearter som kohorns- og rødgrenet tørvemos (*S. rubellum* og *angustifolium*), så der er grund til at forvente en positiv udvikling.



Figur 6. Vand fra opstemmet dam strømmer via 3 plastikrør gennem dæmning. T.v. kraftig strøm efter rensning af rør, der var tilstoppet med nåle 4/2-2014. T.h. svag vandstrøm den 20/8 2014. Fotograf: Naturstyrelsen.

Resultatet for pkt. 3 indikerer desuden, at pH-stigningen er en udvikling, som er startet inden etablering af membraner og skod i maj 2018, og som derfor ikke nødvendigvis er en konsekvens af projektet. Årsagen kan være, at grøfterne, der tidligere var meget dybe, langsomt er groet til af sig selv, men også stigende nedbørsmængder, rydning af plantage samt andre klimatiske og øvrige faktorer.

Alt i alt vurderes den relativt begrænsede mængde af indstrømmende minerogent vand ikke at være problematisk for højmosed udviklingen, da der samtidig er registreret høj dækning af tørvemosser inkl. tørvedannende arter.

Ledningsevnen blev ikke målt i forbindelse med slutmonitoring, da denne parameter er udgået af NOVANA.

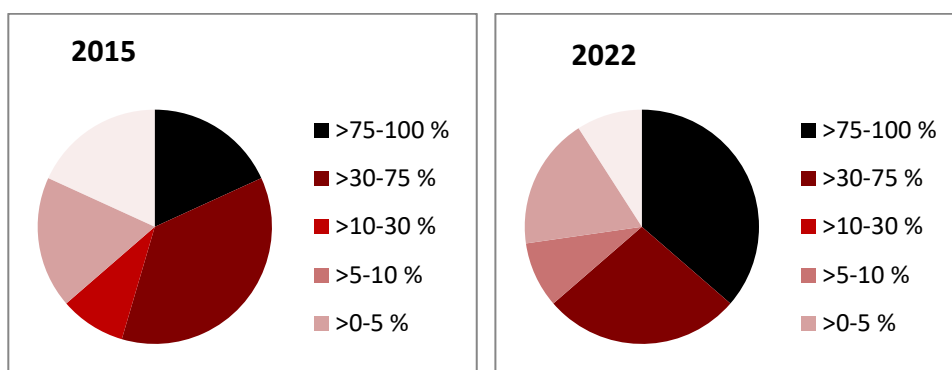
Supplerende strukturparametre

I det følgende gennemgås resultaterne af de strukturparametre, som er medtaget som supplement til NOVANA-metoden.

Tørvemosser

Dækning af tørvemosser er én af de vigtigste indikatorer for tilstanden af højmose, da det er forudsætningen for aktiv tørvedannelse, og selvom der er ikke fastsat en egentlig kriterieværdi, er der ingen tvivl om at dækningen i en helt upåvirket aktiv højmose bør ligge i intervallet 75-100%.

Figur 7 giver et billede af, at der samlet set er sket en fremgang i dækning af tørvemosser, idet der dog også er stagnation eller stabile forhold i dele af højmosen.



Figur 7. Dækning af tørvemosser i intervaller, antal 5 m-cirkler fordelt på dækningsgradsintervaller.

Ses der på de enkelte 5 m-cirkler (tabel 2) vurderes tørvemosdækningen at være øget i fem 5 m-cirkler, men på grund af metoden med registrering i intervaller vises udviklingen ikke tydeligt i ovenstående figur, da ændringer kan ske inden for et interval.

Der er tydelig fremgang i prøvefelterne nr. 6 og 14, hvor dækningen er øget fra 30-75% til 75-100%, samt nr. 31, hvor dækningen gik fra 0 til 25 m² (30-75%). Men også i nr. 3 og 8 vurderes der at være sket en øgning i tørvemosdækningen. I nr. 3

kender vi ikke dækningen i m² i 2015, men den antages at have været af samme størrelsesorden som ved NOVANA-overvågningen i 2019 (året efter projektgennemførslen), hvor der blev registreret 60 m² tørvemosdækning – altså i den nedre ende af intervallet 75-100%. Der vurderes dermed at være sket en øgning til 77 m² i 2022. I nr. 8 vurderes der også at være sket en væsentlig fremgang fra den nedre til den øvre del af intervallet 30-75% (der blev registreret 20 m² tørvemos i 2019), denne vurdering baserer sig dog primært på personlig observation (se også fotos bilag 6).

Prøvefelt	2022	2019	2015	Ændring
4648_03	77 m ²	60 m ²	75-100 %	øget
4648_06	73 m ²		30-75 %	øget
4648_07	30-75%	70 m ²	30-75 %	stabil
4648_08	30-75%	20 m ²	30-75 %	øget
4648_09	8 m ²		10-30 %	nej
4648_14	75-100 %	65 m ²	30-75 %	øget
4648_25	75 m ²		75-100 %	stabil
4648_31	25 m ²		0%	øget
4648_32	0,1 m ²		<5 %	nej
4648_38	0		0%	nej
4648_45	2 m ²		<5 %	nej

Tabel 2. Dækning af tørvemosser målt ifm. baseline i 2015, slutmonitering i 2022 samt NOVANA-data fra 2019 og 2022. I NOVANA blev dækning af tørvemosser i m² noteret som supplerende oplysning i bemærkningsfeltet, dog desværre ikke helt konsekvent. For 2022 er kun den mere præcise angivelse i m² medtaget i tabellen, hvor den var til rådighed. I kolonnen til højre er angivet en samlet vurdering af udviklingen i tørvemosdækning i løbet af projektperioden.

Den øgede tørvemosdækning i de fem prøvefelter vurderes at være en tydelig effekt af den vandstandshævning, der er foretaget vha. den tværgående membran, som har overkant i kote 53,5 m. Prøvefelterne ligger alle i den centrale del af højmosen oven for membranen mellem kote 53,5 og 54 (bilag 1), hvor en effekt er mest sandsynlig.

Derimod er der ikke registreret øget dækning af tørvemosser i nr. 32 længst mod nordøst, og den er tilsyneladende reduceret i nr. 9 i den modsatte side, hvilket viser at effekten af de iværksatte hydrologitiltag ikke er nået ud til disse mere perifere prøvefelter.

Tørvemosdækningen i prøvefelterne nr. 7, 33 og 45, som ligger i det blåtopdominerede område mod sydøst, er også fortsat meget lav, hvilket indikerer begrænset effekt af de skod der er sat i grøfterne i denne del af højmosen.

Nr. 25 i den artsmæssigt mest veludviklede del af højmosen har fastholdt en konstant høj dækning af tørvemosser.

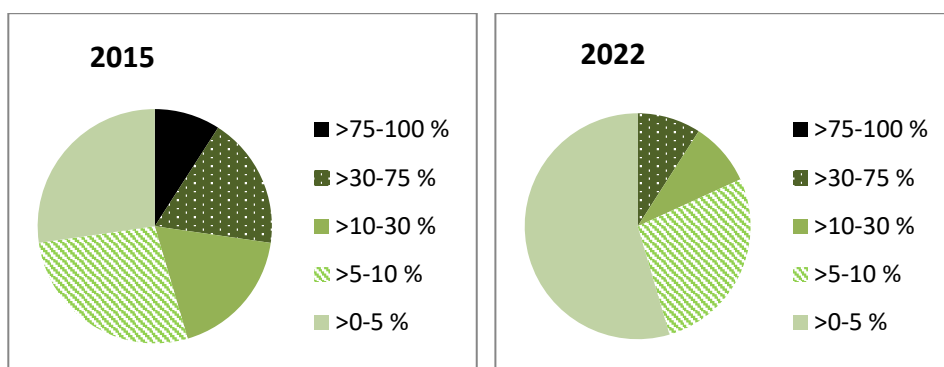
Ved fremtidig effektovervågning anbefales det at anvende m² i stedet for intervaller som her, da det giver større mulighed for at detektere mindre ændringer.



Figur 8. Tue af den højmossekarakteristiske art af tørvemos rød tørvemos (*Sphagnum divinum/medium*) i Langkær. Sammen med bl.a. sod-tørvemos (*S. papillosum*), der også findes i Langkær, hører den til de gode tørvedannere. Fotograf: Miljøstyrelsen.

Blad- og levermosser

Der er ikke fastsat kriterier for den optimale dækning af blad- og levermosser, men der kan sammenlignes med resultaterne fra Tofte Mose, hvor blad- og levermosser i pin point-analyser har meget lave dækningsgrader på hhv. 2% og 1%.



Figur 9. Dækning af blad- og levermosser i intervaller, antal 5 m- cirkler fordelt på dækningsgradsintervaller.

Det ses af figur 9, at dækning af blad- og levermosser er faldet markant fra 2015 til 2022, og størsteparten af 5 m-cirklerne har nu 0-5% eller 5-10% dækning af blad- og levermosser (bilag 3, tabel 4). Levermosser er medregnet, men er i alle tilfælde meget sparsomt til stede, og man kan gå ud fra, at den samlede dækning reelt er udtryk for dækningen af bladmosser.

Faldende dækning skal ses som en positiv udvikling, da høj dækningen af bladmosser er tegn på udtørring, og det ses også at de mest udbredte mosarter i Langkær er tørbundsarter som trind fyrremos (*Pleurozium schreberi*), hede-

cypresmos (*Hypnum jutlandicum*) og plænekransemos (*Rhytidiadelphus squarrosus*). Andre udbredte bladmosser som almindelig filtmos (*Aulacomnium palustre*) og almindelig jomfruhår (*Polytrichum commune*) er tilknytte fugtig bund, men kræver formentlig mere minerogene forhold end intakt højmos.

Laver

Rensdyrlav (*Cladina* sp.) er karakteristisk for habitatnaturtypen aktiv højmos (7110) (Miljøstyrelsen 2016), men der er ikke fastsat kriterier for den optimale dækning af laver i danske højmoser. I Tofte Mose er laver stort set ikke til stede i 5 m-cirklerne. Det vurderes dog, at den nuværende lavdækning i Tofte ikke kan anvendes som referenceværdi, da de fleste indlandslokaliteter i Danmark er eller har været påvirket af ammoniak eller anden luftforurening. Den anbefalede Critical Level for mosser og laver på $< 1 \mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$ (dvs. at koncentrationer over denne grænse kan give skade på vegetationen) er jf. modelberegninger fortsat overskredet i det meste af Jylland (se Ellermann 2021), og niveauet har tidligere været højere.

Under helt upåvirkede betingelser, må det forventes, at der ville være en betydelig dækning af rensdyrlaver i danske højmoser, men det har ikke inden for rammerne af dette projekt været muligt at finde relevante kriterieværdier.

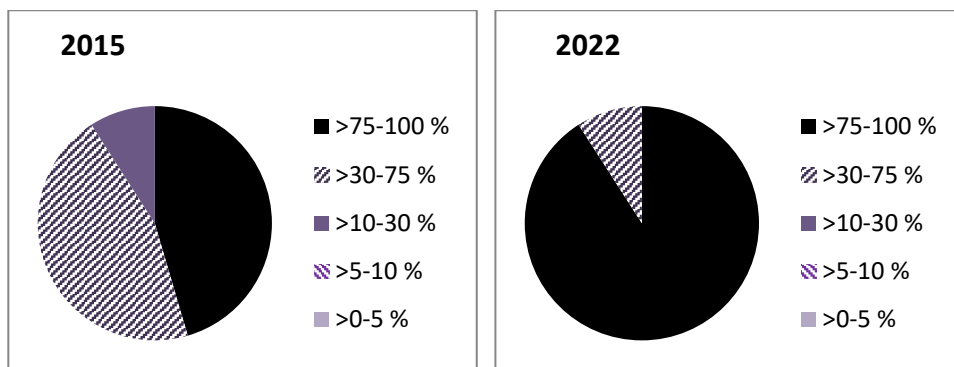


Figur 10. Rensdyrlav (*Cladina* sp.) i Langkær, 2021. Foto: Miljøstyrelsen.

Laver er nu kun registreret i ét enkelt prøvefelt mod 4 i 2015. Små forekomster af lav kan dog være overset, men der er under alle omstændigheder tale om så lille dækning, at det tyder på påvirkning fra forhøjede ammoniakkoncentrationer eller anden luftforurening, jf. ovenfor, samt evt. andre faktorer.

Græsser og græslignende

I intakt højmos skal der ikke være græsser til stede, og det skærpede kriterium for dækning af græsser er 0%, mens det lempede kriterium er 5% (Nielsen 2013). Når "græslignende" urter som halvgræsser og siv er medtaget, bliver billedet dog mere komplekst, og der findes ingen kriterieværdier. I Tofte Mose er "Græsser" og "Halvgræsser, siv og frytle" ved seneste overvågning registreret hver for sig jf. den seneste Tekniske Anvisning (Fredshavn 2018), og her er dækningen af græsser 0 m², mens halvgræsser, siv og frytle har en gennemsnitlig dækning på 32 m² (25-50 m²) i 5 m-cirklen. Dvs. at "Græsser og græslignende" optimalt set skal ligge i intervallet 30-75 %.



Figur 11. Dækning af græsser og græslignende i intervaller, antal 5 m- cirkler fordelt på dækningsgradsintervaller.

Det ses at dækningen af Græsser og græslignende er steget markant, så de fleste prøvefelter nu har 75-100% dækning, hvilket jf. ovenfor er en for høj dækning.

Imidlertid er der i forbindelse med slutmoniteringen også udført NOVANA, så derfor ved vi, at stigningen i 5 ud af 6 prøvefelter (nr. 3, 6, 8, 14 og 25) skyldes øget udbredelse af halvgræsser, siv og frytle, hvilket må tilskrives de mere fugtige forhold, mens kun ét prøvefelt (nr. 32) har fået større græsdominans (bilag 2). Det vurderes derfor at resultatet er positivt, selvom dækningen ligger over det optimale for intakt højmosé.

Mht. dækning af græsser opfylder ingen prøvefelter nu det skærpede kriterium, da der er registreret meget sparsom forekomst af blåtop i både prøvefelt nr. 6 og 25, som tidligere var helt uden græsser. De to prøvefelter lever dog op til det lempede kriterium på <5%, hvilket også nr. 3 og 14, hvor græsdækningen er reduceret. Øvrige 7 prøvefelter opfylder ikke det lempede kriterie ift. dækning af græs, men nr. 8 er tæt på, mens de øvrige er meget langt fra.

Bredbladede urter

Der vil normalt næsten ikke være bredbladede urter til stede i intakt højmosse bortset fra arter af soldug (*Drosera spp.*), blærerod (*Utricularia spp.*) og blomstersiv (*Scheuchzeria palustris*), derfor vurderes det at lav dækning er optimal, fx som i Tofte Mose, hvor der registreret 0-0,3 m².

I Langkær er der fortsat registreret 0 eller 0-5% dækning af bredbladede urter i alle prøvefelter, bortset fra prøvefelt nr. 14, hvor dækningen er faldet fra 30-75% til 5-10% (bilag 2). Årsagen til dette fald er ukendt, men det kan skyldes konkurrence fra tørvemosser og halvgræsser.

Førne og jordbund

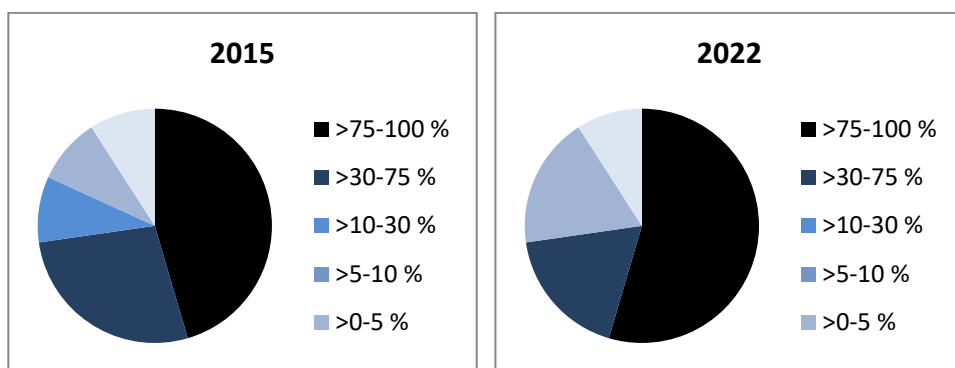
Der er i 2022 målt et relativt tykt førnelag i prøvefelterne 7, 31, 32, 38 og 45, som bortset fra nr. 7 ligger i meget blåtopdominerede områder, hvor der ikke er spirebede til stede (bilag 2). Data fra nr. 9 mangler, men dette prøvefelt ligger også i blåtopdomineret område.

For prøvefelterne 7, 32 og 38 er der målt et væsentligt tykkere førnelag i 2022 ift. 2015 (Bilag 3, tabel 9). Reelt er førnelagets tykkelse dog formentlig nogenlunde uændret, da der ikke er sket store ændringer i vegetation og drift i disse områder, og forskellen vurderes at skyldes en ændret tilgang i målemetoden. I 2022 blev gennemsnitshøjden af viscent græs medtaget som førne, mens kun førne på jordbunden blev medtaget i 2015, og målingerne i 2022 afspejler således bedre den negative effekt af ophobning af dødt plantemateriale og mangel på spirebede, som observeres i felten.

Bar jord/tørv er ikke til stede i 2022, hvilket er stort set uændret ift. 2015. Jordbunden er alle steder tørv.

Hydrologi

De fleste steder er jordbunden fortsat fra moderat til meget fugtig (bilag 2). For prøvefelterne 6, 8 og 31 er der i 2022 registreret en større andel af fugtig bund end i 2015, hvilket stemmer overens med udviklingen i dækning af tørvemosser og viser at effekten af vandstandshævningen er meget tydelig i disse prøvefelter.



Figur 12. Dækning af fugtig bund i intervaller, antal 5 m- cirkler fordelt på dækningsgradsintervaller.

De perifere prøvefelter tilsyneladende er blevet mere tørre. Denne parameter kan dog variere betydeligt i forhold til årstid og nedbørshændelser.



Figur 13. Plastikmembran og vækst af tørvemosser

I 2022 er der ikke længere synlige tegn på dræneffekt inder for 25 meter bortset fra nr. 7, hvor der er en tilstoppet grøft 13 m væk med kun svag dræneffekt. Der er ikke registreret hængesæk/gyngende bund nogen steder.

Drift og anden påvirkning

Der er ikke konstateret tydelige tegn på drift og pleje inkl. græsning, høslæt, rydning og vildtgræsning i Langkær i hverken 2015 eller 2022.

I den mellemliggende periode har får dog i en periode haft adgang til højmosen, i hvert fald omkring 2016-2018. Som det ses kunne fårene godt finde på at gå ud i mere våde områder.



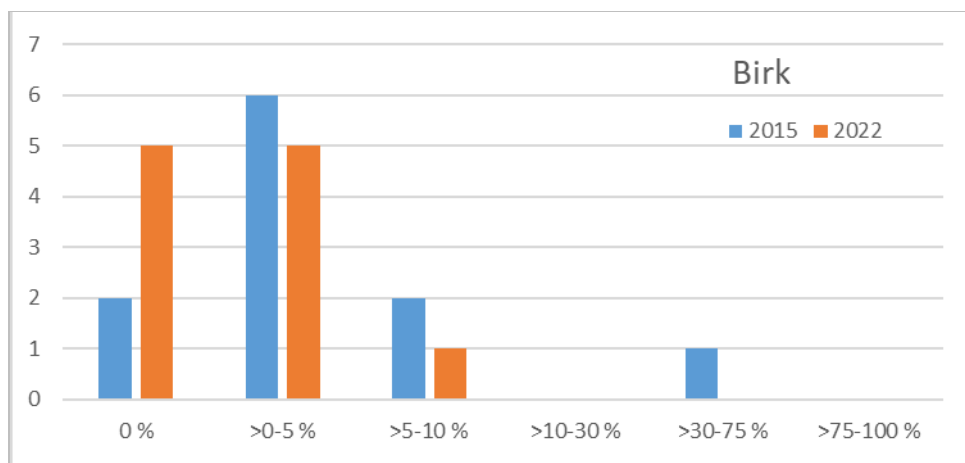
Figur 14a og b. Fåregræsning i den sydlige del af højmosen. Begge fotos fra Langkær den 21. september 2016. Fotograf: Miljøstyrelsen

Der er dog etableret græsning langs den vestlige kant af mosen, og hegnlinjen går gennem kanten af 5 m-cirklen i prøvefelt nr. 9.

Der er heller ikke konstateret tydelige tegn på næringsbelastning (bilag 2).

Problemarter

Udbredelsen af blåtop (*Molinia caerulea*), har overordnet set ikke ændret sig fra 2015 til 2022, men der kan registreres en væsentlig tilbagegang fra 10-30% til 0-5% i prøvefelt nr. 8, hvilket vurderes at kunne tilskrives hydrologiændringer, men udbredelsen tilsvarende er markant øget fra 10-30% til 75-100% i nr. 32 mod nordvest.



Figur 15. Dækning af birk i intervaller, antal 5 m-cirkler i henholdsvis 2015 og 2022.

Birk (*Betula* sp.) forekommer nu kun i 6 mod tidligere 9 prøvefelter, og alle steder er dækningen nu reduceret til under 5%, bortset fra nr. 3. Særligt i prøvefelt nr. 3 ses en markant reduktion fra 30-75% til 5-10%, og der er også registreret en tydelig effekt af rydningsindsatsen i 6 ud af 11 5 m-cirkler. Se desuden afsnit om vedplantetilgroning ovenfor.

Positivarter

Som supplement til pin point-analyserne er dækningen af udvalgte højmossekarakteristiske arter af tørvemosser registreret i 5 m cirklerne. De er fortsat fraværende eller tilstede med meget lav dækning bortset fra prøvefelterne nr. 6 og 25.

I nr. 6 er dækningen af rød tørvemos (*Sphagnum medium/divinum*) øget fra 0-5% til 10-30%, hvilket tyder på en meget positiv udvikling, i feltet er også 0-5% dækning af kohorns-tørvemos (*S. rubellum*) (mod tidligere 5-10%) og pjusket tørvemos (*S. cuspidatum*) er kommet til. Nr. 25 er fortsat domineret af rød tørvemos (*S. medium/divinum*) med forekomst af kohorns-tørvemos (*S. rubellum*), mens pjusket tørvemos (*S. cuspidatum*) ikke blev genfundet i dette prøvefelt.

Levested for højmossekarakteristiske dagsommerfugle

Urter med insektbestøvede blomster er sammen med dækningen af dværgbuske en indikator for områdets egnethed som levested for en lang række insekter, der er tilknyttet blomster med pollen og nektar, heriblandt arter af dagsommerfugle, som er karakteristiske for højmose (moseperlemorsommerfugl (*Boloria aquilonaris*), bøllebålfugl (*Agriades optilete*) og moserandøje (*Coenonympha tullia*)). De to førstnævnte er registreret i Langkær, Bøllebålfugl den 29/06-2016 (pers.obs.) og Moseperlemorsommerfugl i 2014 (Claus Lunde, pers.opl.), 29/6-2016 (pers.obs.), 2020 (Arter.dk) og 2022 (Stadel Nielsen 2023).



Figur 16a. Bølleblåfugl (*Agriades optilete*) fouragerende på Kragefod (*Comarum palustre*).



Figur 16b. Moseperlemorsommerfugl (*Boloria aquilonaris*) fouragerende på kær-tidsel (*Cirsium palustre*).

Begge fotos fra Langkær den 29. juni 2016. Fotograf: Henriette Bjerregaard

I de inventerede prøvefelter er blomstrende urter dog sparsomme. Kun prøvefelt nr. 14 rummer en del benbræk (*Narthecium ossifragum*), men dækningen er gået tilbage fra 30-75% til 5-10%. Hertil kommer dog dværgbuske, som er mere udbredte end de blomstrende urter, jf. afsnit om dværgbuske ovenfor, og tranebær (*Vaccinium oxycoccus*), jf. nedenfor.

Det vurderes dog, at disse data ikke tegner det rigtige billede af Langkær som levested for dagsommerfugle, idet der bl.a. er rig blomstring af urter som kær-tidsel (*Cirsium palustre*), trævlekrone (*Lychnis flos-cuculi*), kragefod (*Comarum palustre*), sump-kællingetand (*Lotus pedunculatus*) og alm. fredløs (*Lysimachia vulgaris*) i det minerogene område lige neden for den opstemmede dam.

Tranebær (*Vaccinium oxycoccus*) er værtsplante for larver af bølleblåfugl og moseperlemorsommerfugl. I ca. halvdelen af 5 m-cirklerne er der forekomst af tranebær (*Vaccinium oxycoccus*), men i to prøvefelter (nr. 3 og 6) er der sket en væsentlig fremgang fra 0-5% til 10-30% dækning.

Bølleblåfugls larver kan også leve på andre dværgbuske (herunder mosebølle (*Vaccinium uliginosum*), som ikke er registreret i Langkær), mens moseperlemorsommerfugls larver er mere strengt tilknyttet tranebær. Der vurderes at være rigeligt med foderplanter i Langkær, men de registrerede parametre giver ikke det fulde billede af levestedets kvalitet.

Enebær

Det er usædvanligt at der findes enebær (*Juniperus communis*) i en højmose, hvilket må tilskrives udtørring og evt. knap så tykke tørvelag i visse dele af højmosen kombineret med spredningskilder i nærheden. Enebær er dog tilsyneladende gået tilbage siden 2015, hvor der var enebær inden for en afstand på 25 meter fra i alt 7 prøvefelter. I 2022 gjaldt dette kun for prøvefelt nr. 38 og 45, hvor afstanden var den samme som i 2015. Forklaringen kan være frost og vådere betingelser i højmosen.

Vegetationsanalyser

I slutmoniteringen er der registreret i alt 70 taxa, heraf 42 karplanter, 13 bladmosser, 11 tørvemosser, 3 levermosser og 1 lav (se bilag 4), mod 68 i baseline. Forskellene ift. baseline er hovedsageligt, at der er fundet flere urter og bladmosser i 2022 end i 2015, til gengæld er 3 vedplantearter ikke genfundet i 2022, hvilket kan være en effekt af rydningsindsatsen. Antal arter af tørvemosser og øvrige taxa er nogenlunde konstant. Nytilkomne arter kan til dels tilskrives, at slutmonitering blev foretaget tidligere (september) end baseline (oktober), men også at der næsten altid vil være oversete arter i en 5 m-cirkel, når det gælder meget sparsomme forekomster af urter og mosser. Hertil kommer usikkerheder ift. bestemmelse af arter sent på sæsonen samt vanskelige taxa som især *Sphagnum recurvum*-komplekset (*S. fallax/angustifolium/flexuosum*) og gruppen *Sphagnum rubellum/capillifolium/russowii/subnitens*, der er kendt som særligt variable og udfordrende artskomplekser. Bemærk at der er foretaget ændringer i 2015-data efter ny kvalitetssikring.



Figur 17a. Rundbladet soldug (*Drosera rotundifolia*) og rosmarinlyng (*Andromeda polyfolia*) m.fl.



Figur 17b. Klokkelyng (*Erica tetralix*)
Begge fotos fra Langkær den 29. juni 2016.
Fotograf: Henriette Bjerregaard

Antallet af karplanter og bladmosser er fortsat unaturligt højt for højmose og der er forekomst af mange ikke-højmosearter, som normalt er knyttet til tør og/eller mere næringsrig bund. Af højmosekarakteristiske arter (Miljøstyrelsen 2016) er registreret rosmarinlyng (*Andromeda polyfolia*), rundbladet soldug (*Drosera rotundifolia*), tue-kæruld (*Eriophorum vaginatum*), tranebær (*Vaccinium oxycoccus*), hedelyng (*Calluna vulgaris*), almindelig star (*Carex nigra*), hvid næbfro (*Rhynchospora alba*), almindelig flagelmos (*Odontoschisma sphagni*), rød tørvemos (*Sphagnum medium/divinum*), rødgrenet tørvemos (*S. angustifolium*) og renskyrlav (*Cladina* sp.). Af almindeligt forekommende højmosearter i Danmark er flg. registreret: klokkelyng (*Erica tetralix*), revling (*Empetrum nigrum*), smalbladet kæruld (*Eriophorum angustifolium*), kohorns-tørvemos (*S. rubellum*), pjusket tørvemos (*S. cuspidatum*) og sod-tørvemos (*S. papillosum*). Uden for 5 m cirklerne er der desuden fundet skebladet tørvemos (*S. tenellum*) i høljer i den sydvestlige del af mosen.

Der er i alt registreret 12 tørvemosarter, som ud over de ovenfor nævnte omfatter arter normalt tilknyttet mere tør og/eller næringsrig bund: Brodspids- (*Sphagnum fallax*), kuplet (*S. flexuosum*), almindelig (*S. palustre*), frynset (*S. fimbriatum*) og fedtet tørvemos (*S. subnitens*). Desuden plys-tørvemos (*S. capillifolium*), som ikke blev registreret i 2015 og spraglet tørvemos (*S. russowii*), som ikke blev genfundet i prøvefelterne 2022, men fortsat er til stede i Langkær (jf. Arter.dk).

Indikatorarter

I NOVANA-rapporten fra 2007 (Ejrnæs 2009) er udpeget 18 indikatorarter for god naturtilstand i højmose, heraf forekommer de 11 i Langkær. Da der er sammenfald med arterne nævnt ovenfor, indikatorarterne angivet med understregning. Forskellen ift. 2015 er at hvid næbfrø i 2022 blev registreret inden for en 5 m-cirkel (nr. 25). Antallet af indikatorarter varierer meget fra prøvefelt til prøvefelt, og ændring af antal indikatorarter fra 9 til 10 i nr. 25 og fra 1 til 0 i nr. 9 kan skyldes oversete meget små forekomster af hhv. alm. flagelmos og kohornstørvemos.

Dækningsgrader i pin point-analyser

En sammenligning af resultaterne af pin point-analyser i 11 prøvefelter omregnet til et estimat af dækningsgraden i henholdsvis 2015 og 2022 er vist i bilag 5, tabel 1.

Samlet set har blåtop (*Molinia caerulea*) i 2022 størst dækningsgrad med 59% mod 57% i 2015, hvilket ikke vurderes at være en signifikant forskel. Dette stemmer overens med ovenstående resultater, hvor der ikke ses en fremgang for de sydøstlige samt mere perifere, blåtopdominerede prøvefelter.



Figur 18. Højvegetation i gammelt tørvegravningsområde mod sydvest, som indeholder den mest veludviklede højmossevegetation i Langkær.

Det er derimod positivt, at tørvemosser (*Sphagnum* sp.) nu har den næsthøjeste dækningsgrad med 45% mod 33% i 2015, og der er også en markant fremgang fra 24% til 35% dækning for de højmossekarakteristiske arter af tørvemosser alene. Ser man nærmere på det, er der dog kun sket fremgang i få prøvefelter, især nr. 6 og 8 (bilag 5, tabel 2). Dækningsgraderne i 5 m-cirkler jf. ovenfor giver formodentlig et mere retvisende billede af udviklingen, da de dækker et større areal af end de små 1/2x1/2 m pin point-rammer.

Samtidig går bladmosser (*Bryopsida*) markant tilbage fra at have den største dækningsgrad i 2015 på 67% til nu 43%, hvilket også er positivt, jf. strukturafsnittet ovenfor.

Det er ligeledes bemærkelsesværdigt at dækningen af hedelyng (*Calluna vulgaris*), som tidligere var den næstmest udbredte karplante med 31%, nu er reduceret til 10%. Også revling (*Empetrum nigrum*) går tilbage fra 14 til 7%. Det vurderes at være en positiv udvikling, da dværgbuskene især findes på tuerne, og en høj dækning indikerer således udtørring og dominans af tue-vegetation. Til sammenligning var dækningen af hedelyng i Tofte Mose i 2021 15% og revling 7% (NOVANA-station nr. 18 med 11 prøvefelter).

Dækning af både tue-kæruld (*Eriophorum vaginatum*) og tranebær (*Vaccinium oxycoccus*) er næsten fordoblet fra henholdsvis 16% til 29% og 11 til 22%, hvilket også indikerer forbedrede forhold.

Ellenberg indeks

Der er ikke fastsat kriterieværdier for Ellenberg-indeks i højmose, men til sammenligning er de gennemsnitlige Ellenberg-værdier for højmoseindikatorarterne relativt høj for F (8,3) og lave for R og N (1,7 og 1,1). For Tofte Mose ligger de gennemsnitlige Ellenberg-værdier til sammenligning i gennemsnit på 8,0 (7,2-8,7) for F, 2,0 (1,7-2,7) for R og 1,2 (1,1-1,4) for N.

Af tabel 3 neden for fremgår, at den gennemsnitlige Ellenberg-værdi for fugtighed (Ellenberg F) er øget i løbet af projektperioden fra 2015 til 2022, og især for prøvefelterne nr. 3, 6 og 8 ses en markant udvikling mod en artssammensætning tilpasset mere fugtige forhold. Mindre ændringer kan skyldes usikkerheder, og der vurderes ikke at være væsentlige forskelle for størsteparten af prøvefelternes vedkommende.

Prøvefelter	Gennemsnit af Ellenberg F			Gennemsnit af Ellenberg R			Gennemsnit af Ellenberg N		
	2015	2022	Forskel	2015	2022	Forskel	2015	2022	Forskel
4648_03	7,7	8,2	0,5	2,8	3,0	0,2	1,8	1,7	-0,1
4648_06	7,0	7,9	0,9	2,2	2,3	0,1	1,7	1,5	-0,2
4648_07	7,4	7,5	0,1	3,1	3,0	0,0	2,5	2,2	-0,3
4648_08	6,8	8,1	1,3	2,5	3,4	1,0	2,1	2,2	0,1
4648_09	7,5	7,8	0,3	3,3	3,1	-0,1	2,4	2,3	-0,1
4648_14	8,1	8,3	0,1	3,0	3,5	0,5	1,9	2,4	0,5
4648_25	7,5	7,8	0,3	2,0	2,0	0,0	1,4	1,2	-0,2
4648_31	7,6	8,0	0,4	3,0	2,9	0,0	2,0	1,9	-0,1
4648_32	6,4	6,5	0,1	2,8	2,5	-0,3	2,5	2,3	-0,2
4648_38	6,9	7,3	0,4	2,9	3,1	0,2	2,4	2,3	-0,1
4648_45	7,5	7,8	0,2	3,1	3,0	-0,1	2,3	2,1	-0,2
Middel	7,3	7,7	0,4	2,8	2,9	0,1	2,1	2,0	-0,1

Tabel 3. Gennemsnitlige Ellenberg-værdier for fugtighed (F), pH (R) og næringsstoffer (N) beregnet for registrerede arter i 5 m-cirklerne på baggrund af værdierne for karplanter i Hill 1999 og for tørvemosser i O'Reilly 2009. Bladmosser indgår ikke, da der ikke findes Ellenberg-værdier for disse.

Dette gælder også i forhold til Ellenberg R- og N-værdierne, som samlet set ikke ændrer sig væsentligt. Der sker dog tilsyneladende en tilpasning af vegetationen til

højere pH-værdier i prøvefelterne nr. 8 og 14, hvilket må skyldes at disse prøvefelter ligger i området, hvor der siver minerogent vand ned gennem højmosen. For nr. 14 ledsages dette ikke overraskende af en lidt forhøjet Ellenberg N-værdi.

Når man ser på R- og N-indeks er det tydeligt, at nr. 25 skiller sig ud, her er Ellenberg-værdierne nøjagtigt det samme som gennemsnittet for Tofte Mose, hvilket siger noget om, at artssammensætningen er tæt på optimal. Ellers ligger de gennemsnitlige værdier i Langkær relativt højt for N og R.

Flere prøvefelter har tilsyneladende en optimal fugtighed, hvis der sammenlignes med Tofte Mose og indikatorarternes Ellenberg F-indeks, mens især nr. 32 fortsat har lavt F-indeks. Det vurderes dog, at Ellenberg F-værdien baseret på tilstedeværelse/ikke-tilstedeværelse af arter i 5 m-cirklen ikke i tilstrækkelig grad afspejler i faktiske forhold, idet de to blåtopdominerede prøvefelter nr. 9 og 45 har samme F-værdi som nr. 25 med en veludviklet højmoservegetation.

Det er derfor undersøgt, om vægtede Ellenberg-værdier giver et bedre billede af udviklingen, da de tager hensyn til arternes dækningsgrad. Det vægtede gennemsnit af Ellenberg F-værdierne, som beregnes ved hjælp af pin point-data, giver dog ikke et mere klart billede (tabel 4). At prøvefelt nr. 3, 6 og 8 er blevet mere fugtige stemmer godt overens med øvrige resultater, men for nr. 9 og 38 virker det misvisende, formentlig fordi resultatet er baseret på et meget lille areal ($\frac{1}{4} \text{ m}^2$).

Prøvefelter	Gennemsnit af vægtet Ellenberg F		
	2015	2022	Forskel
4648_03	7,8	8,3	0,5
4648_06	6,9	7,9	1,0
4648_07	7,6	8,0	0,4
4648_08	6,2	8,3	2,1
4648_09	7,5	8,0	0,5
4648_14	8,2	8,2	0,0
4648_25	7,5	7,8	0,3
4648_31	8,0	8,0	0,0
4648_32	6,3	6,5	0,1
4648_38	7,2	8,0	0,8
4648_45	7,9	8,0	0,1
Middel	7,4	7,9	0,5

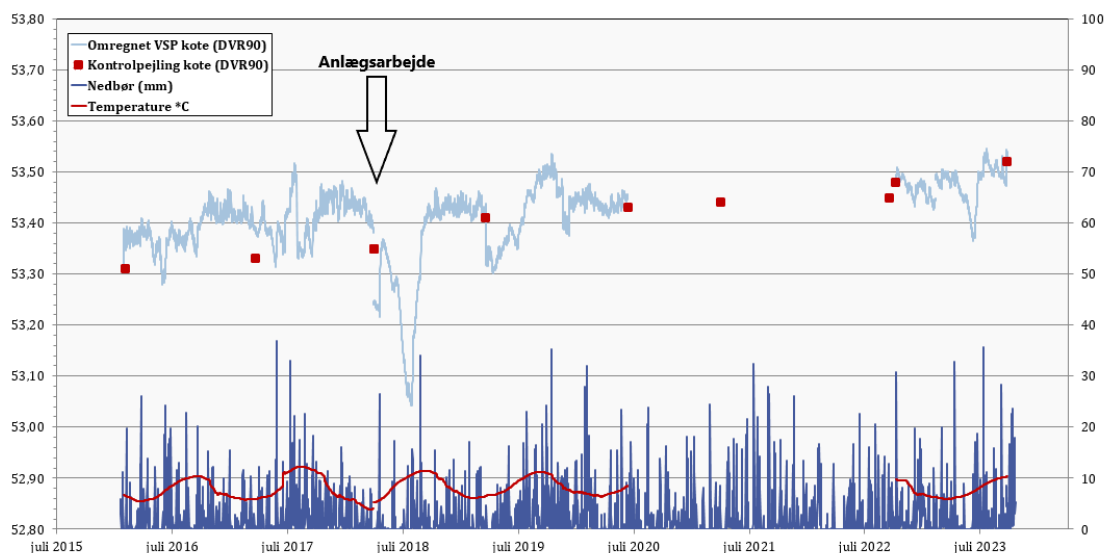
Tabel 4. Vægtede Ellenberg F-værdier. Gennemsnitlige Ellenberg-værdier for fugtighed (F), vægtet med dækningsgrad pba. antal berøringer i pin point-analyserne. Værdier fra Hill 1999 og O'Reilly 2009.

Vandstandsmålinger

For at følge variationen i vandspejlsniveauet henover året og dokumentere effekten af tiltag i mosen, blev der i februar 2016 opstillet en automatisk vandstandsmålestation, som har målt vandstanden hver sjette time. Loggeren blev opstillet i den del af mosen, som forventeligt ville opnå en højere vandstand som følge af projektet (prøvefelt nr. 6, se bilag 1 samt, notat om vandstandsmålestation i Langkær (14).

Figur 19 viser den kontinuerte loggede vandspejlsvariationen i måleperioden fra i februar 2016 og til november 2023, samt de manuelt udførte kontrolmålinger. Nederst i figuren er opgivet nedbør (DMI grid 10223) samt målte temperatur. Gennem en del af perioden har der været udfordringer med loggerdata, dels ved en diver der begyndte at drive ud af synkronisering med kontrolmålinger, for til sidst at gå i stykker (juni 2020). Derudover ved en defekt barodiver og hærværk på loggeren. Data fra perioden april 2018 til juli 2020 er derfor manuelt forsøgt korrejeret ind efter kontrolmålingerne. Data fra oktober 2022 er foretaget med ny baro og diver. Tolkning af de kontinuerte data skal således tages med et vist forbehold og sammenholdes med de manuelle kontrolmålinger.

Ved opmålinger i april 2017 blev det terrænnære vandspejl målt i kote 53,30, mens terrænet ved vandstandsloggeren blev målt til kote 53,40 m.o.h. (DVR90), målt mellem tuerne. Måling af terrænkoter i et tuet terræn som en højmose er behæftet med en vis usikkerhed. Den vandstandsende membran i kote 53,50 og en række terrasserende skodder blev isat i april 2018. For yderligere information om opmålinger og placeringer af membran og skodder, henvises til projektets detailprojekt (Bangsgaard & Paludan 2017).



Figur 19. Figuren viser de kontinuert loggede data, samt de manuelt målte kontroldata omregnet til vandspejlskoten i mosen, samt tilhørende temperatur og nedbørsdata. Hul i måleserien skyldes nedbrud af diver og senere barologger. Enheder på y-aksen er i venstre side: m.o.h. og i højre side: mm og grader

Måleperioden inden isætning af membran, dækker næsten to vinterperioder i 2016/17 og 2017/18, hvor vandstanden varierer mellem ca. kote 53,31 m og ca. 53,50 m. Den samlede vandspejlsvariation blev således målt til ca. 0,2 m og hvor

vandspejlet en betydelig del af året var lige under eller noget under terrænniveau og kun om vinteren er lige omkring eller lidt over terræn.

De manuelle målinger efter isætning af membran viser, at vandstanden er steget med ca. 15-20 cm fra 2016 til 2023 i området ved prøvefelt nr. 6, hvor vandstandsrøret står. Dette understøttes af de kontinuerte loggede data, som også indikerer at vandstanden er steget og blevet mere stabilt om sommeren – dog undtaget tørkesommeren 2018, hvor der ses et markant dyk til kote 53,05 (lige efter isætning af membran) og tilsvarende mindre effekt af et tørt forår i 2019. Vandstanden varierer nu generelt mellem 53,42 og 53,52, altså omkring eller lige over terræn. I en meget tør forsommer i 2023 ser det ud til at vandstanden kortvarigt var under terræn. Data viser, at genopretningen af mosens hydrologi har haft en målbar effekt på det terrænnære vandspejl, som er afgørende for at understøtte en genopbygning af højmosen.

Konklusion

De vigtigste resultater af projektet i Langkær er dels, at den gennemførte vandstandshævning i den centrale del af højmosen, hvor der er etableret en tværgående membran, har haft en synlig og positiv effekt på vegetation og strukturer, dels at rydningsindsatsen har ført til en nu meget begrænset udbredelse af vedplanter. Det kan ikke konkluderes om vandstandshævningen vil bidrage til at hindre ny opvækst/genvækst af vedplanter i dele af mosen.

For 5 prøvefelter er tørvemosdækningen øget, for 2 er den stabilt høj, mens den for 4 prøvefelter fortsat er meget lav/ikke til stede. De positive resultater fremgår også af vandstandsmålinger tæt på prøvefelt nr. 6 i den østlige del af højmosen.

I prøvefelt nr. 6 er der god sammenhæng mellem vandstandsstigningen på ca. 20 cm og vegetationsudviklingen, idet der her er observeret en tilbagegang af dværgbuske og bladmosser i kombination med en væsentligt øget tørvemosdækning, som bl.a. inkluderer en markant fremgang af den højmosekarakteristiske art rød tørvemos (*Sphagnum medium/divinum*). Dette giver sig også udslag i et øget Ellenberg F-værdi, der viser at vegetationen generelt har tilpasset sig mere fugtige forhold. Hertil kommer at vedplantedækningen i prøvefelt nr. 6 er reduceret fra 5 m² til 0,1 m² som en tydelig effekt af rydningsindsatsen.

Effekten af opstuvning af minerogent vand i den centrale del af Langkær har resulteret i en markant øgning på næsten en pH-enhed. Dette har en effekt på artssammensætningen, som tilsyneladende tilpasses en højere pH i de prøvefelter det ligger nærmest gennemsivningsområdet (ses bl.a. ved forhøjede Ellenberg-R-indeks). Da der ikke er tale om næringsbelastet vand, og da tørvemosdækningen er stigende i de berørte prøvefelter, vurderes den gavnlige effekt af vandstandshævningen dog at være større end den eventuelt negative effekt af en let forhøjet pH.

Effekten af blokeringer af grøfter i den sydlige del er mere begrænset, her har vandstandshævningerne indtil videre kun en helt lokal effekt, og når ikke ud til de prøvefelter der indgår i effektmoniteringen. Der er heller ikke sket forbedringer af de mere perifert beliggende prøvefelter i den nordlige del, og dele af Langkær domineres fortsat helt af blåtop.

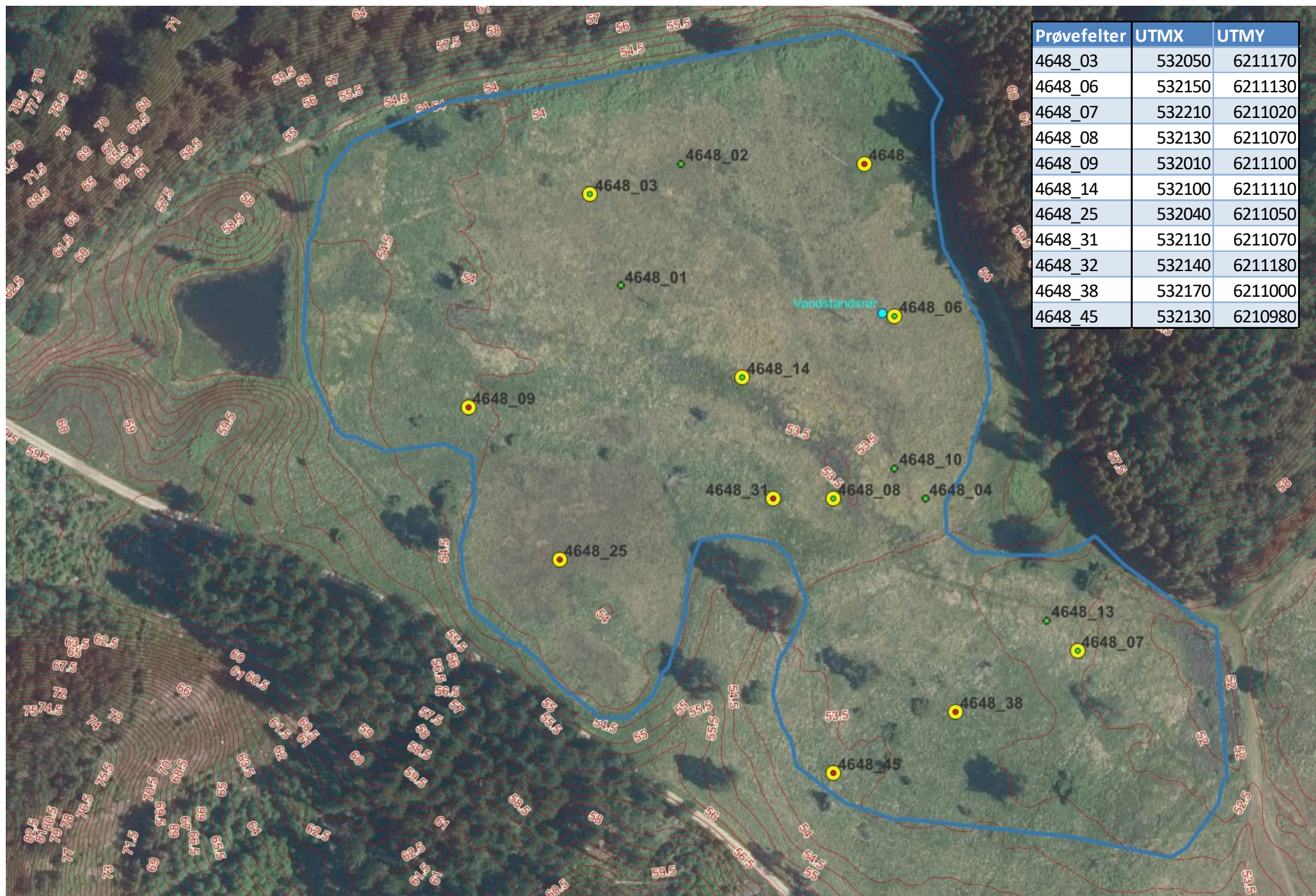
Det fortsat kun prøvefelt nr. 25 i det tidligere tørvegravningsområde mod nordvest, der indeholder en artssammensætning, som ligner intakt højmosse, men flere prøvefelter – bl.a. nr. 6 – er i en gunstig udvikling. Høljær er dog stadig en mangelvare, som kun er meget sparsomt til stede.

Langkær vurderes at være et godt levested for højmossekarakteristisk dagsommerfugle med rigelige forekomster af både nektarkilder og foderplanter.

Den anvendte metode har både fordele og ulemper. Afsætning af prøvefelter med præcisions-GPS kan klart anbefales frem for permanent afmærkning i terrænet, da det giver den største sikkerhed for at genfinde alle prøvefelter præcist. Værdien af pin point-analyser vurderes til gengæld at være begrænset, når der er så forholdsvist få prøvefelter, her kan dækningsgrader i 5 m-cirkler anbefales, men bør registreres i m² frem for intervaller, og det er vigtigt at foretage en grundig udvælgelse af parametre.

Referencer

- 1) Arter.dk, <https://arter.dk/short-link/1d7453bf-24ef-4c73-b04f-d36e27313094>
- 2) Bangsgaard & Paludan ApS 2017. Hydrologisk og teknisk undersøgelse samt detailprojekt. Delprojekt 4 Langkær LIFE14 NAT/DK/000012 – LIFE Raised Bogs.
- 3) Danmarks Naturdata, Danmarks Miljøportal, <http://naturdata.miljoportal.dk>
- 4) DCE, Aarhus Universitet: <https://novana.au.dk/naturtyper/moser>
- 5) Ejrnæs, R et al., 2009: Terrestriske Naturtyper 2007. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU nr. 712. <http://www.dmu.dk/Pub/FR712.pdf>
- 6) Ellermann, T. et al., 2021: Atmosfærisk deposition 2020. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport nr. 471. <http://dce2.au.dk/pub/SR471.pdf>
- 7) Fredshavn, J.R. og Ejrnæs, R, 2006: Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU nr. 599. <https://www.dmu.dk/Pub/FR599.pdf>
- 8) Fredshavn, J.R. og Skov, F., 2005: Vurdering af naturtilstand. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU nr. 548. https://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR548.PDF
- 9) Fredshavn, J, et al, 2015: Teknisk anvisning, Overvågning af terrestriske naturtyper, TA-No1, v.3, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Biodiversitet/TAN01_Terrestriske_naturtyper_v3.pdf
- 10) Fredshavn, J, et al, 2018: Teknisk anvisning, Overvågning af terrestriske naturtyper, TA-No1, v.4.1, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Biodiversitet/TAN01TerrestriskeNaturtyperV4_1.pdf
- 11) Hill, M.O. et al., 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2 Technical Annex. Huntingdon, Institute of Terrestrial Ecology, 46pp. (ECOFAC, 2a). <http://nora.nerc.ac.uk/6411/1/ECOFAC2a.pdf>
- 12) Hill, M.O. et al., 2007: Attributes of British and Irish Mosses, Liverworts and Hornworts. BRYOATT. NERC Centre for Ecology and Hydrology and Countryside Council for Wales <http://nora.nerc.ac.uk/1131/1/BRYOATT.pdf>
- 13) Miljøstyrelsen, 2016: Habitatbeskrivelser, ver. 1.05, maj 2016. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer) <https://mst.dk/media/128611/habitatbeskrivelser-2016-ver-105.pdf>
- 14) Naturrådgvningen 2016. Notat. Vadsstandsmålestation i Langkær.
- 15) Nielsen, K.E. et al., 2015. Indikatorer for terrestriske naturtyper inden- og udenfor habitatområderne, 2013. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 157. <http://dce2.au.dk/pub/SR157.pdf>
- 16) O'Reilly, C., 2009. Peatscapes Project: Sphagna as management indicators research. Final report to North Pennines AONB Partnership <http://www.northpennines.org.uk/Lists/DocumentLibrary/Attachments/140//Sphagnaasmanagementindicators.pdf>
- 17) Stadel Nielsen P (2023). Bugbase, Lepidopterological Society. Version 9.7. Lepidopterological Society, Denmark. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/fhqj1a> accessed via GBIF.org on 2023-11-06. <https://www.gbif.org/occurrence/4035285095>
- 18) Søgaard, B. et al., 2003: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. – Faglig rapport fra DMU, nr. 457. http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR457_2udg_www.pdf



Prøvefelter	UTMX	UTMY
4648_03	532050	6211170
4648_06	532150	6211130
4648_07	532210	6211020
4648_08	532130	6211070
4648_09	532010	6211100
4648_14	532100	6211110
4648_25	532040	6211050
4648_31	532110	6211070
4648_32	532140	6211180
4648_38	532170	6211000
4648_45	532130	6210980

Bilag 1. Prøvefelter udlagt i Langkær. Gul: LIFE-effektmonitoring, Rød: ekstra effektmoniteringsprøvefelter, Grøn: NOVANA-station 4648 Langkær. Kilde: Dataforsyningen.

Bilag 2. Resultater fra slutmonitoring 13. og 27. september 2022, strukturparametre

StedNavn	4648_03	4648_06	4648_07	4648_08	4648_09	4648_14	4648_25	4648_31	4648_32	4648_38	4648_45	Middel, total
Dato	27-9-2022	27-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	27-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	27-9-2022	13-9-2022	13-9-2022	
Inventør	HENBJ	HENBJ	HENBJ, JOBRA	JOBRA	JOBRA	HENBJ, JOBRA	HENBJ, JOBRA	HENBJ	HENBJ, JOBRA	HENBJ	JOBRA	
Habitatnaturtype	7110	7110	7120	7120	7120	7110	7110	7120	7120	7120	7120	
Naturtypenavn	Højmosse	Højmosse	Nedbrudt højmosse	Nedbrudt højmosse	Nedbrudt højmosse	Højmosse	Højmosse	Nedbrudt højmosse	Nedbrudt højmosse	Nedbrudt højmosse	Nedbrudt højmosse	
Stationsnavn	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	Langkær	
NOVANA-metode												
Prøvefelt ½x½ m												
Vegetationshøjde 1 (cm)	15	30	40	10	40	2	15	70	60	60	50	
Vegetationshøjde 2 (cm)	10	30	40	30	40	2	20	60	50	50	40	
Vegetationshøjde 3 (cm)	15	30	50	20	50	5	15	70	40	50	30	
Vegetationshøjde 4 (cm)	15	15	60	20	50	15	10	60	50	60	40	
Middel	13,75	26,25	47,5	20	45	6	15	65	50	55	40	35
Dækning i 5 m cirkel i m²												
Træer/buske under 1m (m2)	20	0,1	0,1	0,1	0	1,5	0,1	0	0,1	0,1	0,1	2,0
Træer/buske over 1m (m2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Træer/buske samlet (m2)	20	0,1	0,1	0,1	0	1,5	0,1	0	0,1	0,1	0,1	2,0
Dværgbuske (m2)	25	10	1	0,1	0	2	50	0,1	25	0,2	1,5	10,4
Vandflade (m2)	0	0,1	0	4	0	1,5	0	1	0	0	0	0,6
7110/20: Høljer (m2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Græsning	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	
Høslet	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	
Slåning	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	
Rydning	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	
Vandprøve: pH	5,28	3,83	4,1		4,44	5,72	4,1					4,6
Bredbladede urter (NOVANA)	1	0,1	0,5	0,1	1,5	7	1,5	0	4	0,2	0,1	1,5
Græsser (NOVANA)	3	0,1	75	6	70	2	0	76	75	78	78	42
Halvgræsser, siv og frytle (NOVANA)	70	76	10	70	2	60	70	2	2	0,2	1	33
Bemærkninger	77 m ² tørvemosser, dom. af S. angustifolium. Vedplanter dom. af pil.	73 m ² tørvemosser	Krydsfinersplade i grøft (foto) 17 m fra punkt	Fravær af højmossekarakteristiske tørvemosser	8 m ² tørvemosser. Der er slået hegnslinje+opsat nyt hegn inden for del af 5 m-cirkel mod S.		75 m ² tørvemosser	25 m ² tørvemosser	0,1 m ² tørvemosser		2 m ² tørvemosser. Tæt, høj Blåtop vegetation	
Supplerende strukturparametre												
Foto fra S	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Prøvefelt ½x½ m												
Førnelagets tykkelse 1 (cm)	0	1	8	0	-	0	2	0	10	15	10	
Førnelagets tykkelse 2 (cm)	0	1	6	0	-	0	1	10	5	15	8	
Førnelagets tykkelse 3 (cm)	0	0	10	0	-	0	0	15	5	7	10	
Førnelagets tykkelse 4 (cm)	0	1	0	0	-	0	1	10	10	7	10	
Middel	0	0,75	6	0	-	0	1	8,75	7,5	11	9,5	4

Bilag 2. Resultater fra slutmonitoring 13. og 27. september 2022, strukturparametre

StedNavn	4648_03	4648_06	4648_07	4648_08	4648_09	4648_14	4648_25	4648_31	4648_32	4648_38	4648_45	Middel, total
Jordbund	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	tørv	
Dækningsgradsintervaller i 5 m cirkel: 0 (0 %), 1 (>0-5 %), 2 (>5-10 %), 3 (>10-30 %), 4 (>30-75 %), 5 (>75-100 %)												
Bar jord/muld/tørv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Laver (ej på træer)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Blad- og levermosser (ej på træer)	1	1	1	2	1	2	3	2	4	1	1	
Tørvemosser	5	5	4	4	2	5	5	4	1	0	1	
Græsser og græslignende	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	
Bredbladede urter	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	
Urter med insektbestøvede blomster (også knop/fabl.)	1	1	1	0	0	2	1	0	1	1	1	
Hængesæk/gyngende bund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fugtig bund, vandstand i/tæt på jordoverfladen	5	5	4	5	4	5	5	5	0	0	1	
Pleje/drift/vildtgræsning	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
Genvækst efter stød fra tidl. rydning	3	1										
Næringsbelastning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
Problem/invasive arter - dækningsgradsintervaller												
Blåtop (<i>Molinia caerulea</i>)	1	1	5	1	5	1	0	5	5	5	5	
Birk (<i>Betula</i> sp.)	2	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	
Effekt på birk	x	x					x		x	x	x	
Positive arter - dækningsgradsintervaller												
<i>Sphagnum medium/divinum</i>	1	3	0	0	0	1	5	0	0	0	0	
<i>Sphagnum rubellum</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tranebær (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	3	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
Mosebølle (<i>Vaccinium uliginosum</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inden for 25 m fra centrum af prøvefelt												
Tegn på dræning inden for 25 m	Nej	Nej	Svag dræneffekt	Nej	Ingen eller næsten ingen dræneffekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	
Afstand t. nærmeste grøft (m)			13									
Afstand (max 25 m) til nærmeste Ene (m)	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	>25	8	10	9

Bilag 3 Strukturresultater

Sammenligning af udvalgte parametre fra henholdsvis slutmonitoring og baseline. Alle data fra registrering af strukturparametre fremgår af bilag 2 og baselinerapporten.

Vegetationshøjde

Prøvefelt	Vegetationshøjde, Middelværdi (cm)		
	2015	2022	Forskel
4648_03	22,5	14	-9
4648_06	30	26	-4
4648_07	40	48	8
4648_08	18	20	3
4648_09	62,5	45	-18
4648_14	35	6	-29
4648_25	15	15	0
4648_31	52,5	65	13
4648_32	30	50	20
4648_38	37,5	55	18
4648_45	50	40	-10
Total	36	35	-1

Tabel 1. Gennemsnit af vegetationshøjde i cm målt med plademethoden jf. TA-N01 på hver af de 4 sider af pin point-rammen.

Vedplantetilgroning

Prøvefelt	2015			2022			Forskel		
	Træer/buske < 1m (m ²)	Træer/buske > 1m (m ²)	Træer/buske samlet (m ²)	Træer/buske < 1m (m ²)	Træer/buske > 1m (m ²)	Træer/buske samlet	Træer/buske < 1m (m ²)	Træer/buske > 1m (m ²)	Træer/buske samlet
4648_03	10	25	35	20	0	20	10	-25	-15
4648_06	0,01	5	5	0,1	0	0,1	0,09	-5	-4,9
4648_07	0,5	2	2,5	0,1	0	0,1	-0,4	-2	-2,4
4648_08	2	1	3	0,1	0	0,1	-1,9	-1	-2,9
4648_09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4648_14	1	2	3	1,5	0	1,5	0,5	-2	-1,5
4648_25	1	0	1	0,1	0	0,1	-0,9	0	-0,9
4648_31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4648_32	1	4	5	0,1	0	0,1	-0,9	-4	-4,9
4648_38	0	1,5	1,5	0,1	0	0,1	0,1	-1,5	-1,4
4648_45	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0,1	0	-0,1	-0,1
Middel	1,4	3,7	5,1	2,0	0,0	2,0	0,6	-3,7	-3,1

Tabel 2. Dækning i 5 m-cirklen i m² af træer og buske henholdsvis over og under 1 m højde samt samlet dækning i 2015 og 2022 samt forskellen i forhold til 2015.

Dværgbuske

	2015	2022	Forskel
Prøvefelt	Dværgbuske (m ²)	Dværgbuske (m ²)	Dværgbuske (m ²)
4648_03	27	25	-2
4648_06	50	10	-40
4648_07	3,5	1	-2,5
4648_08	17	0	-16,9
4648_09	0	0	0
4648_14	3	2	-1
4648_25	60	50	-10
4648_31	0,5	0	-0,4
4648_32	40	25	-15
4648_38	5	0	-4,8
4648_45	1	1,5	0,5
Middel	18,8	10,4	-8,4

Tabel 3. Dækning i 5 m-cirklen i m² af dværgbuske jf. TA-N01 i 2015 og 2022 samt forskellen i forhold til 2015.

Bladmossier

Prøvefelt	2015	2022	Forskel
4648_03	1	1	0
4648_06	2	1	-1
4648_07	2	1	-1
4648_08	3	2	-1
4648_09	4	1	-3
4648_14	4	2	-2
4648_25	2	3	1
4648_31	1	2	1
4648_32	1	4	3
4648_38	5	1	-4
4648_45	3	1	-2
Middel	2,0	1,7	-0,3

Tabel 4. Dækning af blad- og levermossier i 5 m-cirklen i intervaller i 2015 og 2022 samt forskellen i forhold til 2015.

Vandflade

	2015	2022	Forskel
Prøvefelt	Vandflade (m ²)	Vandflade (m ²)	Vandflade (m ²)
4648_03	0,1	0	-0,1
4648_06	0	0	0
4648_07	0	0	0
4648_08	3	4	1
4648_09	0	0	0
4648_14	2	1,5	-0,5
4648_25	0	0	0
4648_31	0,5	1,0	0,5
4648_32	0	0	0
4648_38	0	0	0
4648_45	1	0	-1
Middel	0,6	0,6	0,0

Tabel 5. Dækning i 5 m-cirklen i m² af vandflade jf. TA-N01 i 2015 og 2022 samt forskellen i forhold til 2015.

pH og vandkemi

	2015	2023	Forskel
Prøvefelt	pH	pH	pH
4648_03	4,58	5,28	0,70
4648_06	3,54	3,83	0,29
4648_07	3,77	4,10	0,33
4648_09	3,93	4,44	0,51
4648_14	5,54	5,72	0,18
4648_25	3,92	4,10	0,18
Middel	4,2	4,6	0,4

Tabel 6. Målt pH jf. TA-N01 i 2015 og 2022 samt forskellen i forhold til 2015.

Prøvefelt	17-10-2012	22-28/10-2015	10-10-2019	13-27/9-2022
4648_01	4,76		5,30	5,68
4648_02	4,79		5,64	5,54
4648_03	4,29	4,58	5,11	5,28
Middel	4,6		5,4	5,5

Tabel 7. Målt pH i tre prøvefelter i den nordlige del af Langkær, inkl. resultater fra NOVANA i 2012 og 2019.

Nr	ObsStedNavn	Dato	pH	Ledningsevne (mS/m)	NO3-N (µg/l)	NH4-N (µg/l)	N-total (µg/l)	PO4-P (µg/l)	N i løv (pct.)	P i løv (pct.)	Oprindelse
1	Kildeudløb	06-03-2014	5,9	22	14	68	82	13			Forundersøgelse
2	Bæk, før udløb i dam	06-03-2014	6,8	18,4	53	8	61	3			Forundersøgelse
2	Bæk, før udløb i dam	26-06-2014	7,1	19	41	27	68	2			Forundersøgelse
2	Bæk, før udløb i dam	20-08-2014	7,2	18,5	110	52	162	4			Forundersøgelse
3	Udløb fra dam	06-03-2014	6,9	17,3	29	10	39	2			Forundersøgelse
3	Udløb fra dam	26-06-2014	7,3	18,8	27	27	54	<2			Forundersøgelse
3	Udløb fra dam	20-08-2014	7,1	16,6	110	67	177	4			Forundersøgelse
4	Grøft	06-03-2014	4,5	12,6	5	17	22	4			Forundersøgelse
4	Grøft, topopkt. 15	26-06-2014	5,4	22,7	180	210	390	45			Forundersøgelse
5	Højmosse	06-03-2014	3,8	13,1	6	13	19	4			Forundersøgelse
4648_1	Nedbrudt højmosse	17-10-2012	4,76	10,1	88	55	143	<DG	0,88	0,06	NOVANA
4648_2	Nedbrudt højmosse	17-10-2012	4,79	9,29	87	58	145	5	0,78	0,05	NOVANA
4648_3	Nedbrudt højmosse	17-10-2012	4,29	9,54	75	70	145	43	0,83	0,05	NOVANA
	Kriterieværdier (KGB)		<4,2		<30				1		Søgaard 2003

Tabel 8. Måleresultater fra forundersøgelsen i 2014 af pH, ledningsevne, NO3-N, NH4-N og PO4-P samt resultater fra NOVANA i 2012 inkl. indhold af N og P i tørvemosser.

Førne

Prøvefelt	4648_03	4648_06	4648_07	4648_08	4648_09	4648_14	4648_25	4648_31	4648_32	4648_38	4648_45
Middel 2015	0	0	2	0	1	0	0	7	0	2	6
Middel 2022	0	1	6	0	Mangler	0	1	9	8	11	10
Forskel	0	1	5	0	Mangler	0	1	2	7	9	4

Tabel 9. Gennemsnitlig tykkelse i cm af førnelag målt midt på hver af de 4 sider af NOVANA-rammen (½x½ m).

Bilag 4 Totalartsliste fra baseline og slutmonitoring

Dansk Navn	Latinsk navn	2015	2022
Almindelig eg	<i>Quercus robur</i>	1	
Almindelig star	<i>Carex nigra</i>	7	
Almindelig syre	<i>Rumex acetosa</i>		1
Benbræk	<i>Narthecium ossifragum</i>	2	2
Blåbær	<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	2
Blåtop	<i>Molinia caerulea</i>	9	10
Bredbladet dunhammer	<i>Typha latifolia</i>	1	1
Bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>	1	
Bølget bunke	<i>Avenella flexuosa</i>	6	4
Dueurtslægten	<i>Epilobium</i>		1
Dun-birk	<i>Betula pubescens</i>	6	3
Dynd-padderok	<i>Equisetum fluvatile</i>		2
Eng-rørhvene	<i>Calamagrostis canescens</i>	1	
Eng-viol	<i>Viola palustris</i>	3	3
Europæisk lærk	<i>Larix decidua</i>	5	
Gederams	<i>Chamaenerion angustifolium</i>		1
Gråpil	<i>Salix cinerea ssp. cinerea</i>	1	3
Hedelyng	<i>Calluna vulgaris</i>	10	8
Hindbær	<i>Rubus idaeus</i>	2	
Hunde-hvene	<i>Agrostis canina</i>	5	5
Hvid næbfrø	<i>Rhynchospora alba</i>		1
Klokkelyng	<i>Erica tetralix</i>	9	8
Knold-star	<i>Carex nigra var. recta</i>	1	
Knop-siv	<i>Juncus conglomeratus</i>	1	1
Kragefod	<i>Comarum palustre</i>		2
Kær-dueurt	<i>Epilobium palustre</i>		3
Kær-snerre	<i>Galium palustre</i>		1
Kær-tidse	<i>Cirsium palustre</i>	2	
Liden andemad	<i>Lemna minor</i>		1
Lyng-snerre	<i>Galium saxatile</i>	5	4
Lyse-siv	<i>Juncus effusus</i>	2	4
Lærkeslægten	<i>Larix</i>		3
Mangeblomstret frytle	<i>Luzula multiflora ssp. multiflora</i>	2	2
Mose-bunke	<i>Deschampsia cespitosa ssp. cespitosa</i>	1	
Næb-star	<i>Carex rostrata</i>	2	2
Revling	<i>Empetrum nigrum</i>	8	8
Rosmarinlyng	<i>Andromeda polyfolia</i>	1	1
Rundbladet soldug	<i>Drosera rotundifolia</i>	1	3
Rød-gran	<i>Picea abies ssp. abies</i>	5	
Skov-fyr	<i>Pinus silvestris</i>	2	
Skovstjerne	<i>Lysimachia europaea</i>		4
Smalbladet kæruld	<i>Eriophorum angustifolium ssp. angustifolium</i>	6	7
Smalbladet mangeløv	<i>Dryopteris carthusiana</i>	8	5
Stjerne-star	<i>Carex echinata</i>	1	1
Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>	5	5
Tranebær	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	6	5
Tråd-star	<i>Carex lasiocarpa</i>		2
Tue-kæruld	<i>Eriophorum vaginatum ssp. vaginatum</i>	10	9
Tyttebær	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	6	2
Tørst	<i>Frangula alnus</i>	1	2
Vorte-birk	<i>Betula pendula</i>	8	4
Øret pil	<i>Salix aurita</i>	3	2
Ørnebregne	<i>Pteridium aquilinum</i>		1

Dansk Navn	Latinsk navn	2015	2022
Bladmos	<i>Bryopsida</i>	11	11
Almindelig cypresmos	<i>Hypnum cupressiforme</i>		2
Almindelig etagemos	<i>Hylocomium splendens</i>	7	2
Almindelig filtmos	<i>Aulacomnium palustre</i>	7	5
Almindelig jomfruhår	<i>Polytrichum commune</i>	7	6
Almindelig kløvtand	<i>Dicranum scoparium</i>	4	1
Almindelig skebladsmos	<i>Calliergon cordifolium</i>	1	
Bølgebladet kløvtand	<i>Dicranum polysetum</i>	2	
Ene-jomfruhår	<i>Polytrichum juniperinum</i>		1
Filtstænglet jomfruhår	<i>Polytrichum strictum</i>	2	2
Forskelligbladet vortetand	<i>Kindbergia praelonga</i>		1
Hede-cypresmos	<i>Hypnum jutlandicum</i>	11	7
Hulbladet fedtmos	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2	2
Kugle-filtmos	<i>Aulacomnium androgynum</i>	1	
Plæne-kransmos	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	4	4
Trind fyrremos	<i>Pleurozium schreberi</i>	9	6
Tråd-skebladsmos	<i>Straminergon stramineum</i>	2	2
Levermosser	<i>Marchantiopsida</i>	5	2
Almindelig flagelmos	<i>Odontoschisma sphagnii</i>	2	1
	<i>Cephaloziella</i>		1
Tørvemosser	<i>Sphagnum</i>	10	10
Almindelig tørvemos	<i>Sphagnum palustre</i>	6	8
Brodspids-tørvemos	<i>Sphagnum fallax</i>	6	4
Fedtørvemos	<i>Sphagnum subnitens</i>	1	2
Frynset tørvemos	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	5	6
Kohorns-tørvemos	<i>Sphagnum rubellum</i>	7	5
Kuplet tørvemos	<i>Sphagnum flexuosum</i>	1	3
Pjusket tørvemos	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	1	1
Plyds-tørvemos	<i>Sphagnum capillifolium</i>		1
Rød tørvemos (i bred forstand)	<i>Sphagnum divinum/medium</i>	5	4
Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	4	4
Sod-tørvemos	<i>Sphagnum papillosum</i>	5	1
Spraglet tørvemos	<i>Sphagnum russowii</i>	4	
Bægerlav	<i>Cladonia sp., s.s.</i>	2	
Rensdyrlav	<i>Cladina sp.</i>	1	1

Karplanter, blad-, lever og tørvemosser samt laver og antal 5 m-cirkler med fund i henholdsvis 2015 og 2022.

Taxonrang	2015	2022
urter/græsser/dværgbuske	31	36
vedplanter	9	6
bladmos	13	16
levermos	2	3
tørvemos	11	11
lav	2	1
Total	68	73

Antal arter inden for forskellige artsgrupper i henholdsvis 2015 og 2022

Bilag 5. Resultat af pin point-analyser – dækningsgrader

Art - Dansk	Art - Latin	2015	2022	Forsk.	Udvikling	Indikator
Blåtop	<i>Molinia caerulea</i>	57%	59%	2%		Problemart
Tørvemosser samlet	<i>Sphagnum sp.</i>	33%	45%	12%	Øget	
Bladmossier (Bryopsida-klassen)	<i>Bryopsida</i>	67%	43%	-24%	Fald	
Højmossekarakteristiske tørvemosarter	<i>Sphagnum divinum/medium, rubellum, angustifolium</i>	24%	35%	11%	Øget	Højmossekarakteristisk
Tue-kæruld	<i>Eriophorum vaginatum</i>	16%	29%	13%	Øget	Højmossekarakteristisk
Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	16%	26%	10%	Øget	Højmossekarakteristisk
Tranebær	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	11%	22%	11%	Øget	Højmossekarakteristisk
Smalbladet kæruld	<i>Eriophorum angustifolium</i>	9%	11%	3%		
Hedelyng	<i>Calluna vulgaris</i>	31%	10%	-22%	Fald	Højmossekarakteristisk
Almindelig star (varietet)	<i>Carex nigra var. nigra</i>	15%	9%	-6%	Fald	Højmossekarakteristisk
Revling	<i>Empetrum nigrum</i>	14%	7%	-7%	Fald	Almindelig højmosseart
Bølget bunke	<i>Avenella flexuosa</i>	9%	7%	-2%		
Kohorns-tørvemos	<i>Sphagnum rubellum</i>	5%	7%	2%		Almindelig højmosseart
Ikke-højmossekarakteristiske tørvemosser	<i>Sphagnum palustre, fallax, fimbriatum, flexuosum</i>	9%	10%	-1%		
Almindelig tørvemos	<i>Sphagnum palustre</i>	6%	4%	-2%		Problemart
Klokkelyng	<i>Erica tetralix</i>	4%	3%	-1%		Almindelig højmosseart
Rød tørvemos (i bred forstand)	<i>Sphagnum divinum/medium</i>	3%	3%	0%		Højmossekarakteristisk
Blåbær	<i>Vaccinium myrtillus</i>	3%	2%	-1%		
Tråd-star	<i>Carex lasiocarpa</i>	0%	2%	2%		
Hunde-hvene	<i>Agrostis canina</i>	10%	2%	-8%	Fald	
Øret pil	<i>Salix aurita</i>	0%	2%	2%		
Kær-snerre	<i>Galium palustre</i>	0%	1%	1%		
Levermosser	<i>Marchantiopsida</i>	12%	1%	-11%	Fald	
Benbræk	<i>Narthecium ossifragum</i>	6%	1%	-6%	Fald	
Tyttebær	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2%	1%	-2%		
blankt vand	<i>blankt vand</i>	0%	1%	1%		
Kuplet tørvemos	<i>Sphagnum flexuosum</i>	0%	1%	1%		Problemart
Kær-dueurt	<i>Epilobium palustre</i>	0%	1%	1%		
Næb-star	<i>Carex rostrata</i>	0%	1%	1%		
Rundbladet soldug	<i>Drosera rotundifolia</i>	0%	1%	1%		Højmossekarakteristisk
Vorte-birk	<i>Betula pendula</i>	6%	0%	-6%	Fald	
Rød-gran	<i>Picea abies</i>	6%	0%	-6%	Fald	Problemart
Brodspids-tørvemos	<i>Sphagnum fallax</i>	2%	0%	-2%		Problemart
Frynset tørvemos	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	1%	0%	-1%		Problemart
Lyng-snerre	<i>Galium saxatile</i>	1%	0%	-1%		
Bredbladet mangeløv	<i>Dryopteris dilatata</i>	1%	0%	-1%		
Dun-birk	<i>Betula pubescens</i>	1%	0%	-1%		
Eng-rørhvene	<i>Calamagrostis canescens</i>	1%	0%	-1%		
Knold-star	<i>Carex nigra var. recta</i>	1%	0%	-1%		
Smalbladet mangeløv	<i>Dryopteris carthusiana</i>	1%	0%	-1%		Almindelig højmosseart
Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>	1%	0%	-1%		

Tabel 1. Resultat af pin point-analyser i 11 prøvefelter inventeret i 2015 (baseline) og 2022 (slutmonitoring). Dækningsgraden er beregnet som det samlede antal nedstik, hvor arten berører pin-point-pinden i % af det totale antal mulige berøringer ($11 \cdot 16 = 176$). Definition af problemart følger Fredshavn og Ejrnæs 2006. Definition af højmossekarakteristiske og almindelige højmossearter følger Miljøstyrelsen 2016.

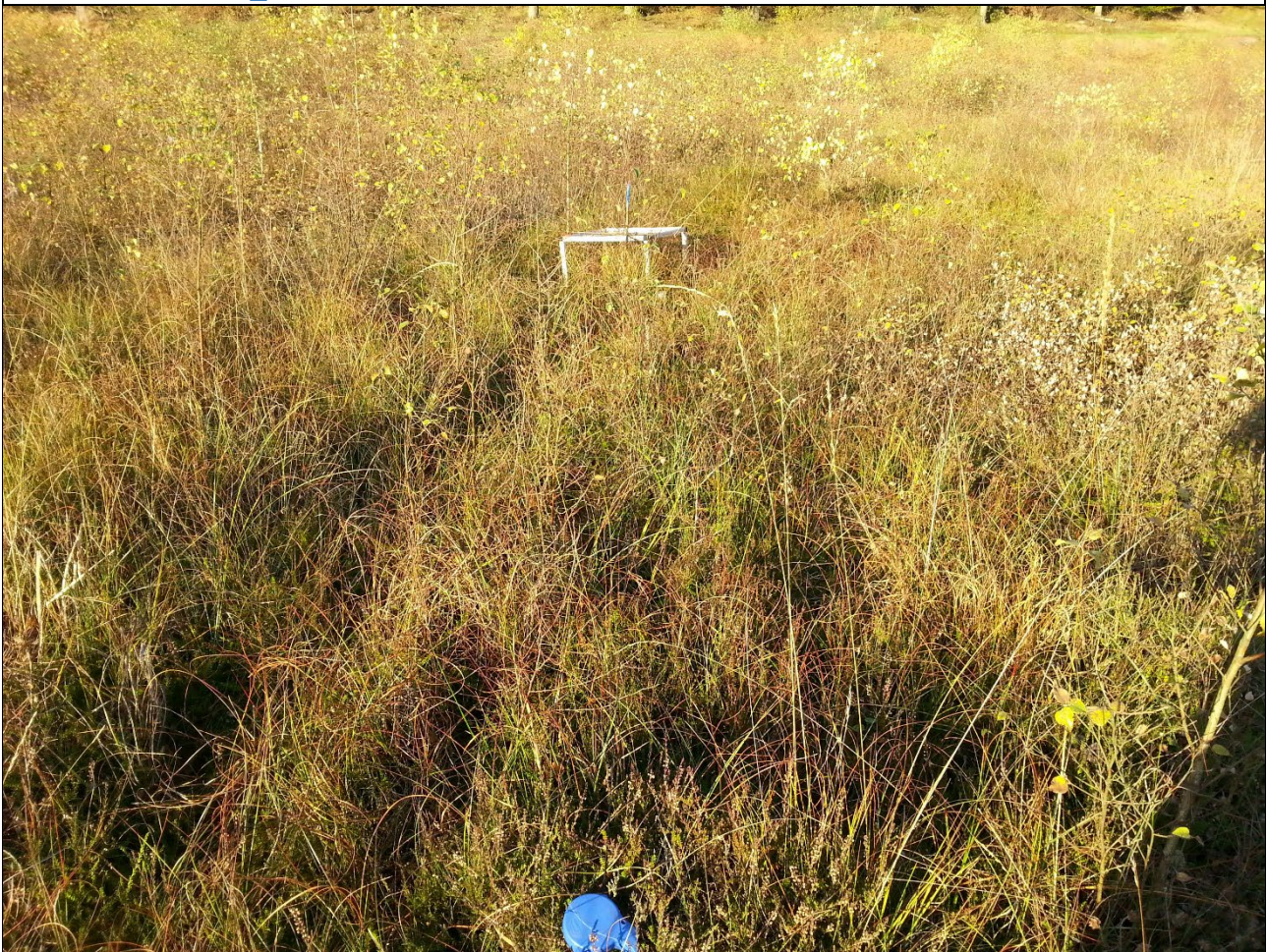
Kun større ændringer kan betragtes som væsentlige (som min. >5 %), idet mindre ændringer kan skyldes usikkerheder eksempelvis i placering af pinpoint-rammen mv.

Stednavn	Art - Dansk	Art - Latin	2015	2022	Forskel
4648_03	Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	13	16	3
4648_06	Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	0	13	13
4648_07	Almindelig tørvemos	<i>Sphagnum palustre</i>	11	5	-6
	Frynset tørvemos	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	2	0	-2
4648_08	Tørvemosslægten*	<i>Sphagnum</i>	0	9	9
4648_14	Kohorns-tørvemos	<i>Sphagnum rubellum</i>	1	0	-1
	Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	15	12	-3
	Kuplet tørvemos	<i>Sphagnum flexuosum</i>	0	1	1
4648_25	Rød tørvemos (i bred forstand)	<i>Sphagnum divinum/medium</i>	5	5	0
	Kohorns-tørvemos	<i>Sphagnum rubellum</i>	8	12	4
	Brodspids-tørvemos	<i>Sphagnum fallax</i>	3	0	-3
4648_31	Rødgrenet tørvemos	<i>Sphagnum angustifolium</i>	0	4	4
4648_45	Almindelig tørvemos	<i>Sphagnum palustre</i>	0	2	2
			58	79	21

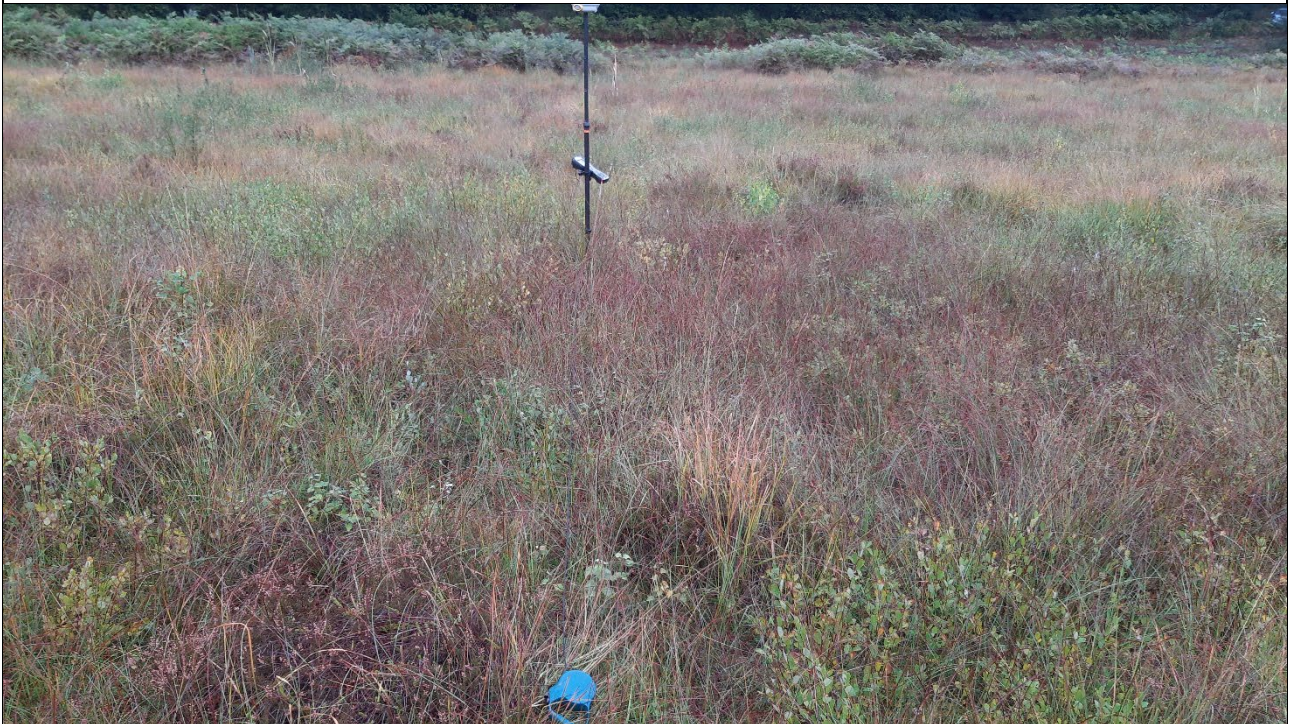
Tabel 2. Pinpoint-resultater for tørvemosser fra de 8 prøvefelter, hvor der er forekomst af tørvemosser inden for pinpoint-rammen. *) Art af tørvemos i nr. 8 blev ved en fejl ikke bestemt, men der er tale om almindelig, frynset og brodspids-tørvemos, som er registreret i rammen.

Bilag 6 Fotos af prøvefelter i 2015 og 2022

Prøvefelt nr. 4648_03



28-10-2015



27-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_06



28-10-2015

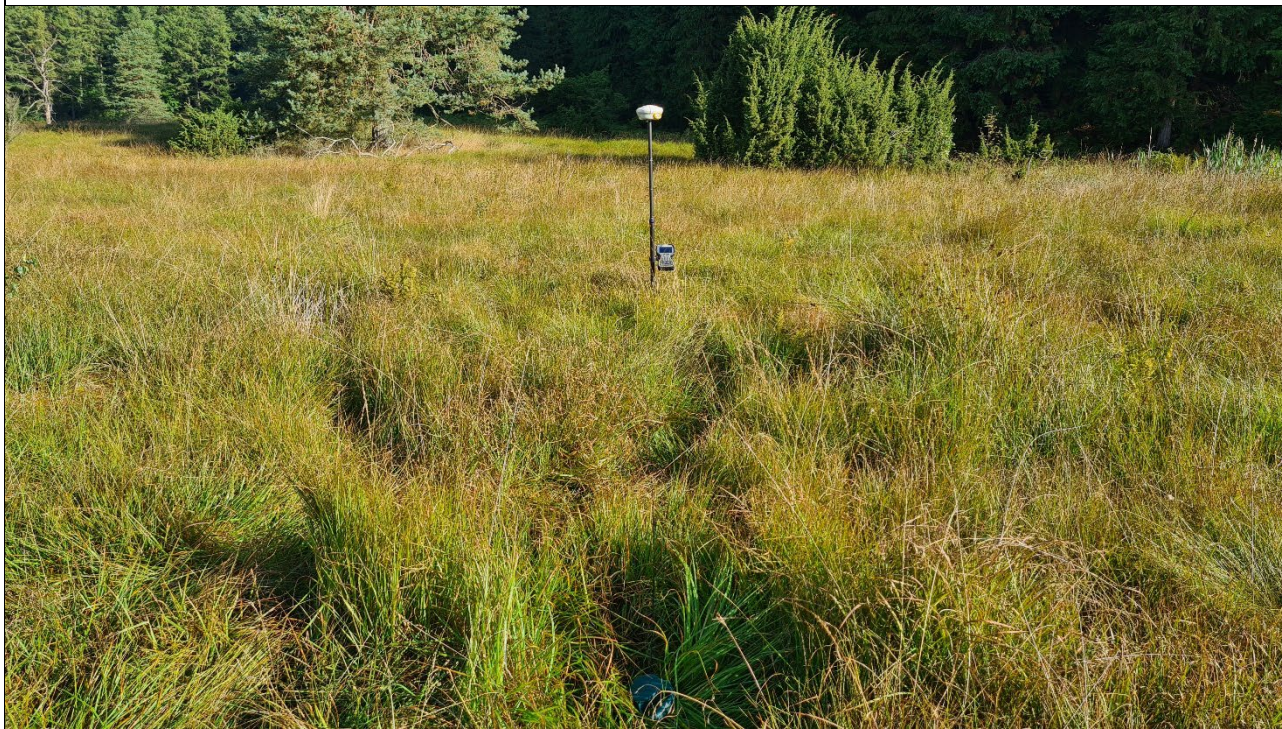


27-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_07



28-10-2015



13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_08



22-10-2015



13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_09



22-10-2015



27-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_14

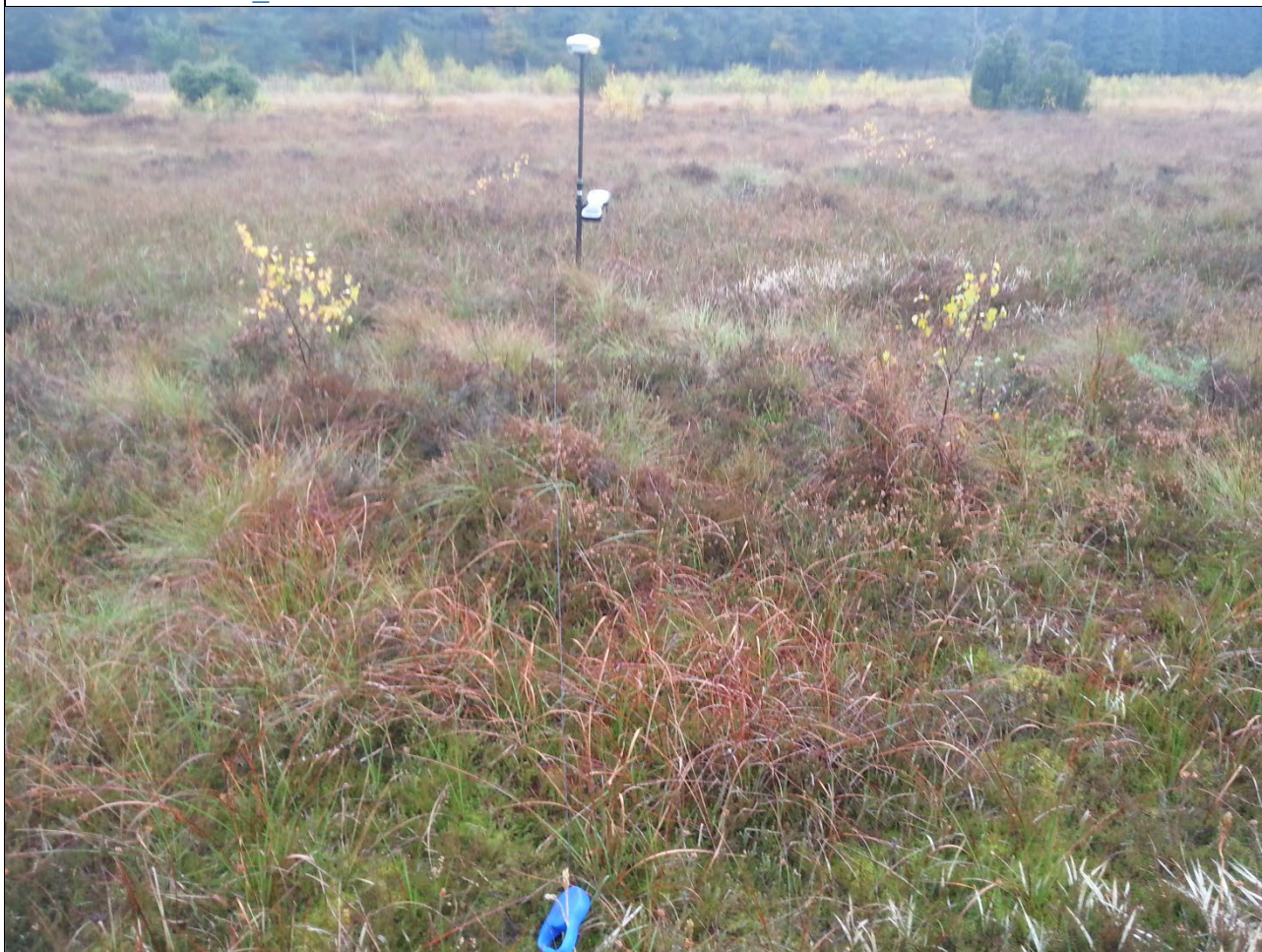


28-10-2015



13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_25

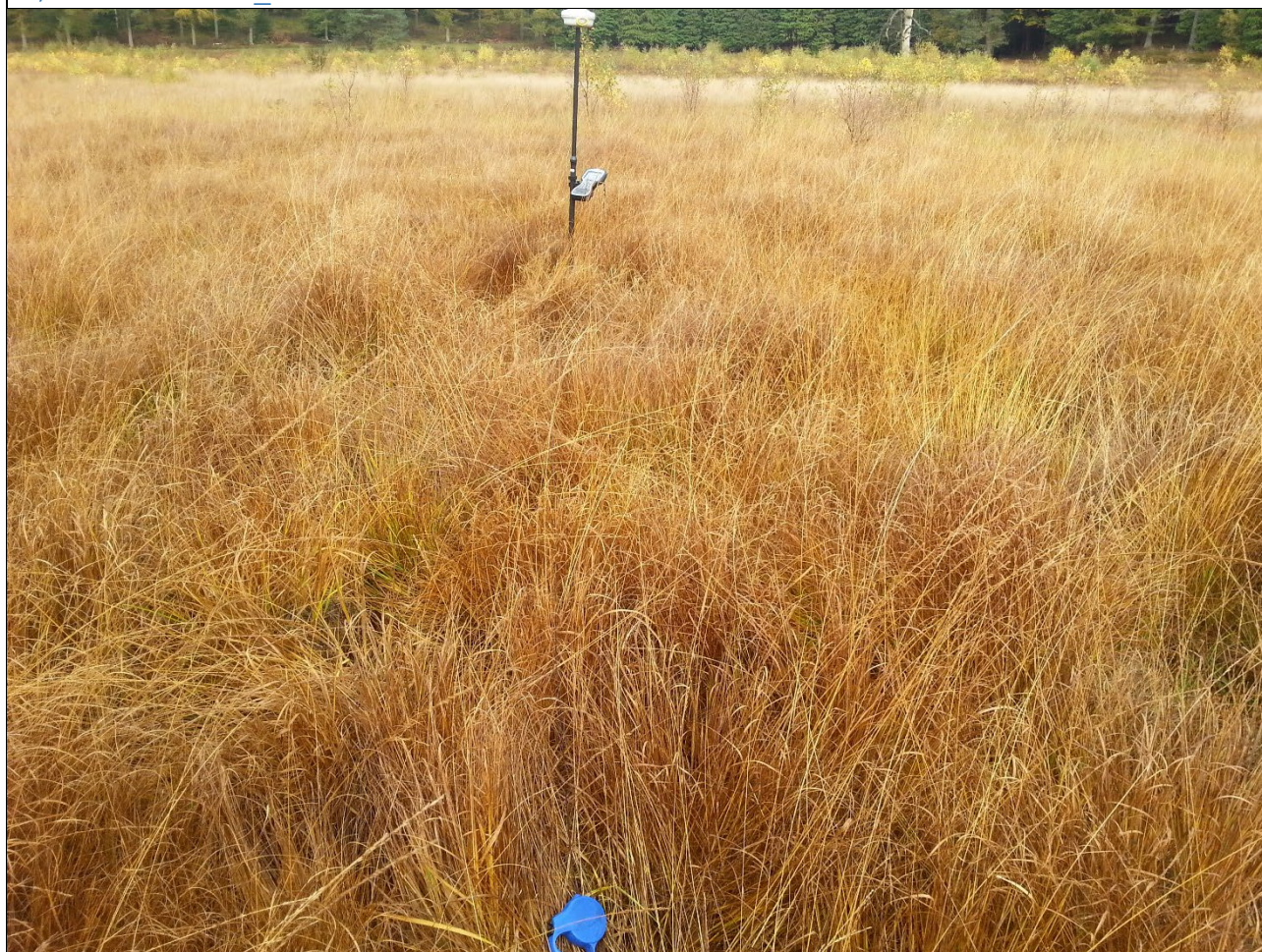


22-10-2015

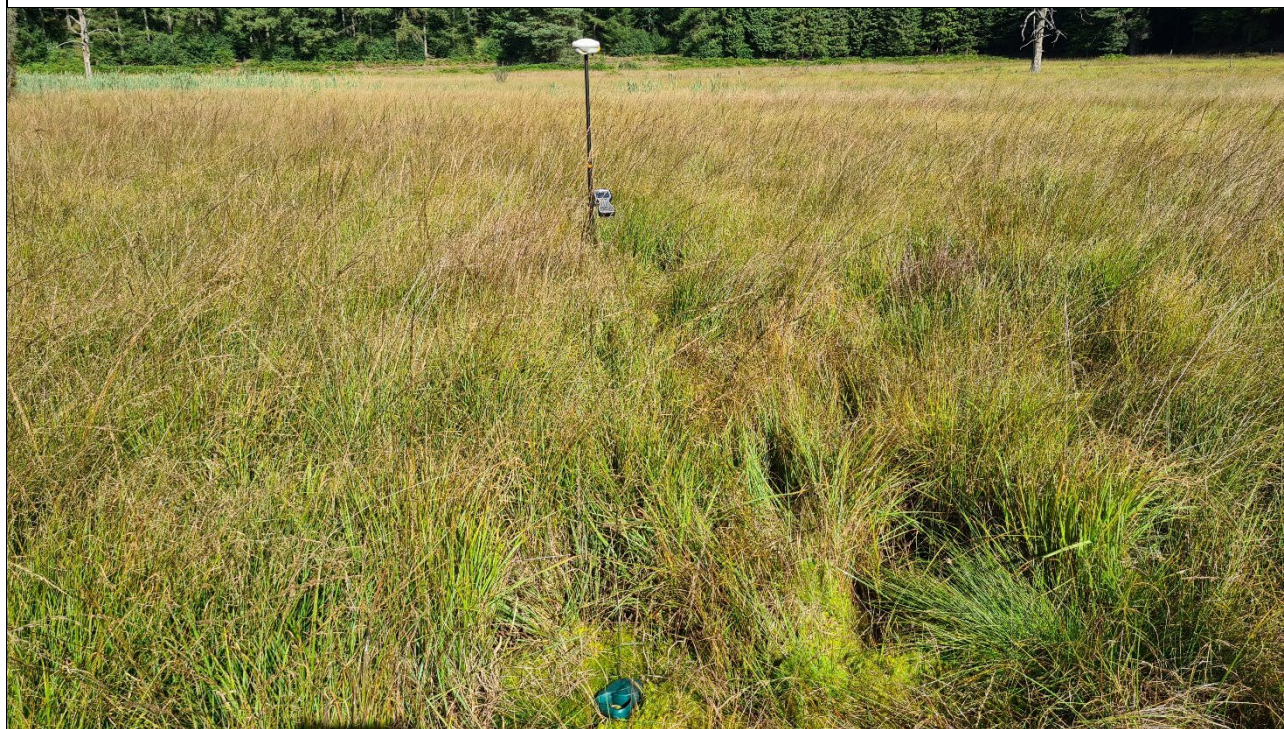


13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_31



22-10-2015



13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_32



22-10-2015



27-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_38



28-10-2015



13-09-2022

Prøvefelt nr. 4648_45



22-10-2015

Foto fra 2022 mangler