

MARTS 2020
JAMMERBUGT KOMMUNE

TEKNISK FORUNDERSØGELSE STORE VILDMOSE, SANDELS MOSE

HØJMOSER I DANMARK, LIFE14 NAT/DK/000012 AKTION A3B, DELPROJEKT 3 STORE
VILDMOSE.



COWI

ADRESSE COWI A/S
Visionsvej 53
9000 Aalborg

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
www.cowi.dk

MARTS 2020
JAMMERBUGT KOMMUNE

TEKNISK FORUNDERSØGELSE STORE VILDMOSE, SANDELS MOSE

HØJMOSER I DANMARK, LIFE14 NAT/DK/000012 AKTION A3B, DELPROJEKT 3 STORE
VILDMOSE.

Ansvarsfraskrivelse

Denne 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.

PROJEKTNR.	A121116
VERSION	1
UDGIVELSESDATO	10. marts 2020
UDARBEJDET	Torben Ebbensgaard, Bo Christensen, Kristian Laustsen og Louise Andie Andreasen
FOTOS	Kristian Laustsen og Torben Ebbensgaard
GODKENDT	Torben Ebbensgaard

INDHOLD

0	Resumé	6
1	Indledning	7
1.1	Formål med projektet	7
2	Baggrundsviden om projektområdet	8
2.1	Natura 2000-område	8
2.2	Projektområdet	9
2.3	Ledningsoplysninger og tekniske anlæg	13
3	Områdets udvikling og arealanvendelse	15
3.1	Historisk udvikling	15
3.2	Nuværende forhold	19
3.3	Vandløb, grøfter og dræn	27
3.4	Potentialeforhold	29
3.5	Grundvandsindvinding	30
4	Undersøgelser og databehandling	31
4.1	Grøfteopmåling	31
4.2	Måling af den terrænnære grundvandsstand	32
5	Højmosen	39
5.1	Naturtypen Aktiv højmose (7110*)	39
5.2	Højmose – dannelse, funktion og definition	41
6	Metoder til genopretning af højmoser	44
6.1	Analyse	44
6.2	Specifikke betragtninger	44
6.3	Metoder til retablering af naturlig vandstand	47
6.4	Metoder til rydning og evt. efterbehandling	51

6.5	Rydning og genrydning af andre træarter	55
6.6	Podning med tørvemosser	55
7	Projektforslag	57
7.1	Overblik	57
7.2	Opbygning af dæmninger	61
7.3	Tiltag 1: Dæmning omkring den østlige mose (delomr. 1)	62
7.4	Tiltag 2: Dæmning omkring den vestlige mose (delomr. 2)	64
7.5	Tiltag 3: Lukning af grøfter langs Dalgasvej (delomr. 3)	64
7.6	Tiltag 4: Lukning af mindre grøfter i nord (delomr. 4)	66
7.7	Tiltag 5: Lukning af grøft i vest	66
7.8	Tiltag 6 a+b: Rydning af vedplanter på mosefladerne	66
7.9	Tiltag 7: Lukning af grøft langs kanten af projektområdet	66
7.10	Lukning af Sandelsvej	67
7.11	Anlægsoverslag	67
8	Konsekvenser	69
8.1	Hydrologiske og biologiske forhold	69
8.2	Arkæologi	69
8.3	Jagtinteresser	69
9	Litteratur	71

BILAG

Bilag A	Projektforslag	74
Bilag B	Projektforslag og højdemodel	75
Bilag C	Projektforslag og maksimal vandstand i mosen	76

0 Resumé

Jammerbugt Kommune er partner i Life-projektet Højmoser i Danmark, LIFE14 NAT/DK/000012 Aktion A3, med Delprojekt 3 Store Vildmose. Formålet med LIFE-projektet er at sikre gunstig bevaringsstatus for højmose-naturtyperne i projektområdet. COWI har tidligere lavet en teknisk forundersøgelse af det sydlige delprojektområde, højmosen i Åby Mose (A3a). Denne rapport er en teknisk forundersøgelse af det nordlige delprojektområde, Sandels Mose, (A3b).

Forundersøgelsen beskriver de eksisterende forhold med vægt på hydrologi og tilgroning. I forbindelse med den tekniske forundersøgelse er der opsat pejlerør og vandstandsloggere, målt vandføring og vandstand i flere omgange, vurderet tilgroning samt lavet dronelflyvning mm i 2019. På baggrund af dette er mulighederne for at forbedre de hydrologiske forhold og højmosens tilstand beskrevet.

Forundersøgelsen rummer en række projektforslag, som dels sigter mod at forbedre tilstanden af den eksisterende mose og dels på gradvist at udvide *arealet* af højmosen Sandels Mose. Projektforslagene fokuserer på at hæve vandstanden ved etablering af dæmninger med membraner, lukning af grøfter og dræn samt rydning af nåletræer og birk. Projektforslagene er uafhængige, men deres effekt forstærkes betydeligt ved en samlet indsats.

Indsatsen kompliceres af vejene Sandelsvej og Dalgasvej. En optimal indsats for højmosen vil betyde, at den tværgående Sandelsvej lukkes, og at nord-syd forbindelsen Dalgasvej ikke længere kan bruges hele året.



Figur 0-1 Foto fra den tilgroede og grøftede del af Sandels Mose.

1 Indledning

Jammerbugt Kommune er partner i Life-projektet Højmoser i Danmark LIFE 14 NAT/DK/000012 med delprojekt nr. 3 Store Vildmose. I den forbindelse skal der i Aktion A3 udarbejdes en teknisk forundersøgelse for Sandels Mose. Med udgangspunkt i resultaterne af den tidligere gennemførte jordbundskortlægning, biologiske rapport, indledende terræn-, grøft- og vandstandsmålinger samt besøg af et ekspertpanel, beskriver nærværende A3b, Sandels Mose, hvordan rydninger og hydrologiske tiltag kan udføres for at opnå en gunstig bevaringsstatus for primært habitatnaturtypen Aktiv højmose 7110 i den nordlige del af LIFE-projektområdet.

1.1 Formål med projektet

Formålet med projektet er at sikre gunstig bevaringsstatus for højmose-naturtyperne inden for projektområderne. Der vil være særlig fokus på at bevare og øge arealet med aktiv højmose (7110) og så vidt muligt at genskabe højmose på arealer med nedbrudt højmose og skovbevokset tørvemose.

Langt størsteparten af den oprindelige højmose i Store Vildmose er forsvundet og henligger nu som agerjord. Den resterende mose, bl.a. Sandels Mose, er påvirket af afvanding langs kanterne og i store dele af en efterfølgende tilgroning med især birk, bævreasp og nåletræer. Målet er således, at højmose-områderne kommer til at ligge som stort set upåvirkede hydrologiske enheder, der ikke modtager vand fra andet end nedbør. Projektet skal desuden undersøge og beskrive, om og hvordan nedbrudt højmose kan udvikles mod højmose i stedet for skovbevokset tørvemose. Sådanne arealer skal så vidt muligt gøres tilstrækkeligt våde til, at vedplanter ikke kan etablere sig. Et delmål med projektet er desuden at vurdere, hvor det i den hydrologiske kontekst giver mening at bruge ressourcer på rydning af træer.



Figur 1-1 Dronefoto af den østlige kant af Sandels Mose taget mod nord. En dyb kanal adskiller mosen fra landbrugsjorden. Kanalen sørger for at agerjorden – og den østlige kant af mosen – holdes tør. Her er tørt nok til at bævreaspen kan gro, hvilket ses på de gule blade (COWI, oktober 2019).

2 Baggrundsviden om projektområdet

2.1 Natura 2000-område

Sandels Mose ligger i Natura 2000 område nr. H12. Store Vildmose, som i alt udgør 1853 ha, hvoraf 679 ha er statsejet. Natura 2000-området består af resterne af den vidtstrakte højmoser Store Vildmose, samt af mindre tilstødende engarealer og enkelte lave morænebakker. Hele området er dannet på stenaldershavets hævede havbund. De mere eller mindre tilgroede rester af den oprindelige højmoser, findes i den nordlige og vestlige del af denne. Områdets højmoserpartier er af national betydning i kraft af, at de udgør de næststørste sammenhængende arealer med aktiv højmoser i Danmark. Der er ligeledes store områder med Nedbrudt højmoser og Skovbevokset tørvemoser. Flere af disse områder rummer gode muligheder for genopretning af Aktiv højmoser. I området findes desuden mindre, men på nationalt plan værdifulde forekomster af en række naturtyper tilknyttet den unikke høslet-eng ved Stavad Enge, herunder den sjældne habitatnaturtype Indlandssalteng, Tidvis våd eng samt rigkær og surt overdrev. Af andre naturtyper i området kan nævnes en sandet morænebakke med blandet løvskov og hede.



Figur 2-1

Figuren viser Natura 2000-område N12/H12 - Store Vildmose (grøn skravering), beliggende omkring (vest og nord for) den store, nu opdyrkede del af den tidligere højmoser. Projektområdet Sandels Mose (indtegnet med rødt) i nærværende undersøgelse ligger vest for Sandels Fenner og ligger udelukkende inden for Natura 2000-området.

Dagsommerfuglen hedepletvinge har tidligere levet i habitatområdet, men har været forsvundet i de sidste 15 år. Den er imidlertid genfundet i 2017 i kanten af Gris-højgårds Krat. Området rummer et værdifuldt fugle- og dyreliv og en del sjældne planter. I højmoserne findes bl.a. bestande af de rødlistede arter multebær og langbladet soldug. Engarealerne rummer en ynglebestand af engsnarre, som er rødlistet i Danmark.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området N12/H12 Store Vildmose omfatter en række naturtyper og arter (se Tabel 2-1).

Tabel 2-1 Udpegningsgrundlag for Natura2000 område N12, Store Vildmose (Naturstyrelsen 2012). Prioriterede arter er markeret med *.

1065	Hedepletvinge (<i>Euphydryas aurinia</i>)
1095	Havlampret (<i>Petromyzon marinus</i>)
1355	Odder (<i>Lutra lutra</i>)
1340 *	Indlandssaltenge
3150	Næringsrige søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks
3160	Brunvandede søer og vandhuller
3260	Vandløb med vandplanter
4030	Tørre dværgbusksamfund (heder)
6230 *	Artsrige overdrev eller græsheder på mere eller mindre sur bund
6410	Tidvis våde enge på mager eller kalkrig bund, ofte med blåtop
6430	Bræmmer med høje urter langs vandløb eller skyggende skovbryn
7110 *	Aktive højmoser
7120	Nedbrudte højmoser med mulighed for naturlig gendannelse
7140	Hængesæk og andre kærsamfund dannet flydende i vand
9190	Stilkegeskove og -krat på mager sur bund
91D0 *	Skovbevokset tørvemose

2.2 Projektområdet

Ud over at være udpeget som Natura 2000 område er næsten hele projektområdet beskyttet natur, jf. Naturbeskyttelseslovens § 3, samt omfattet af to forskellige fredninger (Figur 2-2). Projektområdet er 219 ha og består to mere eller mindre intakte tørveflader, hvor der særligt i den sydlige del, er en kraftig tilgroning med vedplanter, især nål. Den øvrige del af området består af gamle tørveindvindingsområder, der for hovedpartens vedkommende er tilgroet med hovedsageligt birk og pil. Adskillelsen mellem de tidligere tørvegravningsområder og de intakte tørveflader ses tydeligt af højdemodellen for området på Figur 3-7.



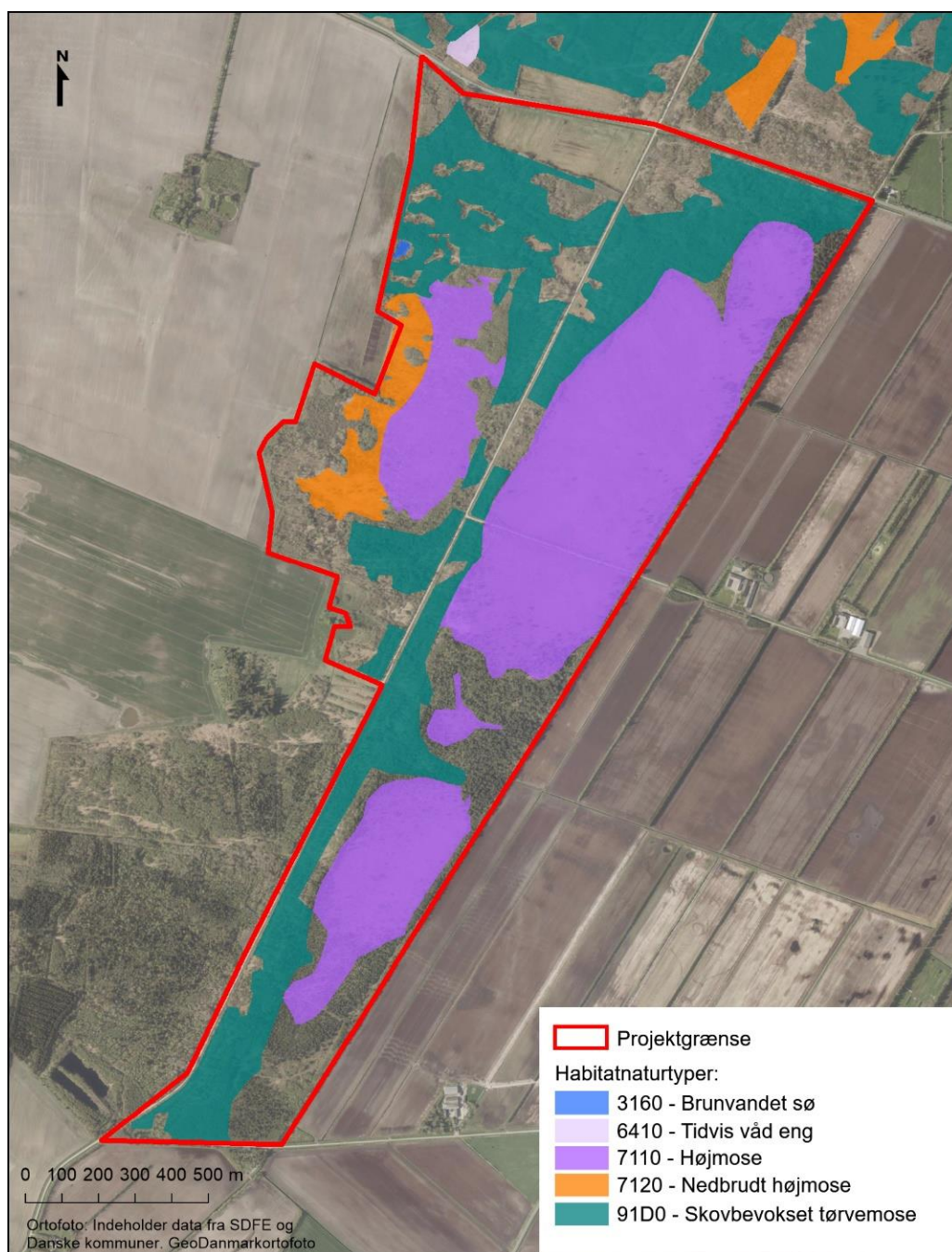
Figur 2-2 Projektområdet består af to forskellige fredninger, begge med navnet Store Vildmose. På ovenstående figur er områderne derfor navngivet med deres reg. nr.

2.2.1 Naturværdier

Naturværdierne i Sandels Mose er beskrevet bl.a. i andre forundersøgelser i dette LIFE projekt så som: Biologisk rapport for delprojekt 3 i Store Vildmose, Jordbundskortlægning Life Raised Bogs, base-line vegetationsanalyse ("Overvågning af Habitat- naturtyper i Life Raisedbogs"). Projektområdet er desuden beskrevet som en del af Natura 2000-planlægningen i form af basisanalyse for skov og natur (2007), statens indsatsplan (2011), samt statens basisanalyse (Naturstyrelsen, 2014) og Natura 2000-plan 2016-2021 (Naturstyrelsen 2016). Der findes data fra NOVANA-kortlægningen i området, som bl.a. viser registrering af 14 arter af tørve-mos i området.

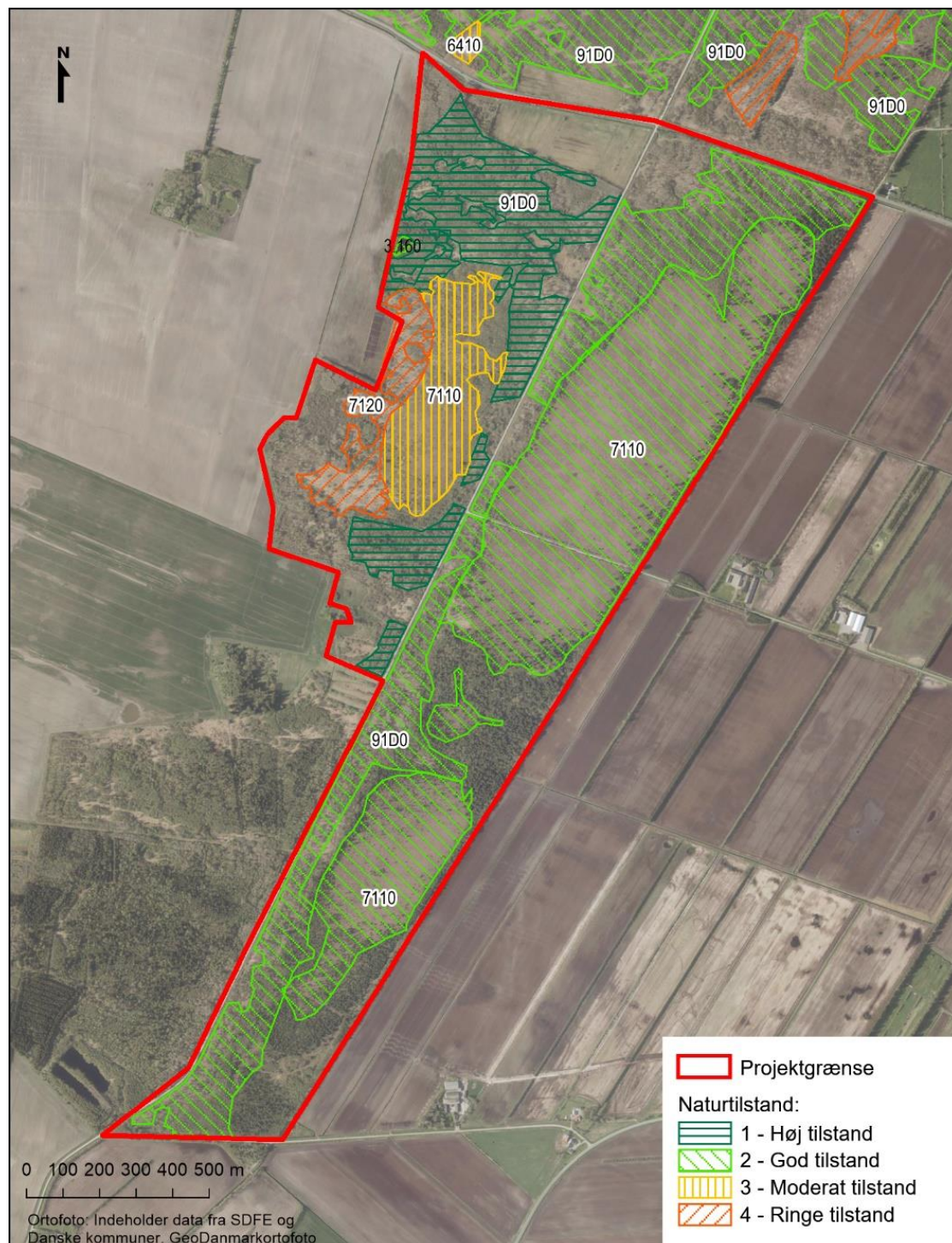
Desuden findes flere artsregistreringer for området i bl.a. DOF-basen og Naturbasen (Fugleognatur.dk). Her er fra lokaliteterne Skiveren og Sandelsholm ud over almindelige arter af planter og sommerfugle fundet multebær, purpur-gøgeurt, kongeørn, pirol, blå kærhøg, trane, isblåfugl, bøllebålfugl og moserandøje.

Det er ikke formålet med denne forundersøgelse at gengive beskrivelser af naturværdierne i området, så der henvises i denne sammenhæng til ovennævnte baggrundsrapporter samt databaser som Danmarks Miljøportal mfl. Nedenfor gengives et par centrale kort. Dels habitatkortlægningen (på baggrund af feltkortlægning 2014) og dels den beregnede naturtilstand for naturtyperne.



Figur 2-3 Kortlagte habitatnaturtyper indenfor projektområdet (Miljøstyrelsen 2014).

Begge er højst relevante for nærværende tekniske forundersøgelse og for forslag til forvaltning/genopretning. Der er i perioden 2016-18 foretaget nye kortlægninger af habitatnaturtyperne i området. Kortlægningerne er endnu ikke tilgængelige ved udarbejdelsen af denne rapport, hvorfor data fra 2014 fortsat bruges.



Figur 2-4 Naturtilstand af arealer med kortlagt habitatnatur i projektområdet (Miljøstyrelsen 2014).

Der er på de intakte tørveflader kortlagt Aktiv højmosse (7110*) i fire områder. Heraf er særligt det nordøstligste område i god tilstand og med større områder

uden væsentlig tilgroning. De øvrige dele af de intakte tørveflader er enten kortlagt som nedbrudt højmoser (7120) som følge af tilgroning eller ikke henført til nogen habitatnaturtype, men kortlagt som § 3-beskyttet mose.

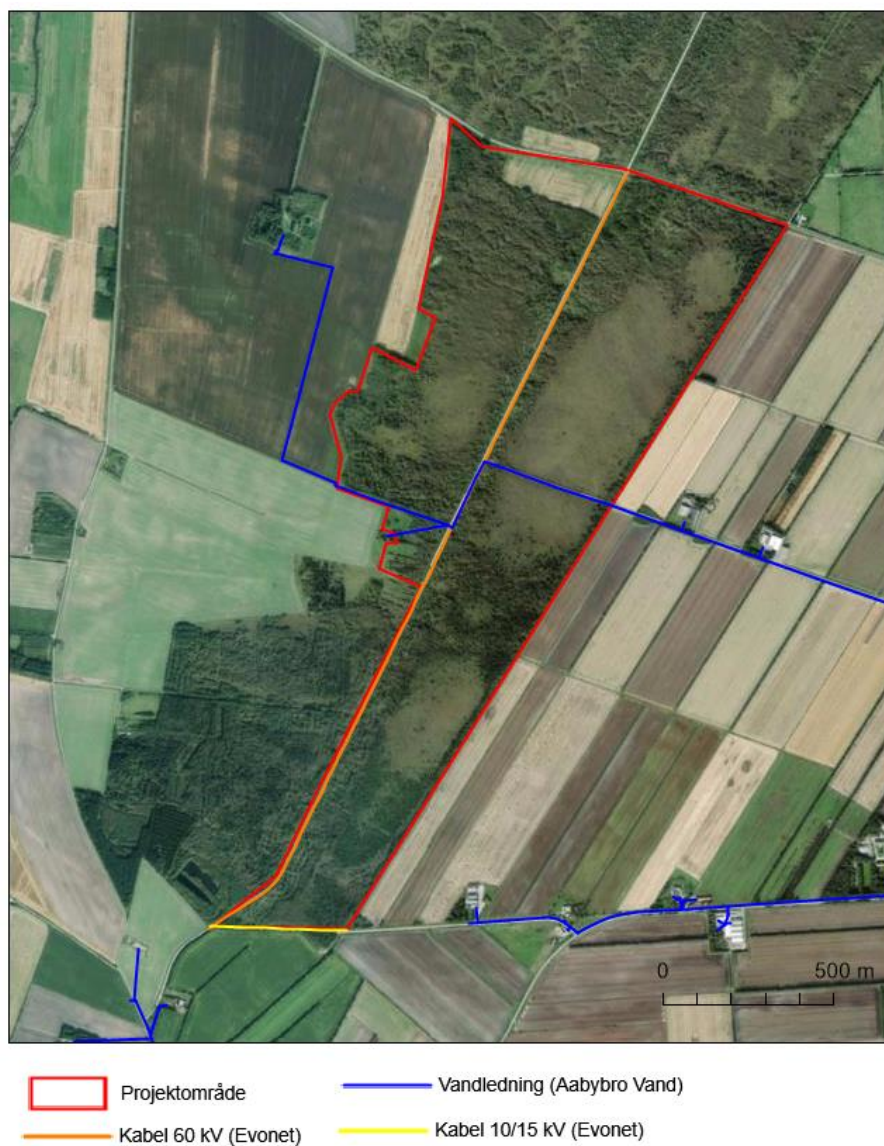
De tidligere tørveindvindingsarealer er hovedsageligt kortlagt som Skovbevokset tørvemoser (91D0), mens andre områder ikke ihenføres til nogen habitatnaturtype, men er kortlagt som § 3-beskyttet mose. I projektområdets nordlige del ligger en enkelt brunvandet sø (3160).

2.3 Ledningsoplysninger og tekniske anlæg

Der er indhentet ledningsoplysninger fra ledningsejerregistret LER for projektområdet. Ledningsoplysningerne ses i Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Oversigt over indhentede ledningsoplysninger.

Ledningsejer	Modtaget	Bemærkning
Aabybro Vand	14. 06. 2019	Se Figur 2-5
Stofa	14. 06. 2019	Se Figur 2-5
Evonet	14. 06. 2019	Se Figur 2-5
GlobalConnect A/S	14. 06. 2019	Ingen ledninger



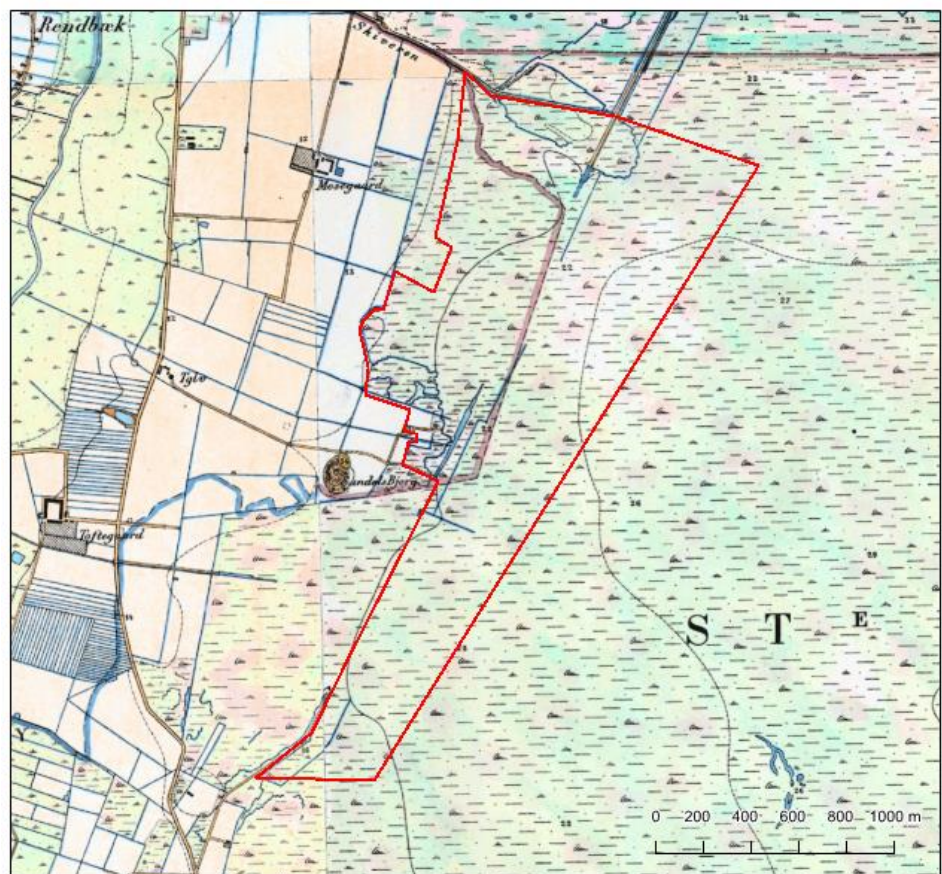
Figur 2-5 Ledninger i projektområdet inhentet via ledningsejerregistret.

3 Områdets udvikling og arealanvendelse

3.1 Historisk udvikling

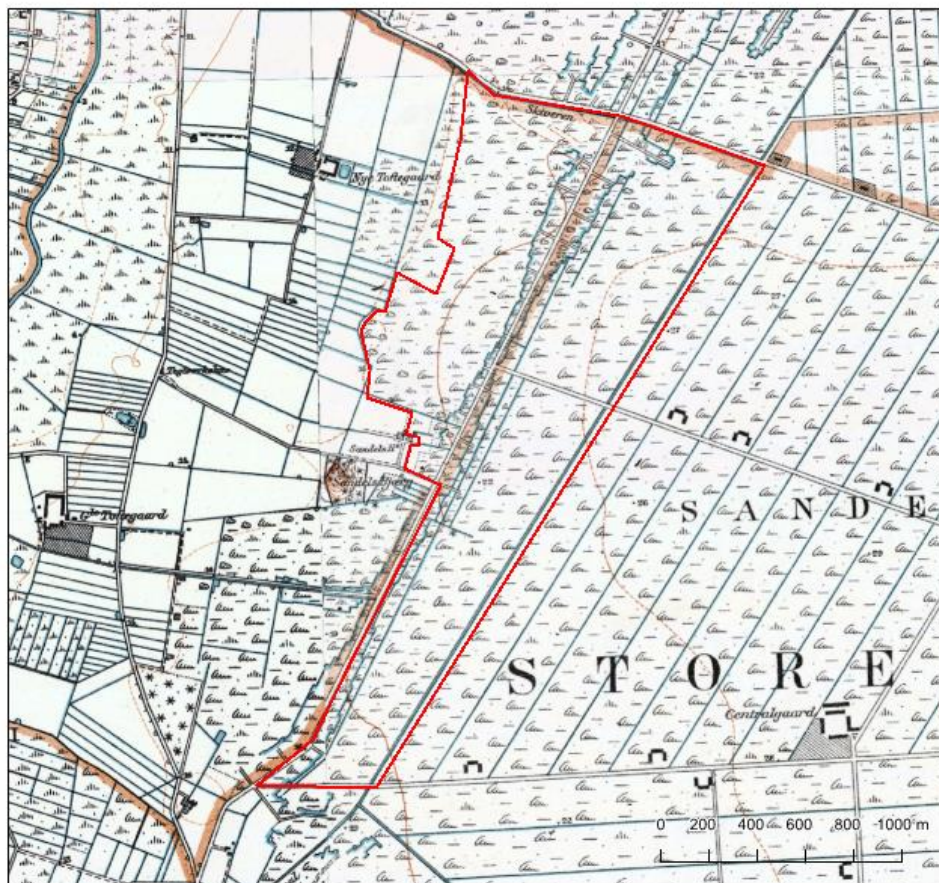
Historisk set er der sket løbende ændringer og indgreb i de hydrologiske forhold i og omkring Sandels mose. De menneskeskabte ændringer har i en lang række tilfælde påvirket højmosenaturen negativt. Natura 2000-planen for "N12/H12 Store Vildmose" (/21/) påpeger, at afvanding er en af de væsentligste trusler mod udpegningsgrundlaget.

Nedenfor er den ældre historiske udvikling af overfladehydrologien inden for projektområdet fra 1800-tallet og frem til i dag beskrevet på baggrund af tilgængelige historiske kort. Et udsnit af de Høje målebordsblade (1842-1899) og de lave målebordsblade (1901-1971) er vist på hhv. Figur 3-1 og Figur 3-2.



Figur 3-1 Udsnit af de høje målebordsblade (1842-1899) for landskabet omkring projektområdet.

På de Høje målebordsblade ses det, at projektområdet for Sandels Mose ligger i den vestlige del af den daværende udbredelse af Store Vildmose. Vest for Sandels Mose ligger landbrugsarealer. Der ses primært (få) naturlige afløb fra mosen og projektområdet, med undtagelse af den midterste, vestlige del, fremstår umiddelbart uberørt af menneskelig aktivitet.



Figur 3-2 Udsnit af de lave målebordsblade (1901-1971) for landskabet omkring projektområdet.

På de lave målebordsblade ses derimod tydelige tegn på den menneskelige indgriben i mosen, som fandt sted i årene 1920-1945. I denne periode foregik en større opdyrkning af Store Vildmose. Dette førte til etablering af både grøfter og veje. Det mest voldsomme indgreb i projektområdet, som følge af denne aktivitet, er den gravede forbindelseskanaal langs den østlige side af projektområdet (svær at se pga projektgrænsen). Desuden ses flere gravede grøfter i midten af området langs den nye vej. Her er etableret en masse mindre tørvegravningslodder. Området øst for projektområdet er overgået fra uberørt mose til opdyrket mose med græsningsfletter, smågårde, en centralgård, samt veje og grøfter. Der blev desuden iværksat en større indvinding af mosens tørv pga. verdenskrigens mangel på brændsel.

Den første landsdækkende luftfotografering i nutidig kvalitet er fra maj 1954 (Figur 3-3). Her kan man se at tørvegravningen mod nord er intensiveret i forhold til tilstanden på Figur 3-2.



Figur 3-3 Udsnit af ortofoto fra maj 1954 (Danmarks Digitale Ortofoto®, COWI) omkring projektområdet. Her er stort set træfrit.

På ortofoto fra 1995 og 2017 (Figur 3-4 og Figur 3-5) ses det, at der er sket en markant, gradvis tilgroning af store dele af de områder, som før blev brugt til tørvegravning, samt i randen af de intakte tørveflader.



Figur 3-4 Udsnit af ortofoto fra 1995 (Danmarks Digitale Ortofoto®, COWI) omkring projektområdet.

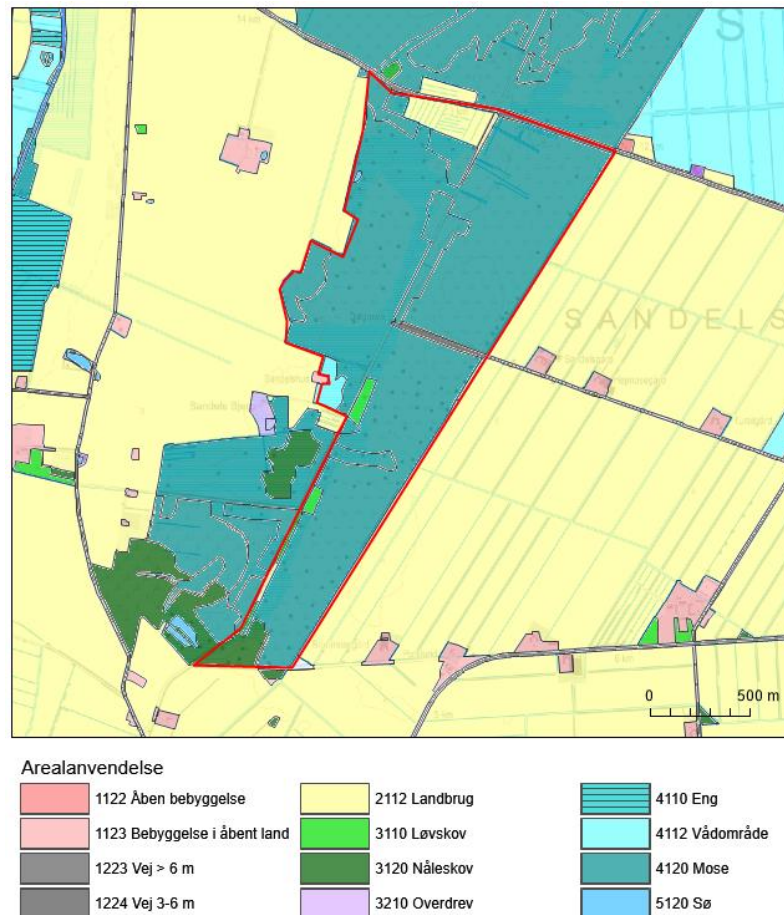


Figur 3-5 Udsnit af ortofoto fra Geodatastyrelsen fra 2017 omkring projektområdet.

3.2 Nuværende forhold

3.2.1 Arealanvendelse

Den overordnede nuværende arealanvendelse i området omkring projektområdet er beskrevet ved hjælp af AIS arealanvendelseskort (Miljøministeriet¹) og er vist på Figur 3-6.



Figur 3-6 AIS arealanvendelseskort omkring projektområdet.

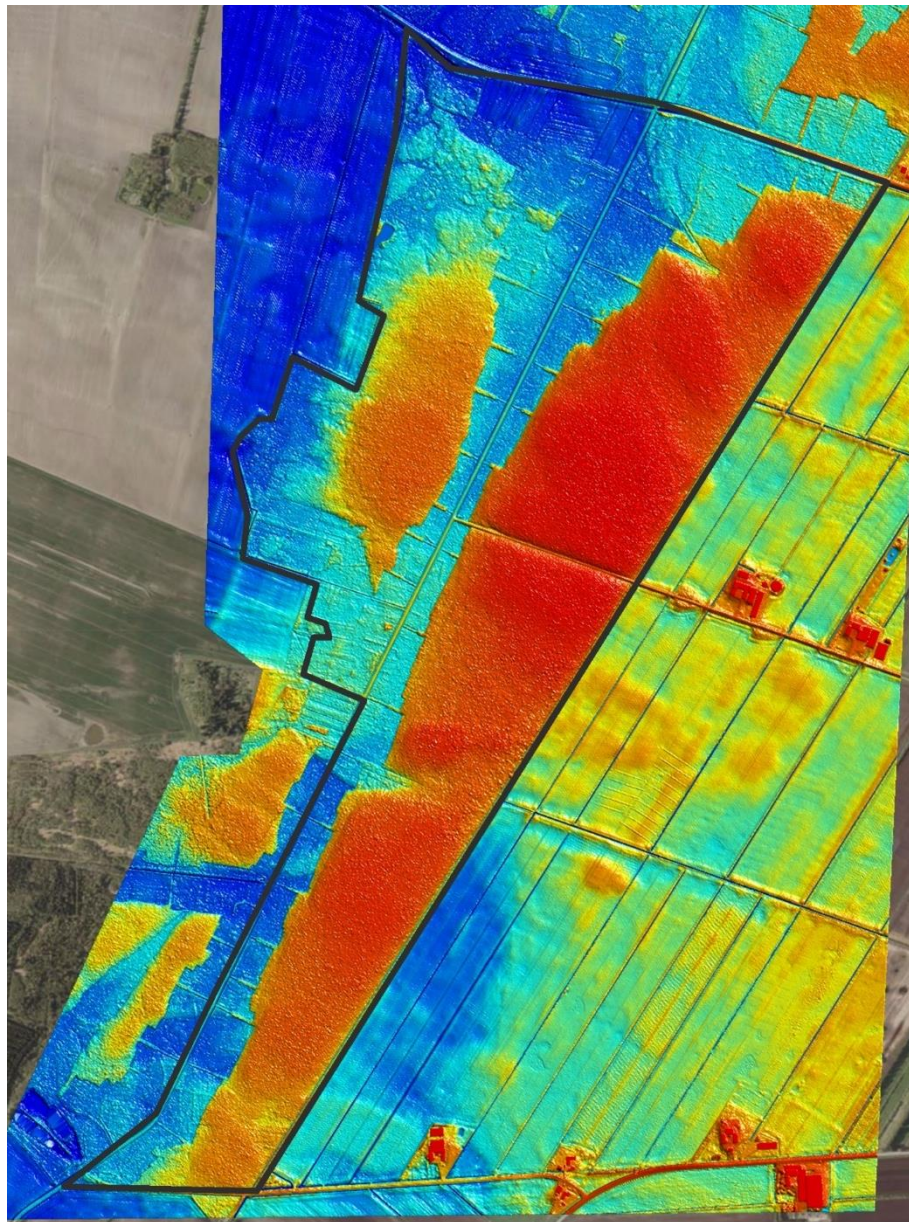
Arealanvendelseskortet viser, at projektområdet primært består af mose med små indslag af nåleskov, løvskov, vådområde og landbrug. De områder, der grænser op til projektområdet, består primært af landbrug og mod nord desuden mose/vådområde.

3.2.2 Topografi

For projektområdet er Danmarks nyeste højdemodel fra 2014-15 benyttet. Denne højdemodel har en opløsning på 0,4 m og er vist på Figur 3-7. Af højdemodellen

¹ http://www.dmu.dk/1_Viden/2_Miljoe-tilstand/3_samfund/AIS/4_Download/Mldownload/AAAamter/aaadownload.htm

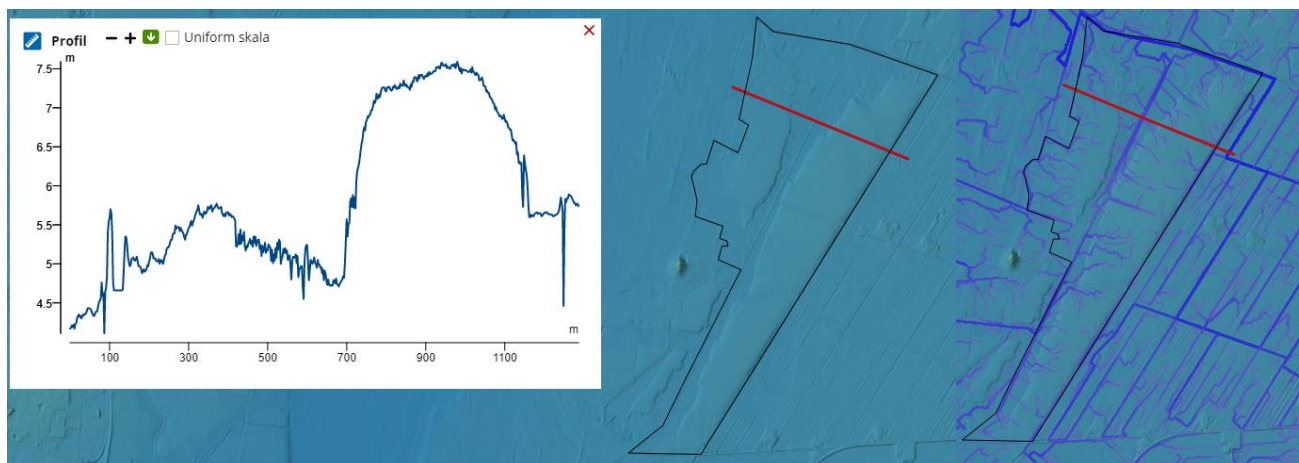
fremgår, at den østlige del af projektområdet ligger højere end resten af omgivelserne.



Figur 3-7 Danmarks Højdemodel fra 2015 for projektområdet. Afgrænsning af projektområdet er indtegnet med sort.

På Figur 3-8 ses et tværsnit af højmosen, som er lavet i programmet SCALGO Live. Dette er et browserbaseret, digitalt værktøj, som anvender de mest detaljerede højdedata og bl.a. kan give overblik over, højdeforhold samt hvordan vandet løber på terrænet (strømningsvejsanalyse). Tværsnittet viser, at der har været en kraftig afgravning af mosen midt i området langs vejen. Højdemodellen viser desuden at området mod nord ligger lavere pga. afgravning, som før nævnt.

Strømningsvejene viser at vandet strømmer væk fra højmosen mod grøfterne i projektområdet.

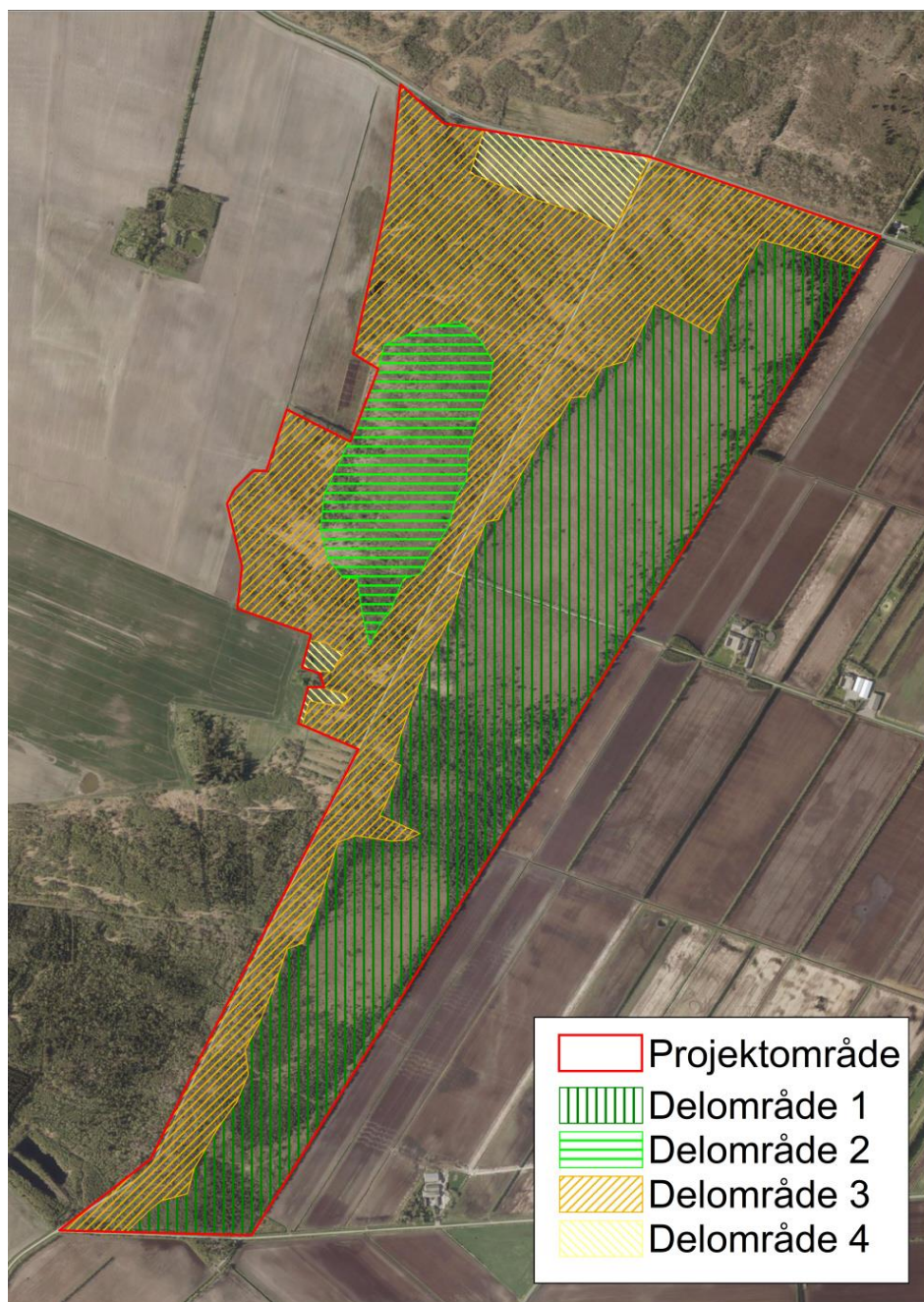


Figur 3-8

Figur som (til venstre) viser et V-Ø gående højdeprofil af mosen i programmet SCALGO Live. Profilet af mosen på den angivne placering gengives på diagrammet øverst til venstre. Her fremgår højde- og hældningsforskelle. Til højre ses derudover en strømningsvejsanalyse, der viser vandets strømning på terrænoverfladen (SCALGO Live).

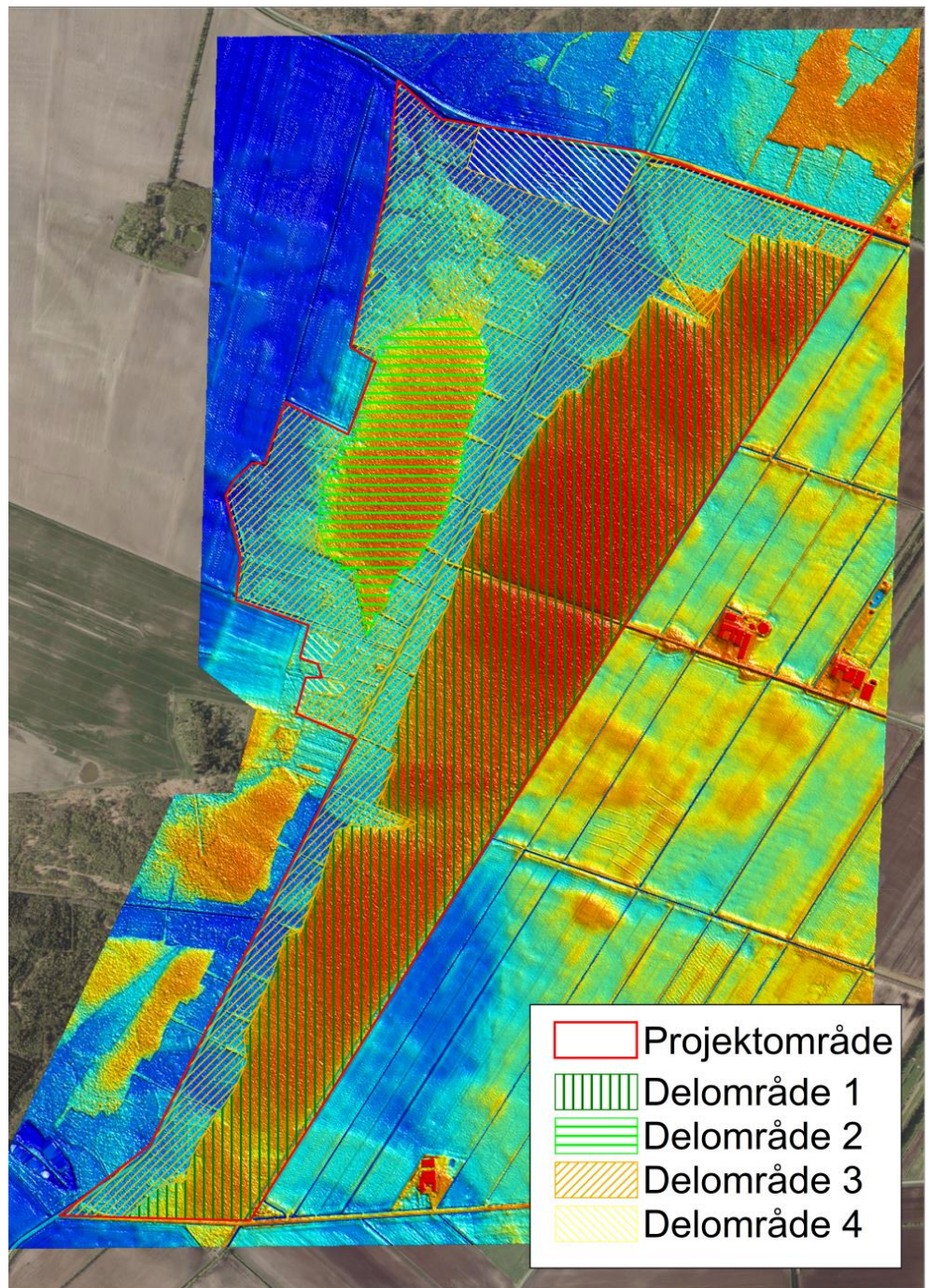
3.2.3 Delområder

Projektområdet kan helt overordnet ses som fire delområder, hvor delområde 1 og 2 adskiller sig fra 3 og 4 hvad angår afvendelseshistorik, hydrologi, tilgroning og naturtype (se Figur 3-9).



Figur 3-9

Opdeling af projektområdet i 4 overordnede delområder: (1) Intakt tørveflade mod øst i forskellige nedbrydningsstadier, (2) Tilgroet højmosse, uden tørvegravning, (3) gamle tørvegrave med nedbrudt højmosse og skovbeboet tørvemosse samt (4) græsnings- og høsløtunge.



Figur 3-10 Delområderne illustreret med DTM2015 som baggrund.

Delområde 1

Delområde 1 udgør den østlige del af projektområdet. Der er ikke gravet tørv i delområde 1 og tørvefladen er derfor mere eller mindre intakt og kun påvirket af nedbrydning som følge af afvanding og iltning af tørv. I delområde 1 findes desuden projektområdet største forekomster af aktiv højmosse (7110) (Figur 2-3). I den sydlige del og langs kanten af delområdet ses en massiv tilgroning af skov. Truslen mod delområde 1, består hovedsageligt af udtørring og afvanding til de tidligere tørvegrave mod vest samt afvanding fra de to grøfter langs projektområdets østside.

I delområdets rand og sydlige del, er der en markant tilgroning med nåletræer og

birk, der helt eller delvist bortskygger højmoselvegetationen. Arealet med aktiv høj-mose reduceres derfor gradvist som følge af udtørring, iltning, nedbrydning af tør-ven og der af følgende næringsfrigivelse.



Figur 3-11 Dronefoto af delområde 1 og 3 taget fra syd mod nord. På billedet ses tydelige de to næsten lysåbne flader med aktiv højmoser. Udbredelsen af birk svarer stort set til de tidligere tørvegravningsarealer, mens der på den intakte tørveflade hovedsageligt er tilgroning med nål. Bævreasp ses på de tørreste arealer (COWI, 2019)

Delområde 2

Delområde 2 består af det isolerede vestlige område med intakt tørveflade, hvor der ligesom i delområde 1, ikke er gravet tørv. Området er kortlagt som aktiv høj-mose (7110*) i moderat tilstand og længst som vest som Nedbrudt Højmoser (7120) i ringe tilstand. Den vestlige og nordlige del udgør områdets laggzone, som også var laggzone for den oprindelige højmoser. Der er en kraftig tilgroning med vedplan-ter i hele delområdet også på den del, der er kortlagt som Aktiv Højmoser (Figur 3-12). Delområdet afvandes mod øst og syd af de gamle tørvegrave og mod vest til et grøftesystem der grænser op til landbrugsarealerne vest for projektområdet.



Figur 3-12 Delområde to set fra nord mod syd. Centralt i billedet ses nogle af de mest lys-åbne dele af delområde 2. (Dronefoto, COWI, 2019)

Delområde 3

Delområde 3 består af den del af de tidligere tørvegravningsarealer, som i dag fremstår helt eller delvist tilgroet med vedplanter hovedsageligt birk og pil. Størstedelen af området er kortlagt som skovbevokset tørvemose 91D0, men er reelt en afgravet, nedbrudt højmosse (7120), som så er tilgroet. De gamle tørvegrave afvandes i dag af et større system af grøfter, som mange steder er under tilgroning pga. manglende vedligehold. Langs den nord-sydgående centrale grusvej (Dalgasvej) ses to markante grøfter, der fører vand fra tørvegravene bort fra projektområdet. Tørvegravene har stejle kanter med en stor højdeforskel ind mod den intakte tørveflade og deraf markant afvanding af den eksisterende tørveflade.



Figur 3-13 Dronefoto taget fra syd mod nord, der viser den markante tilgroning af tørvegrave og den intakte tørveflade. I billedets højre side ses en markant tilgroning langs grøften ved projektområdets østside. Delområde 1 og 3. (Dronefoto, COWI, 2019)

Delområde 4

Delområde 4 består af lysåbne enge i projektområdets nordligste og vestlige ende. Engene anvendes til græsning og høslæt. Kun det nordligste område har en størrelse, der mulig gør hydrologiske tiltag. Dette område afgræsses og afvandes af talrige små grøfter og grøblerender. Der er kun enkelte spredte træer i området, langs grøfterne.



Figur 3-14 Delområde 4. Foto af græsset eng med fattigkærspræg i den nordlige del af projektområdet. (Dronefoto, COWI, 2019).

3.3 Vandløb, grøfter og dræn

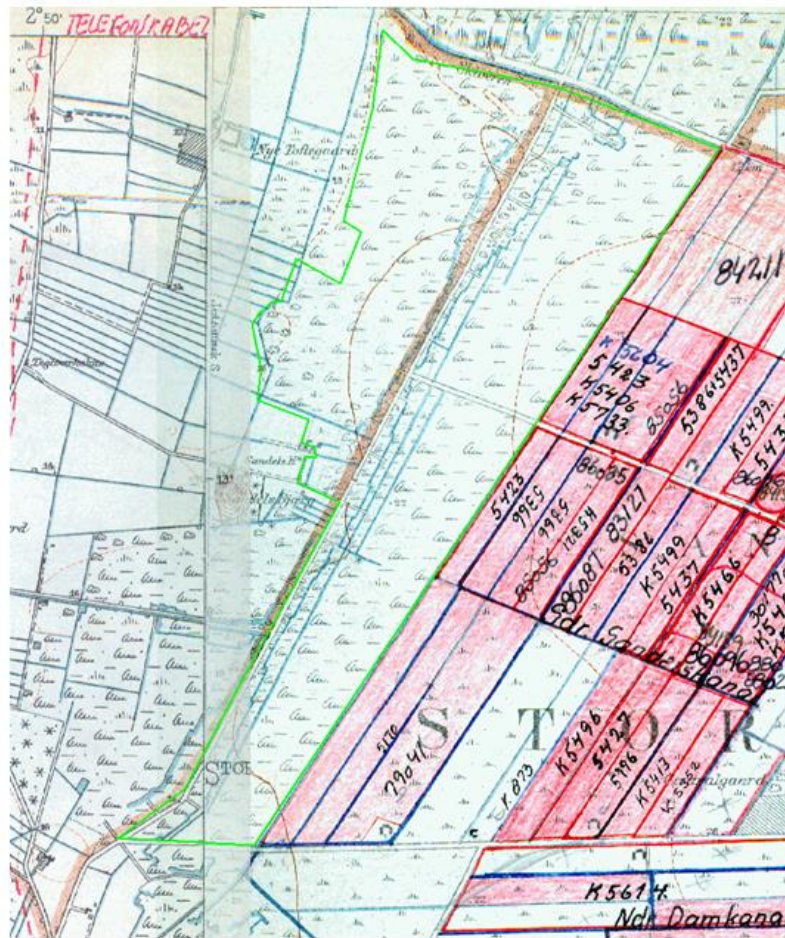
Der er ud fra historiske kort, luftfoto, højdemodeller, og observationer i felten optegnet forløb af vandløb og grøfter inden for projektområdet, se Figur 3-15.



Figur 3-15 Vandløb og grøfter inden for og nær projektområdet (lysblå)

Disse følger stort set matrikelskellene uden for projektområdet. Inden for projektområdet ses et mindre område med grøfter/grøblerender mod nord. Langs vejen midt i området, løber en vejgrøft på hver side. På den sydlige grænse af projektområdet løber ligeledes to vejgrøfter. På den østlige grænse løber en dyb grøft inden for projektområdet og efter ca. 600 m ses også en grøft på den anden side af projektgrænsen, inde i det østlige område, kaldet Sandels Fenner. Den vestlige grænse er ligeledes afgrænset af en grøft.

En forespørgsel til tilgængelige drænplaner inden for projektområdet viste, at Hedeselskabets Arkiv ikke indeholder drænplaner fra selve projektområdet, men at der findes en række drænplaner øst for projektområdet, se Figur 3-16.



Figur 3-16 Drænanplaner nær projektområdet. Der er ingen drænanplaner inden for projektområdet, men mange på de tilstødende arealer. Projektområdet er omkranset af en grøn streg.

3.4 Potentialeforhold

Grundvandspotentialeforholdene ved projektområdet er undersøgt ud fra eksisterende data i form af Nordjyllands Amts regionale potentialekort, se Figur 3-17. Det regionale potentialekort repræsenterer det primære grundvandsmagasin i Nordjylland. Det ses, at potentialelinjerne har et toppunkt øst for projektområdet og et lavpunkt vest for projektområdet, hvilket betyder at potentialet falder fra sydøst (+7,5 m) mod nordvest (+5,5 m) i projektområdet.



Figur 3-17 Nordjyllands Amts regionale potentialekort med isolinjer for hver meter.

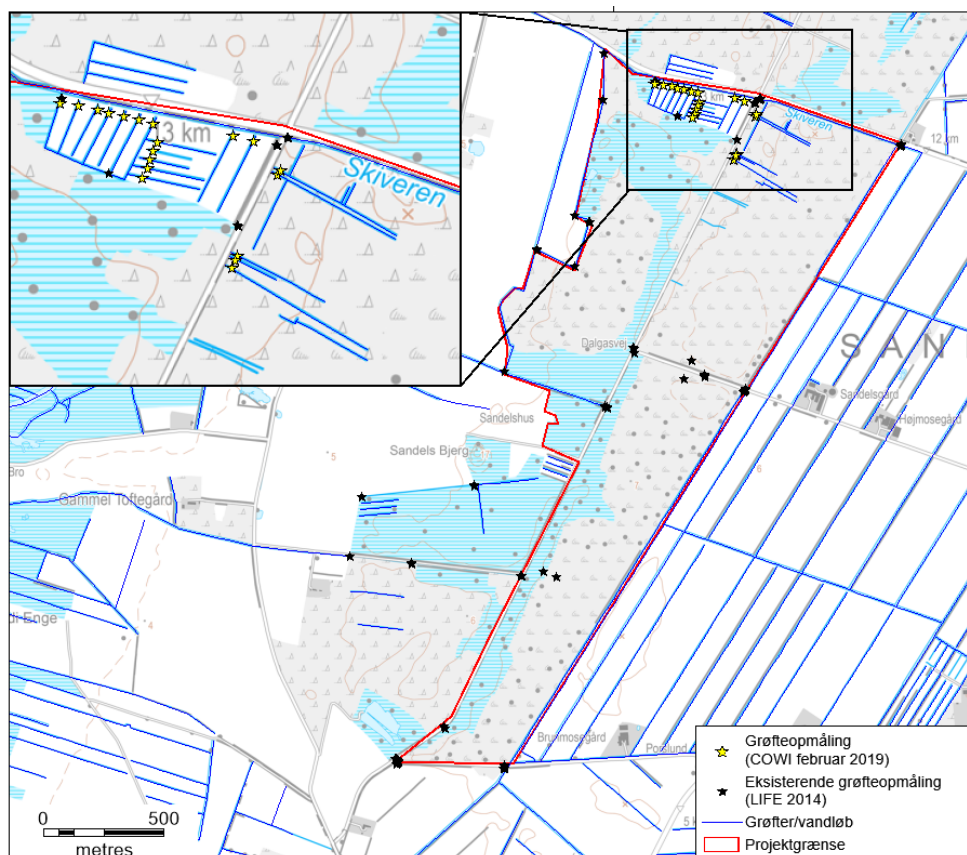
3.5 Grundvandsindvinding

Der er lavet et udtræk af alle aktive indvindingsanlæg og -boringer fra GEUS's Jupiterdatabase for området omkring projektområdet (radius 2000 m). Der findes kun enkelte små indvindere og ingen større anlæg der indvinder inden for denne radius. Det vurderes derfor, at den beskedne grundvandsindvinding i området *ikke* påvirker grundvandsstanden negativt i og omkring projektområdet. Afvandingen sker fra de mange lokale grøfter, dræn og kanaler.

4 Undersøgelser og databehandling

4.1 Grøfteopmåling

Der er udført flere opmålinger af grøfterne i projektområdet. Jammerbugt Kommune har dels, i forbindelse med LIFE 2014 projektet, foretaget en opmåling af grøfterne i projektområdet, hvor bund af grøft, vandspejlskote i grøft er registreret. COWI har i forbindelse med nærværende forundersøgelse yderligere opmålt og registreret tilstanden af grøfterne i den nordlige del af projektområdet. På Figur 3-15 er de optegnede vandløb og grøfter vist, samt hvor der er foretaget opmålinger.



Figur 4-1 Vandløb, grøfter og grøftemålinger inden for projektområdet.

De fleste af grøfterne/grøblerenderne mod nord, vest for Dalgasvej midt i området, er ikke vedligeholdt og er faldet sammen. De var ved feltinspektionen kun i begrænset omfang virksomme/vandfyldte. De afvander alle ud mod vejgrøften, langs Blokhusvej mod nord. Det var dog ikke muligt at finde udløbspunkter fra renderne til selve vejgrøften.

Grøfterne øst for Dalgasvej, som løber vinkeltret herpå og som ligger på højmosen er heller ikke vedligeholdt, hvorfor de er meget tilgroede. På feltbesøget, så det ud til, at det kun var én af grøfterne som havde udløb til vejgrøften langs Dalgasvej.



Figur 4-2 Billeder fra felten (februar 2019) viser (øverst til venstre) grusvejen med vejgrøfter midt i området samt (øverst til højre og nederst) helt og delvist tilgroede grøfter.

4.2 Måling af den terrænnære grundvandsstand

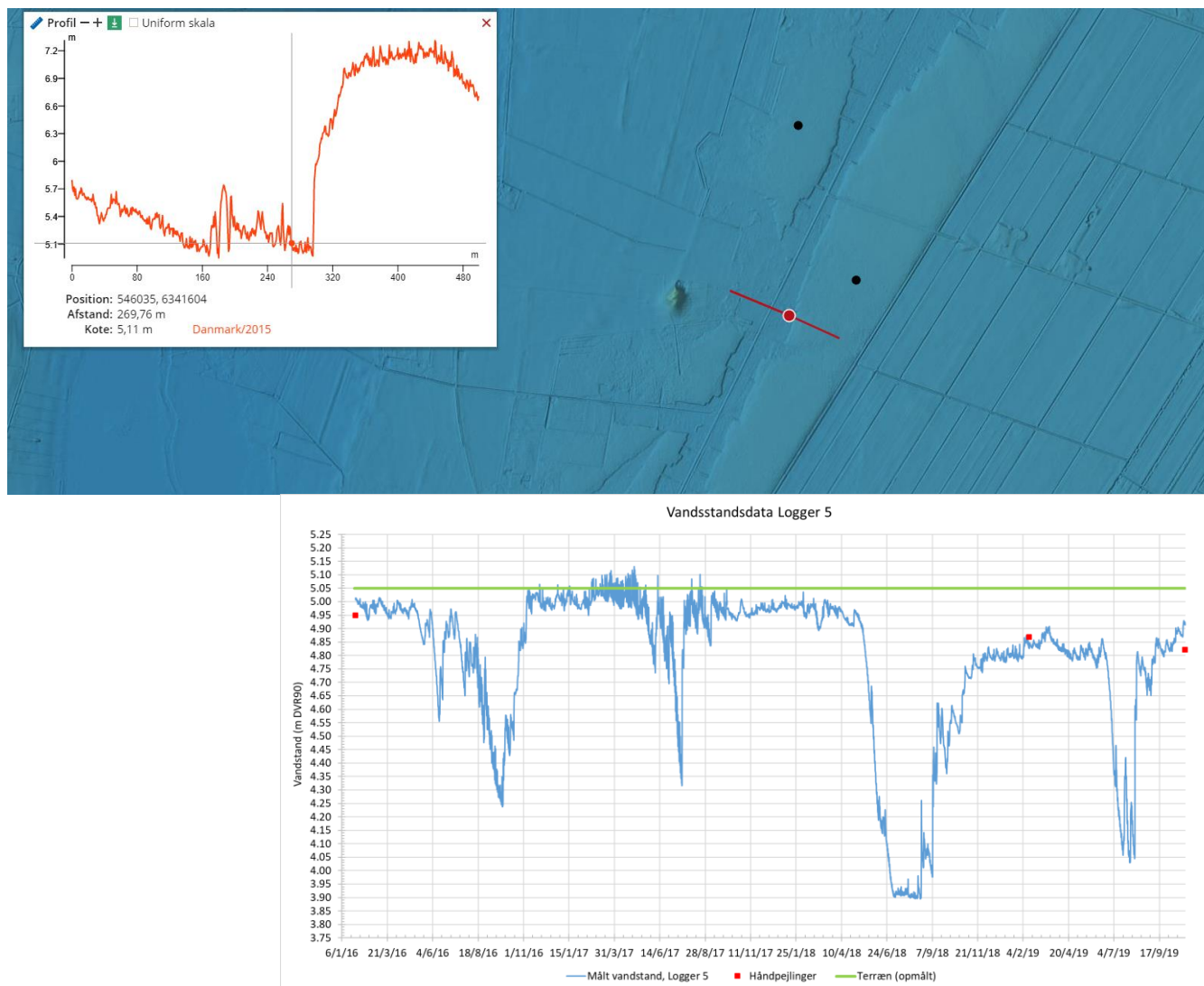
Den terrænnære grundvandsstand i projektområdet er gennem tiden monitoreret ved hjælp af flere vandsstandsloggere. Jammerbugt kommune og NST har hhv. tre og en vandsstandslogger(e) i projektområdet. Figur 4-3 viser placeringen af vandsstandsloggerne.



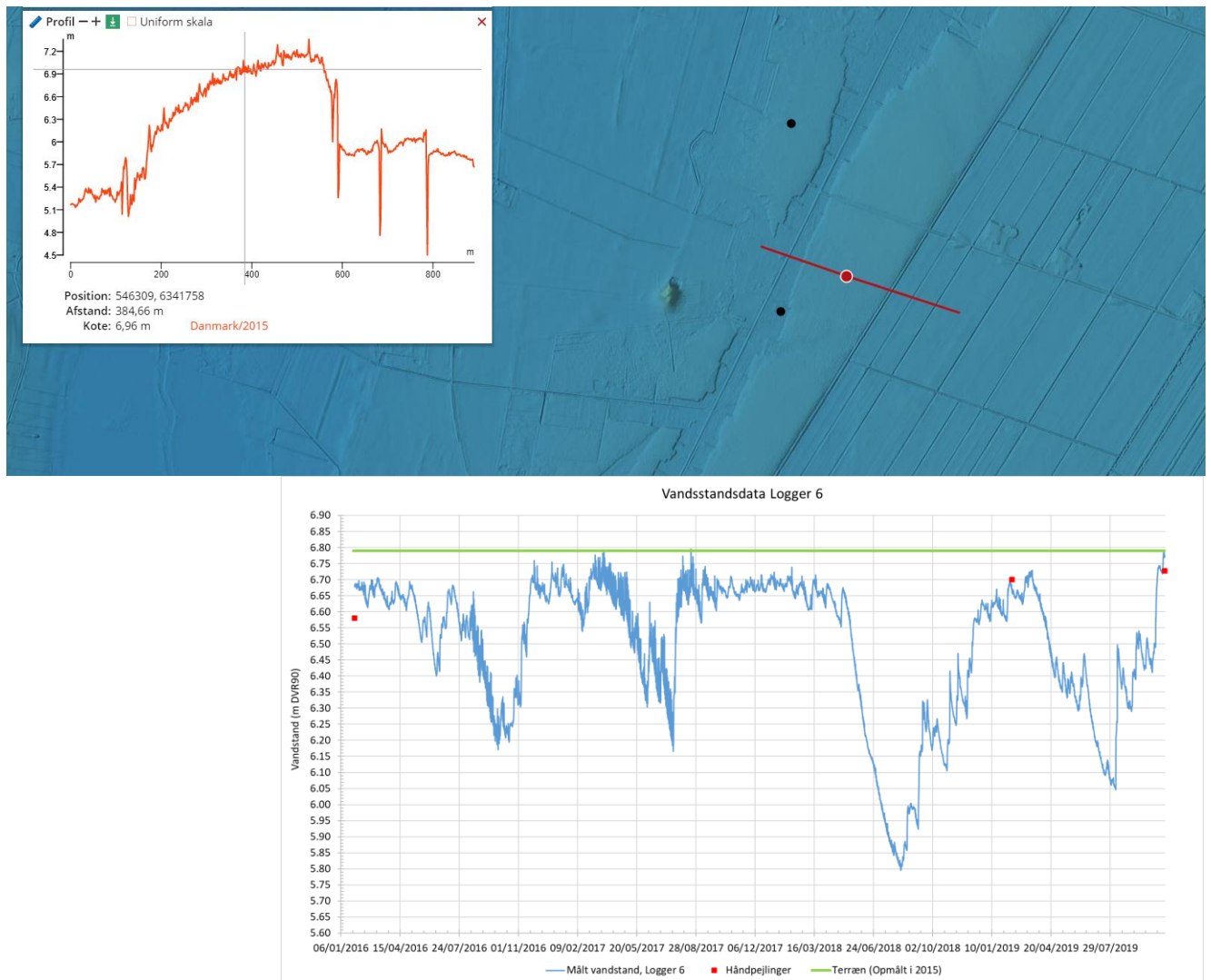
Figur 4-3 Placering af vandstandsloggere

Kommunens tre loggere (logger 5, 6, 7) har monitoreret grundvandstanden siden januar 2016. Naturstyrelsens logger i projektområde er gået i stykker, hvorfor der ikke findes brugbare data for projektperioden. Vandstandsdata for de tre kommunale loggere, samt for Naturstyrelsen (i perioden 2012-2015) er analyseret og fremstillet i figurer nedenfor. Desuden er et tværsnit af den nyeste digitale højdemodel ved hver logger vist, for at vise placeringen af loggerne i terrænet.

Af Figur 4-4 ses det, at logger 5 sidder i et lavpunkt i randen af højmosen og at vandstanden i sommerperioderne (specielt 2018 og 2019) står lavt mens den i vinterperioderne står tættere på terræn. Af Figur 4-5 ses det, at logger 6 sidder på den øverste del af højmosen og at vandstanden har samme årlige variationer i vandstanden, som logger 5, dog med lidt mindre udsving og med et generelt højere vandspejl. Det ses af de to grafer at vandstanden i sommeren 2018 stod lavest og at vandstanden i efteråret/vinteren ikke nåede helt tilbage til "normalen" (primært logger 5) inden sommeren 2019 indtraf med lav vandstand. Dette hænger sammen med den lave nedbørsmængde som faldt i efteråret 2018 og vinteren 2019, se Figur 4-8.



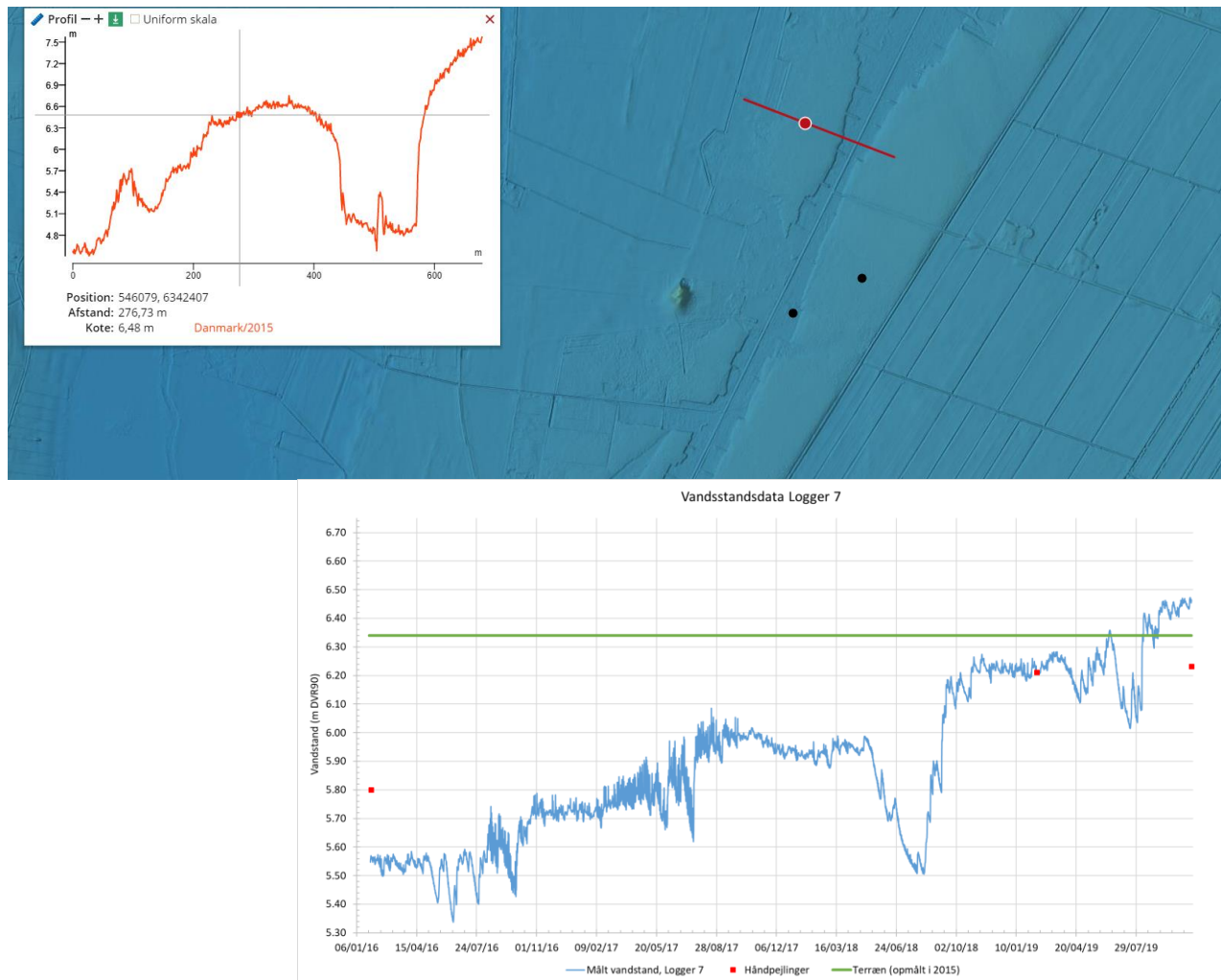
Figur 4-4 Øverst: Højdeprofil fra Scalgo LIVE ved logger 5. Den røde prik svarer til placeringen af logger 5 og er vist med et kryds på højdeprofilet. Nederst: Behandlet loggerdata visende terrænnær grundvandsstand ved logger 5.



Figur 4-5 Øverst: Højdeprofil fra Scalgo LIVE ved logger 6. Den røde prik svarer til placeringen af logger 6 og er vist med et kryds på højdeprofilet. Nederst: Behandlet loggerdata visende terrænnær grundvandsstand ved logger 6.

Af Figur 4-6 ses det, at logger 7 sidder i den sydlige del af højmosen mod vest. Vandstanden i denne logger skiller sig lidt ud i forhold til de to andre loggere idet vandstanden overordnet set stiger gennem hele måleperioden. Dog med vandspejlsfald i sommerperioderne, som på de andre lokaliteter. I starten af måleperioden ligger vandstanden langt under terræn og i slutningen af måleperioden står vandstanden over terræn. Det har ikke været muligt at tilpasse loggerdata fuldstændig til de tre håndpejlinger som er udført i logger 7, hvorfor selve niveauet af vandspejlet, målt med logger 7, i forhold til terræn er usikkert. Dette kan skyldes at pejlerøret har flyttet sig pga. tø/frost siden opstætningen, hvilket bevirker at fikspunktet har ændret sig over tid.

Der ses ikke en tendens til at den aktive højmos har en stor evne til at holde på vandet (om sommeren).



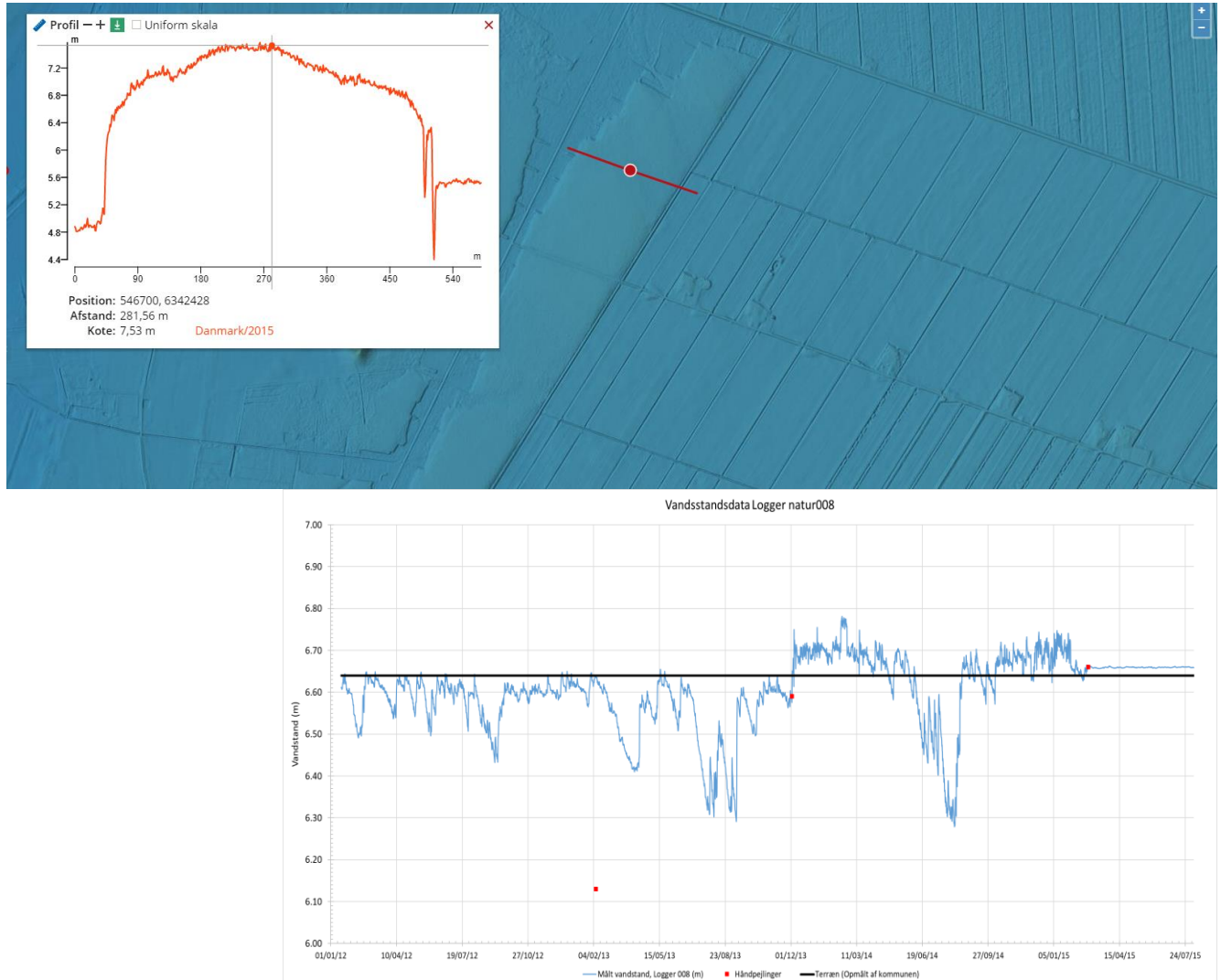
Figur 4-6 Øverst: Højdeprofil fra Scalgo LIVE ved logger 7. Den røde prik svarer til placeringen af logger 7 og er vist med et kryds på højdeprofilet. Nederst: Behandlet loggerdata visende terrænnær grundvandsstand ved logger 7.

På Figur 4-7 ses vandstandsdata målt med loggeren "natur008" i perioden op til projektperioden. Data vist i figuren er behandlet data modtaget fra NST, hvor abrubte datahop er justeret og loggerdata er forsøgt justeret i forhold til, af NST, oplyste pejlinger.

Det ses at den første af håndpejlingerne ikke passer med grafen, men det vurderes at de to sidste håndpejlinger er de mest troværdige. Den sidste del af grafen, hvor kurven er helt flad, illustrerer hvor loggeren er gået i stykker.

Terrænet er af NST i 2011, indmålt til 6,64 m DVR90 og fikspunktskoten på stålrøret til kote 7,33 DVR90. Den nyeste terrænmodel viser derimod at terrænet ligger i kote ca. 7,50 m DVR90. Forskellen i terrænkoter skyldes formentlig at der findes høljer og tuer på højmosen. På grafen er terrænet opmålt af NST vist, da loggeren formentlig sidder i en hølje.

Det ses, at vandstanden på højmosefladen ligger og svinger 5-35 cm under terræn i den første del af måleserien, og at vandstanden i vintermånederne 2014 og 2015 står 5-10 cm over terræn i høljen. Ifølge DMI var disse to vinterperioder vådere end de foregående, hvilket kan forklare den højere vandstand /37/.



Figur 4-7 Øverst: Højdeprofil fra Scalgo LIVE ved logger natur008. Den røde prik svarer til placeringen af logger natur008 og er vist med et kryds på højdeprofilet. Nederst: Behandlet loggerdata visende terrænnær grundvandsstand ved logger natur008.

Hydrologien beskrives i nærmere i det følgende afsnit om områdets vandbalance.

4.2.1 Vandbalance

Vandbalancen i et område kan beskrives ved ligningen:

$$N = F + A + P + \Delta R$$

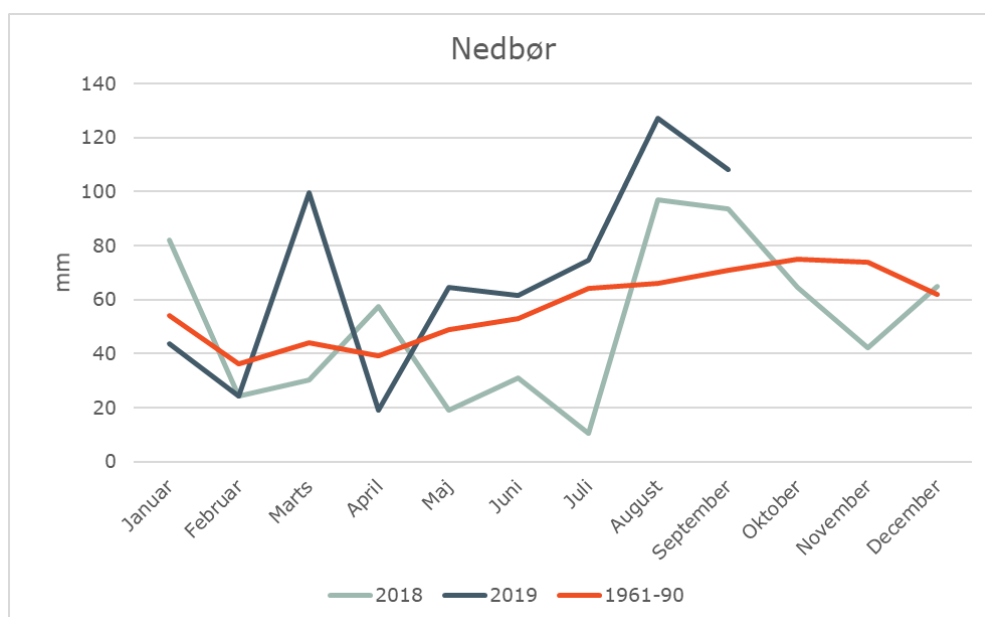
Her er N nedbørsmængden, F er summen af den aktuelle fordampning, A er den samlede afstrømning i dræn og vandløb, P er import/eksport af indvundet vand, mens ændringer i grundvandsmagasinet betegnes ΔR .

Den årlige korrigerede nedbør i området (grid 20067) er ifølge DMI 822 mm og den potentielle fordampning 546 mm for perioden 1961-1990. (/11/)

Den aktuelle fordampning omfatter såvel fordampningen fra planter som fra overflader, og den er vanskelig at bestemme præcist. Den aktuelle fordampning vil normalt være lidt mindre end den potentielle pga. nedbørsunderskud og dermed vandmangel i sommerperioden. Den aktuelle fordampning kan omvendt overstige den potentielle fordampning med op til ca. 200 mm i skove og i rørskove med et stort bladareal, og hvor planterne har konstant adgang til grundvand eller overfladevand.

Fra et bevokset og næsten vandmættet moseareal, sættes den aktuelle fordampning lig med den potentielle fordampning. Nettonedbøren bliver derfor 276 mm.

Nedbøren i de to sidste år af måleperioden, samt for klimanormalen (1961-1990) er vist på Figur 4-8. Det ses generelt at de største nedbørsmængder falder om efteråret. År 2018 har været et mere tørt år end normalen mens 2019 er karakteriseret ved at have været en del vådere.



Figur 4-8 Månedsnedbør for hhv. 1961-90, 2018 og 2019 i Nordjylland (Kilde: DMI.dk)

5 Højmosen

Dette kapitel beskriver højmosen som naturtype. Beskrivelserne er et væsentligt input som baggrund for projektets projektforslag.

5.1 Naturtypen Aktiv højmose (7110*)

Moser i bred forstand er som naturtype omfattet af Naturbeskyttelseslovens § 3. Aktiv højmose er desuden omfattet af Habitatdirektivet, som habitatnaturtype 7110*. (* betyder at naturtypen er "prioriteret", dvs. af fællesskabsbetydning). Aktiv højmose (7110*) er kendetegnet ved, at der er opbygget så meget tørv, at mosen ikke har forbindelse med grundvandet i den underliggende jordbund, og derfor kun modtager regnvand. Betegnelsen 'aktiv' henviser til, at der skal foregå en aktiv tørveopbygning på højmosefladen. Aktiv højmose har en tørvedannende vegetation præget af levende tørvemos inklusive højmosearter som følge af, at hydrologien er uforstyrret, kun svagt forstyrret eller genetableret. Tørvelaget opretholder et såkaldt 'sekundært vandspejl', og højmosen er kalkfattig, sur og naturligt næringsfattig.

En højmose kan skematisk opdeles i tre særskilte enheder, som alle er omfattet af naturtypen, så længe mosen er aktiv og arealet ikke skovbevokset: højmosefladen, randen og laggen. Kun få arter af karplanter og mosser er specialiserede til at trives i fladens ekstremt næringsfattige, sure og våde miljø. Vegetationen på den åbne centrale højmoseflade er domineret af tørvemosser, halvgræsser og dværgbuske, og højmosen er den eneste danske terrestriske naturtype, som ikke indeholder græsarter. Højmosefladen kan strukturmæssigt opdeles i tuer (højtliggende dele) og høljer (våde lavninger).

Laggen er den yderste, ofte vanddækkede, zone af højmosen, hvor der både er tilførsel af næringsfattigt højmosevand og mere næringsrigt vand fra grundvand. Her er kær lignende plantesamfund med bl.a. græsset blåtop og arter fra naturtypen fattigkær. Laggen er ofte skovklædt (især birk og rød-el) og kan stedvis være med rigkær afhængig af karakteren af det minerogene influx af vand. Det næste stykke ind i højmosen kaldes (højmose-) 'randen'. Her en smule mere næringsrigt og derfor vil dunbirk typisk kunne etablere sig, selvom den vokser dårligt og ikke bliver ret stor.

Habitatdirektivet omfatter desuden naturtypen 7120, Nedbrudt højmose. Termen refererer til, at den aktive tørvedannelse her er standset, og der i stedet sker (eller er sket) en nedbrydning af højmosens tørvelag. Det er den eneste naturtype i habitatdirektivet, hvor også den oprindelige naturtypes ødelagte form er omfattet af beskyttelse.

Naturtypen 91D0 * Skovbevoksede tørvemoser omfatter i Danmark også ødelagte højmoser, som er groet til med især birk. I beskrivelsen står at: *"En stabil variant af naturtypen optræder som kantskov af dunbirk på højmose. Sekundær skovbevokset tørvemose opstået ved tilgroning af tidligere lysåbne moser (7110, 7120 og 7140) pga. antropogene påvirkninger er også omfattet af naturtypen. Tilgroningstypen er typisk et successionsstadium med birk i første trægeneration, hvorefter der kan ske indvandring af el eller ask".* Grænsen mellem 7120 og 91D0 er derfor hårfin.

På naturlig Aktiv højmoser foregår de fleste processer i den øverste halve meter tørv – akrotelmen. Tørvemosserne (*Sphagnum spp.*) har her en dækningsgrad tæt på 100 %, og tørvten er vandmættet og svampet. Størstedelen af den sparsomme mængde af næringsstoffer, der tilføres med nedbøren, optages af tørvemosser, som forsyner deres omgivelser med kationbytnng for brintioner. De barske, sure, næringsfattige levevilkår udelukker de fleste arter af højere planter, og kun meget få arter kan vokse her. I klassisk vegetationsøkologi blev kun 12 arter (inkl. multebær) beskrevet som værende i stand til at vokse på fladen af en aktiv højmoser. Disse planter har deres rødder i akrotelmen, som er vækstlaget, hvor der dels dannes ny tørv, og dels sker den største nedbrydning. Strukturen med tuer og højler afspejler balancen mellem nedbør og fordampning. Vandstanden i akrotelmen kan fluktuere i løbet af året og mellem årene, og i perioder med stort nedbørsverskud er der således større dækning af højler end tuer. I mere tørre perioder vil tuevegetationen være dominerende. Disse klimatiske forskelle afspejles også i højmosetørvten som lyse og mørke tørvelag.

Tørvten oplagres i de underliggende tørvelag, katotelmen. Katotelmen i en aktiv højmoser er fuldstændig vandmættet, og der er ingen vandstandssvingninger. Tørv i katotelmen nedbrydes stort set ikke som følge af de sure og anaerobe forhold. Katotelmen vil med tiden blive sammenpresset, efterhånden som ny tørv lagres ovenpå.

I Danmark er naturtypen "Aktiv højmoser, 7110*" primært kortlagt på baggrund af vegetationens sammensætning, samt øvrige indikationer om, at overfladen aldrig har været afgravet. En del af de arealer (ca. 36 stk. iflg. seneste DEVANO-kortlægning), der er kortlagt som aktiv højmoser i Danmark, er reelt næppe tørvdannende.



Figur 5-1 Illustration af tilbagegang i antallet af højmoser i Danmark. Prikkerne viser ikke størrelsesforhold mellem de tilbageværende højmoseforekomster.

Naturlige, aktive højmoser i gunstig bevaringstilstand har i Danmark ingen vedplantevegetation på højmosenfladen. Dette er i modsætning til de mere træbevoksede højmosetyper i Baltikum og Centraleuropa. Tilgroning med vedplanter (særlig arter af birk, pil, gran, fyr og bævreasp) er således en klar indikation for dårlig tilstand i form af næringsstofftilførsel og/eller unaturlig hydrologi. I dag er der ingen højmoser

tilbage i Danmark, som ikke har været udsat for afvandingsforsøg og deraf følgende tilgroning. Selv på den suverænt største højmosesflade i Tofte Mose har birken bredt sig flere hundrede meter ind fra de mest forstyrrede kanter. Birken er således en indikator for dårlig bevaringstilstand.

5.2 Højmose – dannelse, funktion og definition

Moser er helt overordnet beskrevet ferske vådområder med højt vandspejl og tørvedannelse. Højmoser er den del af de ferske moser, som med et voksende tæppe af tørvemosser har hævet sig og mistet forbindelsen til grundvandet og alene modtager næringsstoffer fra atmosfæren.

Mosedannelse, dvs. fugtig tørvedannelse, betinges globalt set af klimatiske forhold som nedbørsmængde, temperatur og grundvandshøjde. På grund af temperaturrens betydning for nedbrydningshastigheden er tørvedannende moser *primært* udbredt i de tempererede og polare områder. Mosedannelse i Nordvesteuropa startede i sidste istids (Weichsel istiden) subarktiske periode dvs. for ca. 12.000 år siden (Walter & Breckle, 1989). Højmoser dannes kun, hvor der er nedbørsoverskud, dvs. at nedbøren skal være større end fordampningen.

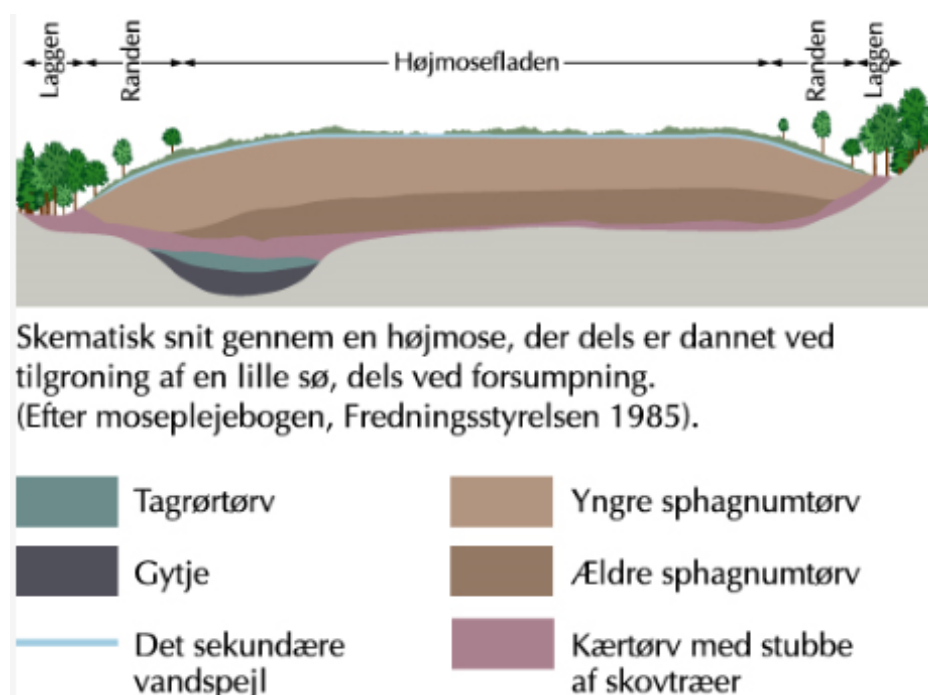
Mose-/tørvedannelse sker i et samspil mellem planter, vand og tørv, som er nært forbundne og helt afhængige af hinanden. Mange plantearter kan danne tørv, og det er plantesamfundet, der er afgørende for hvilken type tørv, der dannes, og hvordan de hydrauliske egenskaber bliver. Hydrologien og hydro-kemien bestemmer hvilke planter, der vil vokse, om tørv oplagres og hvor nedbrudt tørven bliver. Lavmosetørv dannes af træer, buske, siv, græsser, star og andre halvgræsser m.v. Højmosetørv er primært dannet af tørvemosser (*Sphagnum spp.*). Forskellige tørvetyper har forskellige egenskaber. Tørvestrukturen og relieffet afgør, hvordan vand vil bevæge sig og fluktuere (Frenzel, 1983). Naturlig højmosetørv har en enestående evne til at binde vand og indeholder op til omkring 98 % vand.

Mosedannelse og dermed højmosedannelse kan grundlæggende ske på to måder: Dels gradvis opfyldning og overbevoksning af søer (terrestrialisering/landdannelse), dels ved forsumpning af tidligere mere tørre områder (paludificering/forsumpning). Lille Vildmose er et eksempel på førstnævnte terrestrialisering, hvor en afsnøret kystlagune gradvist "overgroes", mens Store Vildmose er et eksempel på forsumpningsmosen. Her følger en mere grundig beskrivelse af de to former for mosedannelse.

5.2.1 Terrestrialiserende moser

I terrestrialiserende moser (tilgroningsmoser jf. "Hydrosereteorien", Walker, 1970.) etablerer vandplanter og bredvegetation sig i en vandfyldt lavning eller sø. Organisk materiale fra planter og vandets øvrige organismer vil sammen med tilført uorganisk materialet akkumuleres. Søbunden hæves gradvis til vandoverfladen, hvorved moseplanterne kan få fodfæste. Ufuldstændig omsætning af plantebiomassen vil medvirke til videre tørvedannelse og yderligere hævnning af jordoverfladen. Den hastighed, hvormed terrestrialiseringen sker, og hvilke plantearter, der deltager på de forskellige successionsstadier, afhænger bl.a. af de klimatiske, geologiske og

historiske (kulturelle) forhold, søens og områdets topgrafi og næringsstatus, det aktuelle plantegeografiske område samt søens areal (Frenzel, 1983; Bakker et al. 1997). Videreudvikling mod højmoser kræver rigelig nedbør (tørvemosserne må ikke udtørre), tilstrækkeligt areal (for at kunne hæve sig tilstrækkeligt over grundvandsspejlet (Gore, 1983; Walker, 1970)), næringsfattige forhold (for at forhindre høje, konkurrencestærke arter i at overtage) og ikke for varmt klima (nedbrydnings-hastigheden øges). I Danmark vil primært næringsfattige kær af hængesæktypen udvikles mod højmoser. De resterende går mod skov (Vinther, 1983).



Figur 5-2 Illustration af højmosens zoner og af den lagdeling, der opstår, når den som Lille Vildmose er dannet ved tilgroning af en sø eller brakvandslagune. Kilde: <http://naturstyrelsen.dk/85565>

5.2.2 Forsumpningsmoser/paludificering

I Forsumpningsmoser forløber processen modsat terrestrialisering fra tørt mod vådt. Paludificering opstår f.eks., hvor flade bassiner eller ådale/floddale har vandimpermeabelt sediment, der ofte oversvømmes eller er permanent vanddækket af stillestående eller langsomtflydende vand. Forsumpningen kan også ske i forbindelse med en generel stigning i grundvandsstanden og/eller vandmætningsgraden. En sådan forsumpning kan være klimaskabt (større nedbør, lavere fordampning), eller være et resultat af en landsænkning, en kildes fremskyden eller af bæveres aktivitet. Når forsumpningen er indledt, vil den hidtidige vegetation af meso- eller xerofyter (tørbundsplanter) forsvinde til fordel for mose- og sumpplanter. Tørvedannelsen igangsættes, og den tidligere vegetation overvokses efterhånden helt af mosevegetation. Hvorvidt den videre udvikling af mosen går i retning af ombrotrofe, *Sphagnum*-dækkede høj-/tæppemoser eller direkte mod klimaksskov er, som ved terrestrialisering, afhængig af klima, næringsstatus, geomorfologi mm.

(Frenzel, 1983). En moses areal og højde kan ved paludificering/forsumpning til stadighed udvides, og de centrale dele af mosen vil derfor ofte være ældre og have et tykkere tørvelag end de marginale dele (Foster & Fritz, 1987). Store Vildmose er netop et eksempel på en forsumpningsmose. *Her var tørt land, der var dyrket helt op i jernalderen, men fra ca. 1500 f.kr. begyndte en mosedannelse på det flade terræn. Baggrunden for mosedannelsen var klimaforandringer, og bønderne blev fortrængt fra området. På daværende tidspunkt var de sydlige dele af mosen dækket af en skov, bestående af birk, el og eg. Klimaforandring til et mere regnfuldt vejr bevirkede en udvaskning af jordens næringsstoffer og begyndende forsumpning, med begyndende skovdød til følge. Forsumpningen fortsatte ret hurtigt i sydlig, vestlig og østlig retning mens der mod nord var store flade arealer, der gradvist omdannedes til mose. Imod slutningen af yngre bronzealder (1100-500 f.kr.) blev Store Vildmose til en højmose, hvor der på sump- og skovtørv aflejres en mørk og omsat højmosetørv i den sydlige og centrale del af det nuværende højmoseområde. Lignende klimaændringer indtraf ca. 400-1200 e.Kr. og forsumpning og tørvedannelse er formodentlig fortsat op gennem middelalderen. Mosen voksede med tiden til en stor sammenhængende højmose på ca. 50 km². På grund af tørvegravning, dræning og opdyrkning af randområderne er det dog ikke lykkedes at belyse mosens totale udbredelse efter 800-900 e.Kr. (efter Aaby, 1990).*



Figur 5-3 Den centrale del af projektområdet set mod syd. (COWI, 2019).

6 Metoder til genopretning af højmoser

Dette og de følgende kapitler beskriver metoder til at retablere de tidligere afvandede, tørvegravede og nu stedvist tilgroede moseflader ved en ny forsumpning, fremkaldt ved at hæve vandstanden til omkring det topografiske overfladeniveau.

6.1 Analyse

Afvandingen af højmoseområderne i Sandels Mose, består af en række grøfter og tørvegrave, der ligger lavere end den intakte tørveflade. Langs områdets østside er afvandingen hovedsageligt foresaget af to parallelle grøfter, der løber langs hele projektområdets østside. Derudover sker der langs randen af de tilbageværende arealer med højmose og intakt tørveflade, en afvanding til de afgravede tørveindvindingsområder, der flere steder ligger mere end en meter under højmosefladerne.

Afvandingen udtørre højmosetørven, helt ned i acrotelmen, som iltes, rådner og synker sammen. Ved stejle kanter sker der muligvis også en udskridning. Mineraliseringen er selvforstærkende, da der opstår revner, der har samme effekt som drænrør, i tørvelaget. Terrænet i mosen kommer til at hælde, hvorved mosen tørrer hurtigere ud og falder hurtigere sammen.

Som resultat af udtørringen vil de Sphagnum-mosser, der har skabt mosen, og som er betingelse for fortsat, aktiv tørvemose, på sigt forsvinde.

På grund af tørrere, mere iltrige forhold i Store Vildmose, og på bekostning af tørve mosserne, kan græsser som især blåtop og bølget bunke samt birketræer og nåletræer etablere sig og brede sig gradvist ind på mosefladen. Den naturlige højmosesevegetation kan ikke klare sig i konkurrencen og bliver skygget væk.

LIFE-projektet i Store Vildmose skal genskabe områder med højmosesevegetation og sikre den eksisterende højmose. Det forudsætter et passende vådt og næringsfattigt miljø, så Sphagnum-mosser igen kan brede sig i området og skabe den sure jordbund med aflejring af plantemateriale, som er grundlaget for dannelse af først fattigkær og med tiden, når tørvelaget mister kontakten til grundvandet, genskabelse af højmose).

Det foreliggende projekt kan med fordel omfatte lukning af de grøfter, der leder afstrømningen fra højmosen ud til de omgivende grøfter og vandløb; etablering af større dæmninger med indbyggede, vandtætte membraner. Hertil kommer rydning af vedplanter.

6.2 Specifikke betragtninger

Store dele af Sandels Mose er blevet afvandet ved grøftning og der er gravet tørv i store dele af området. Store dele af de tilbageværende højmoseflader er under tilgroning som resultat af det sænkede vandspejl rundt om mosen. Det bevirker, at det kun er dele af de ellers intakte tørveflader, der er kortlagt som højmose, mens

de mest tilgroede ikke er henført til en habitatnaturtype, men blot kortlagt som § 3-beskyttet mose.

De resterende højmoser har store biologiske værdier. I de øvrige påvirkede dele af mosen med både skovbevokset tørvemose og nedbrudt højmose er der også pletvis væsentlige forekomster af værdifuld flora og fauna. Det biologiske *potentiale* i området er imidlertid langt større, og det er baggrunden for LIFE-projektet: Mulighederne for at sikre og genoprette aktiv højmose, EU's stærkest beskyttede naturtype.

Genopretning af aktiv højmose på de nedbrudte, afvandede, tilgroede og stedvist tidligere tørvegravede arealer, er en langvarig proces. Det vil tage årtier. Habitatdirektivet definerer en tidshorisont på 30 år til at få nedbrudt højmose gjort tørvedannende og dermed aktiv. Arealer med nedbrudt højmose, som efter 30 år forventes at have en tørvedannende vegetation, må således kunne kaldes Aktiv højmose *7110.

Det er en grundlæggende forudsætning for succesfuld genopretning af aktiv højmose, at vandstanden kan hæves og stabiliseres med næringsfattigt vand. Kun herved kan akrotelmen (det tørvedannende vegetationslag) genetableres.

På påvirkede (nedbrudte) tørvemoser er tørven ofte stadig fugtig som følge af kapillærkraftens evne til at holde og "løfte" vand fra det underliggende vandspejl til overfladen. Hvis det bliver meget tørt om sommeren, vil den kapillære vandforsyning imidlertid ikke kunne kompensere for det store tab, der sker med fordampningen, og overfladen tørrer ud. Den smule vand, der er tilbage, bindes så kraftigt til tørvepartiklerne, at tørvemoserne, der er karakteristiske for højmosen, ikke har adgang til det. Dette sug kaldes vand-spænding. Da tørvemoser ikke har rødder eller tilpasninger til at klare store vandspændinger, og mangler tilpasninger til at leve under lange tørkeperioder, kan de ikke overleve under disse forhold. Dette er kritisk, da rækken af Sphagnum-arter er essentiel for dannelse og opretholdelse af højmose.

Nedbørsoverskud og næringsfattige forhold er i alle tilfælde en forudsætning for succesfuld genopretning af højmose.



Figur 6-1 Tidligere tørvegravningsareal i Store Vildmose uden aktiv vandstandshævning. På de tørreste dele sker der ingen mosedannelse, da sommeren byder på meget tørre, varme vækstbetingelser. Her vil med tiden dannes hede/skov og ikke høj-mose. Hensigtsmæssig mosegenopretning kræver, at tørven gøres våd året rundt. I baggrunden ses vådere arealer med mosegenopretning og dominans af tuekæruld hhv. tagrør.

Den optimale sikring af, at successionen går imod højmose, opnås ved at få etableret et tæt *Sphagnum*-dække på de størst mulige arealer. I den vestlige del af mosen, hvor højmosen er nedbrudt/tilgroet/næringsberiget, vil det i udgangspunktet være nødvendigt atter at gennemløbe en række kær-/mosestadier afhængig af forekomster, mængder og typer af vand, tørv, næringsstoffer og planter. Den oprindelige udvikling til højmose i Store Vildmose skete også igennem en succession via næringsfattige kær og ekstremfattigkær, før den regnvandsbetingede (ombrogene) højmosetilstand, uden forbindelse til grundvandet, blev opnået.

Næringsindholdet og dermed -tilgængeligheden er forskellig på højmosetørv og lavmosetørv, hvilket har betydning for muligheden eller især hastigheden af højmosegenopretning. Genopretning til aktiv højmose fra eksisterende lag af lys højmosetørv forventes således at være hurtigere, end genopretning fra den mørke skov- eller kærtørv. Det skyldes, at den lyse tørv har en mere løs struktur, og dermed større porevolumen og vandlagringskapacitet. Tørvelaget sikrer, at kapillærkraften og vandtilbageholdelsesevnen er meget høj, samt at der hersker relativt næringsfattige og oftest sure forhold.

Som tidligere nævnt kan der også ske succession på/fra permanent vanddækkede arealer i form af terrestrialisering/ landdannelse enten via dannelse af hængesæk eller undervandstørv. Ved en permanent vandstand over 0,5 m, på større åbne vandflader, vil det dog være meget svært at få etableret vegetation. Mange højere planter har svært ved at etablere sig på dybere vand, men arter med

aerenkymvæv, dvs. luftvæv, der sikrer forsyning af ilt til rødderne, kan etableres og klare sig. Arter af tørvemosser (især *Sphagnum cuspidatum*) kan etableres og udvikles, mens der stadig er permanent vanddækkede forhold. Ved permanent mere næringsrige forhold og mere svingende vandstand, vil der i stedet udvikles pilekrat, blåtop-eng og birkemose. Det er netop det, som ses langs vestsiden af mosen.

Der findes en lang række metoder for løbende rydning, græsning, podning med tørvemosser mm. i mosegenopretningsfasen. Disse metoder er ikke eller kun kortfattet beskrevet i denne tekniske forundersøgelse, da efterfølgende pleje ikke er en del af kravet til beskrivelse af den potentielle genopretningsindsats.

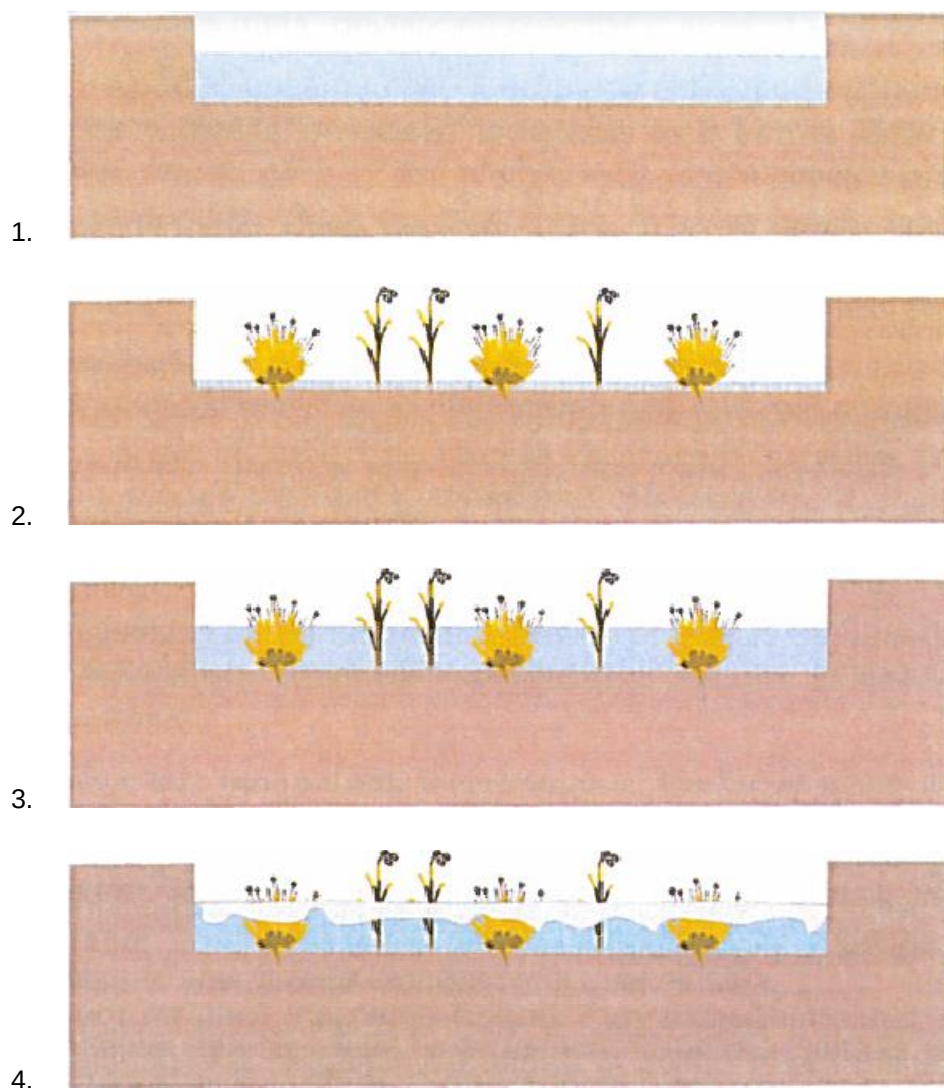
6.3 Metoder til retablering af naturlig vandstand

Årsagen til, at Store Vildmose samt de fleste andre tilbageværende højmoser i Danmark har ugunstig bevaringstilstand, er først og fremmest, at vandstanden er blevet sænket ved etablering af grøfter og dræn. Afvandingen betyder, at tørven ilttes, omsætningshastigheden øges, og tilgængeligheden af næringsstoffer øges. Dette muliggør, at næringskrævende urter og vedplanter kan etablere sig, og arealet gror til. Genetablering af naturlig vandstand kræver derfor, at dræn og grøfter inaktiveres. Det kan ske ved, at grøfterne blokeres med naturligt forekommende materiale i form af sphagnumtørv, mere omsat tørvejord, fældede vedplanter og lignende. Der skal tages højde for, at materialet sætter sig og ofte kan presses sammen ved dyrelivets brug af dæmningerne. Det kan også ske ved isætning af plader af træ, plast, krydsfiner eller jernspuns. Herved etableres en egentlig dæmning. I hovedgrøfter kan der med fordel etableres et regulerbart overløbsspjæld, som sikrer, at man kan styre vandstanden i løbet af året. Tørvelaget vil svulme ved vandstandshævning, og en væsentlig del af vandtilbageholdelses-kapaciteten kan genvindes på relativt kort sigt.



Figur 6-2 Billede af et tæt dække af tørvemosser, primært *Sphagnum cuspidatum*, mellem smalbladet kæruld og sporadiske lyse-siv på arealer, hvor vandstanden er hævet ifm. mosegenopretning. Vegetationen har på dette areal i Fuglsø Mose etableret sig i løbet af ca. 10 år uden anden "hjælp" end en trinvis hævnning af vandstanden. I de våde dele af året står tørvemosserne i vand.

Vandstandshævningen kan ske i etaper. Ved at hæve vandstanden i flere omgange, kan man sikre, at der i første omgang etableres et åbent dække af højere planter, f.eks. smalbladet kæruld eller tuekæruld. Ved en yderligere hævnings i fase 2 er der således skabt en vegetation, som dels forhindrer store åbne vandflader, dels bryder evt. bølgeskulp på åbent, lavt vand, og dels virker til fastholdelse af de nyetablerede tørvemosser. Denne metode er tidligere med fordel benyttet på nyetablerede moseflader, og det er også den metode, som foreslås, i "Guidelines for wetland restoration of peat cutting areas" (Blankenburg/Tonnies, 2004). I nærværende projekt er der vegetation med bl.a. tue-kæruld på de arealer, hvor vands- tandshævning kan være relevant. Derfor kan der springes direkte til fase 3 på Figur 6-3



Figur 6-3 Principskitse af stadierne i vandstandshævning og rekolonisering af mosevegetation på bare tørvearealer. 1) Vandstanden hæves op til/over overfladeniveau på de bare, sorte tørvearealer for at sikre vandmætning. Dette stadium kan udelades. 2) Vandstanden sænkes for at højere, lægivende urter som tue- og smalbladet kæruld kan etablere sig. 3) Vandstanden hæves, når et vist "ledsager"-plantedække er etableret. 4) Ledsagerplanterne reducerer uroen på vandfladen og virker som anker for tørvemosserne, som nu kan danne "tæpper" i hele området. (Blankenburg/Tonnies, 2004).

Optimale højmosegenopretningsvilkår vil sandsynligvis findes i det tilfælde, hvor man har tørvelag i stort set ensartet kote. Herved kan der etableres én stabil vandstand, uden risiko for at højereliggende dele gror til i vedplanter, eller at lavtliggende dele bliver til en sø. I projektområdet betyder niveauforskelle i delområder langs hele vestsiden, samt det store areal, at det ikke er muligt at etablere én ensartet kote, men at det formentlig vil være muligt at lave mange, mindre områder med vandstandshævninger til "nogenlunde" ensartet niveau.

De forskelle på overfladekoten og udgangspunktet, som der vil være i de fleste genoprettede områder, vil betyde, at genopretningen måske ikke overalt går mod højmose i maksimal hastighed. Men forskellene betyder øget forskellighed mht. successionsstadier, levesteder og dermed øget biodiversitet i de indledende årtier, uden at det betyder, at mulighederne for at opnå højmose på sigt forsvinder. Således fremstår eksempelvis Lille Vildmose i genoprettede områder med arealer som varierer mellem fugtige heder, tørre balker, brunvandede søer, tagrørsumpe og "optimale" områder, hvor tørvemosserne hurtigere er indvandret og dækker området. Søerne i de vandfyldte gravebaner i Lille Vildmose skyldes tidligere gravning af tørveklyner, som det også er sket langs vestkanten af Store Vildmose.

Der kan midlertidigt blive dannet lavvandede søer i de mest lavtliggende dele langs kanten af mosens vestside. Næringsfattige brunvandede søer i området vil i et naturmæssigt perspektiv bidrage til heterogenitet og dermed også til en øget biodiversitet. På længere sigt vil også søerne ved successionens magt blive en del af en højmose, som det er beskrevet i afsnittet om "terrestrialisering" (kapt. 5.2).



Figur 6-4 *Parti fra en genoprettet mose øst for projektområdet. Området er vådt men ikke vanddækket, og med tæt på 100 % dækning af tørvemosser. På de tørreste dele kan ses opvækst af birketræer.*

Indledningsvist bør vandstanden på flader med ensartet optimalt set etableres i gennemsnit 0-10 cm over terræn, men med mulighed for at etablere forskellig

vandstandskote, i forskellige delområder som en form for terrassering. Sphagnum gror, afhængigt af den enkelte art, optimalt ved en vandstand ca. 2 cm under hovedet (capitulum) (Krebs og Wichtmann, 2013). Væksten er langsommere under vand, hvor CO₂ tilgængeligheden er lavere. *Sphagnum cuspidatum* kan dog hurtigt etablere sig i lavvandede, brunvandede søer og danne grundlag for successionen mod højmose.

6.3.1 Dæmninger med membraner

Nedgravede plast eller benthonitmembraner kan bremse vandrette strømninger. Membranernes effektivitet afhænger af jordlagenes ledningsevne. Lodrette membraner er mest effektive, hvis de "får fat i" et lag af tæt materiale som silt, gytje eller ler, så der på den måde lukkes "helt" for den vandrette strømning.

Ofte er der dog langt ned til tætte lag, så det ikke alle steder er praktisk muligt at "lukke vandet inde". Membraner vil dog stadig have en virkning i en sådan situation. Hvis der f.eks. er et 4 m tykt lag med moderat permeabilitet, vil en 2 m høj membran betyde, at vandet kun kan passere dæmningen gennem et tværsnit, der er halvt så stort som før, og det vil bremse udsivningen.

Membraner kan enten lægges fra en gravekasse med en lodret rulle af membran som trækkes i en 1 m bred grøft efter en traktor eller fra en kædegraver, der ombygges til formålet. Kædegraveren graver kun en 25 cm bred rende.



Figur 6-5 Dæmning med plastmembran etableret i 2019 mellem højmossefladen i Aaby Mose og landbrugsarealerne. (COWI, 2019).



Figur 6-6 Billede fra etablering af plastmembranen i kanten af højmosen ved Aaby Mose. (COWI, 2019).

6.4 Metoder til rydning og evt. efterbehandling

Naturlige, aktive højmoser i gunstig bevaringstilstand har i Danmark ingen vedplan-tevegetation på højmosefladen i modsætning til de mere træbevoksende højmoser i Baltikum og Centraleuropa. Tilgroning med vedplanter (særlig arter af birk, pil, gran, fyr og bævreasp) er således en klar indikation for dårlig tilstand i form af næringsstofftilførsel og/eller unaturlig hydrologi. Tilgroningen fremskyndes således af afvanding af moser (som igen medvirker til en øget omsætning af tørven og frigivelse af næringsstoffer) og af direkte, unaturlig næringsstofftilførsel gennem overfladevand eller atmosfærisk deposition. Tilgroningen bevirker en yderligere øget udtørring i form af øget fordampning, iltning af rodzonen (tørven) samt en bortskygning af den naturlige, lysåbne højmosevegetation. Tilgroningen fremmer ligeledes næringsstoffafsætningen på mosen som følge af terrænets øgede ruhed og i form af træernes evne til at opfange næringsstoffer fra atmosfæren.

I dag har alle tilbageværende højmoser i Danmark været udsat for afvandingsforsøg og deraf følgende tilgroning. Selv på den suverænt største højmoseflade i Danmark, Tofte Mose, har birken bredt sig flere hundrede meter ind fra de mest forstyrrede kanter. Birken er således en indikator for dårlig bevaringstilstand. Samtidig optræder Sitka-gran og Bjerg-fyr som invasive arter, der med deres store fordampning er i stand til at skabe en lokal vandstandssænkning i tørven, der muligvis gør en fortsat vækst frem til frøsætning og spredning.

For at genoprette mosen vil den eksisterende opvækst på den eksisterende eller kommende højmoseflade derfor ofte med fordel ryddes, men kun hvor der kan

undgå ødelæggelse af tørvestrukturen pga. køreskader. Vedplanter i den lavere-liggende, perifere, kommende laggzone kan efterlades urørt. Det kræver imidlertid opmærksomhed på betydningen af de nærtstående frøkilder, som kan kræve en øget indsats i genetableringsfasen.

Invasive nåletræer som Sitka-gran og Bjerg-fyr bør fjernes helt ved fældning eller oprykning i god tid, inden de når at sætte kogler/frø. Løvtræer kan ligeledes fjernes fjernet ved fældning, men specielt Dun-birk volder store problemer pga. rod-skud og stødskud. I værste fald kan en uhensigtsmæssig fældning af birk føre til øget beskygning pga. det store antal rodskud, som følger heraf.

I nedbrudte højmoser findes oftest højereliggende, tørre, rimme-lignende strukturer, som kaldes balker. Disse er dannet ved tørvegravning, hvor tørvemateriale er efterladt under tidligere veje og spor. Tørvebalkerne findes således ofte som volde mellem afgravede arealer med mose, vandhul og hængesæk. Det er sådanne strukturer, der findes på vestsiden af mosen. På disse balker vil tilgroningen med vedplanter (især birk) ofte være særligt udpræget. Rydning og vandstandshævning vil ikke kunne gøre disse balker tilstrækkeligt våde til at hæmme voldsom gen-vækst af birketræer og sikre udvikling mod tørvemose. Det kan således overvejes at lave en udjævning af arealerne ved, at man skubber stød og den tørre tørvejord fra balkerne ned i de nærliggende søer. Denne praksis er med fordel anvendt ved højmosegenopretning i Holland og Tyskland. Balkerne har dog også positiv effekt ved at bryde de store åbne flader, så der ikke er risiko for bølger ved højere vand-stand.

Stort set alle højmosegenopretningsprojekter indeholder et indledende element af fjernelse af vedplanter.

Samlet set er erfaringen fra tidligere projekter, at det er af begrænset værdi at fælde Dun-birk uden en samtidig, eller hurtigt opfølgende vandstandshævning til omkring terrænniveau – eller evt. over stødene. Effekten er størst ved fældning i det tidlige forår inden løvspring. Fældningen bør på eksisterende højmose ske manuelt for at undgå at beskadige moseoverfladen, idet spiringen af birk øges på op-trådte eller opkørte arealer.

De fældede træer bør ikke i alle tilfælde fjernes fra mosen, idet bortkørsel eller ud-trækning kan skabe store skader på sårbare moseoverflader og dermed yderligere øger spiring og vækst af birk. Store stammer og grene kan evt. opskæres i mindre stykker, men ellers efterlades træet på mosefladen, hvor det meget langsomt ned-brydes og efterhånden bliver indbygget i tørv. På en intakt højmoses flade synker træet ligefrem ned i tørv. Hvor det er muligt, er det glimrende at vælte stammer ud i grøfter og tørvegrave, idet grenene her vil kunne fungere som substrat for vækst af *Sphagnum*.

På arealer med tæt dække af blåtop, som det ses pletvist i projektområdets vest-lige del, kan det være hensigtsmæssigt med en overfladebehandling eller tørveaf-skrælning for at fjerne det tætte førnelag, som blåtopterne danner. Det giver imid-lertid alene positive resultater, hvis det opfølges af en tilstrækkelig vandstands-hævning og stabil vandstand.

Generelt kan der udledes følgende anbefalinger om rydning og genrydning:

Førstegangstrydning af birk: Rydning af birk giver størst effekt, såfremt vandstanden forinden eller umiddelbart efter rydningen hæves til et niveau, der er optimalt i forhold til at fremme genvækst af *Sphagnum* og samtidigt hæmme genvækst af birk. Det vil sige et så konstant vandstands niveau som muligt, og som optimalt set skal være omkring eller lige over overfladeniveau hovedparten af året. Herved hæmmes også indvandring af blåtop. Såfremt vandstanden på et areal ikke kan hæves tilstrækkeligt, bør man overveje nøje at udelade rydning af arealet. Rydning i sådanne tilfælde vil kræve stor og årligt tilbagevendende plejeindsats uden udsigt til, at der kan gendannes aktiv højmoser. Sådanne arealer bør derfor enten overlades til fri succession, eller man kan overveje at afskrælle de øverste tørvelag til en dybde, som svarer til det vandstands niveau, der er realistisk muligt at opnå på arealet.

På arealer, hvor der kan genskabes optimal eller tilnærmelsesvis optimal hydrologi, er der følgende anbefalinger for birk:

- 1 Hvor vandstanden kan hæves således, at den er konstant omkring eller over overfladeniveau, kan man undlade at rydde birk, idet de i løbet af en kort år-række (2-5 år) vil dø som følge af de iltfrie forhold i den vandmættede tørv. Hermed undgår man genvækstproblematikken fra rods kud, men til gengæld vil biomassen og den dertil bundne næringspulje blive fastholdt på arealet. (Stenild et al, 2011). Sidstnævnte vurderes dog ikke at være kritisk i forhold til at genskabe højmoser på arealet, idet vedmassen har begrænset næringsindhold og gradvist vil blive indarbejdet i tørvemassen. Denne praksis kendes fra højmosegenopretning i fx Finland og er i de seneste år anvendt bl.a. i Ll. Vildmoser. Der kan dog være behov for rydning af især de yngre birk, som bedre klarer de vandmættede forhold end de ældre træer.
- 2 For yngre birketræer på arealer, som ikke vil være konstant vanddækkede, vil det normalt være nødvendigt med en førstegangstrydning. Der er afprøvet forskellige metoder til dette, hvoraf følgende anbefales, eventuelt i kombination:
 - a. Manuel rydning vha. krattrydder eller motorsav: anbefales på de mest følsomme arealer, fx intakte højmoser eller værdifulde nedbrudte højmoser, hvor der stadig er udbredt højmoservegetation. Dette er fx gennemført i Åby Mose samt Portlandmosen i Lille Vildmoser. Krattrydder kan benyttes til de helt små birk, mens motorsav benyttes til opvækst af større dimensioner. Erfaringer fra Portlandmosen og St. Økssø Mose viser, at høj stødsætning, hvor birke fældes i brysthøjde ikke reducerer genvæksten nævneværdigt. Det anbefales derfor som udgangspunkt, at afskæringen sker så lavt som muligt og gerne i eller umiddelbart under overfladen, idet det har vist sig at minimere genvæksten mest muligt. Manuel rydning kan også foretages på arealer, der er så utilgængelige enten som følge af terrænforhold eller fordi det er for vådt til maskiner.
 - b. Rydning med rydningsmaskiner. Der er i forbindelse med LIFE-projektet "Restaurering af højmoser i Danmark med nye metoder" foretaget vurderinger af hvilke maskiner, der er bedst egnede til rydning af opvækst på

højmoserealer (Theilby 2008). Heraf fremgår, at der er flere mulige alternativer afhængigt af terrænets bæreevne/følsomhed overfor marktryk og økonomi. Der kan fx anvendes traditionelle rydningsmaskiner eller mere skånsomt en gravemaskine med lang arm med fældehoved, der arbejder på køreplader, og på mere følsomme arealer kan fx overvejes terrængående flishuggere monteret på bæltmaskiner med lavt marktryk.

Generelt om førstegangstrydningerne gælder, at biomassen enten kan fjernes fra arealet, eller det kan blive i området enten umiddelbart på overfladen, hvor det er fældet eller i nærliggende vandfyldte grøfter eller tørvegrave, hvor vedmassen ofte med fordel kan fungere som værdifuldt substrat for *Sphagnum*-vækst og som bølgebrydere. Herved fremmes muligheden for genvækst af *Sphagnum* ofte markant.

Rydning i forbindelse med hård frost kan være optimalt af hensyn til at minimere ødelæggelsen fra kørsel. Rydning i forår/tidlig sommer har imidlertid en større hæmmende effekt på vedplanterne.

Efterbehandling af de ryddede arealer ved brug af grenknuser, slagleklipper og spadeharve har kun positiv varig effekt, hvis det følges op med en vandstandshævning til stabilt niveau i terrænhøjde. Ellers sker atter en tilgroning med blåtop og/eller vedplanter.

Genrydning af birk:

I LIFE-projektet "Restaurering af højmoser i Danmark med nye metoder" er der gjort værdifulde erfaringer med genrydning af birk. Hovedanbefalingen er, at genvæksten skal bekæmpes intensivt i årene umiddelbart efter førstegangstrydningen for derved at svække træerne mest muligt, samt at opvækst skal skæres helt nede ved basis på tørre stød:

- › Genvæksten ryddes med motorsav, buskrydder eller mest optimalt med en let langskaffet økse. Genvæksten afhugges så lavt som muligt og gerne i eller lige under overfladeniveau. Økse er f.eks. anvendt i St. Økssø Mose (Søren Kjær, Pers.com)
- › Genvæksten skal bekæmpes intensivt fra året umiddelbart efter førstegangstrydningen med to (til tre) genrydninger de to efterfølgende år i maj-juni og igen ultimo juli. Resultater fra St. Økssø viser ved denne metode en reduceret genvækst på to år på op mod 90 % af birketræerne. Efter hver behandling døde ca 2/3 af planterne. (Søren Kjær, Pers.com)
- › Rydning af frøplanter foretages på principiel samme måde som for genvæksten, dvs. intensivt med fx to nedskæringer årligt i op til to år i træk.

Alt andet lige er det lettere at få bugt med opvæksten, jo ældre træerne er. Den ovenfor beskrevne metode til håndtering af genvækst er derfor tilsyneladende meget effektiv, hvad angår større birk. For de mindre birketræers vedkommende er genvæksten ofte sværere at komme til livs. I Portlandmosen er der derfor fra 2011 og frem foretaget et eksperiment med fældning af de yngre birk direkte på rødderne 10-30 cm under terrænniveau. Dette gøres manuelt ved hjælp af motorsav.

Resultatet viser, at denne metode muligvis minimerer indsatsen, uden at den kan sikre, at der kun er behov for én rydning, uden opfølgende genrydninger.

6.5 Rydning og genrydning af andre træarter

Generelt foretages førstegangsrydning af andre træarter som for birk. Nåletræer volder ikke store problemer sammenlignet med birk, idet genvækst er stærkt begrænset. Hvor det er muligt bør nåletræerne ryddes inden de begynder at producere kogler. Erfaringer med rydning af pil i forbindelse med højmosegenopretningsprojekter er sparsomme, bortset fra de nyligt overståede rydninger af Sølsted Mose. Det skyldes sandsynligvis, at højmosegenopretning indtil nu næsten udelukkende er forsøgt på rester af sur, nedbrudt højmose, hvor der ikke er direkte kontakt med mineraljorden, og hvor pil således ikke vokser. Pilebuskene voksede i Sølsted Mose meget vådt og i store perioder af året vanddækket i rodzonen. Rydning er alligevel sket ved etablering af en kilometerlang vej af køreplader, fældning og flisning på mosen, udkørsel og salg. Rydning kan optimalt set ske i tørre, kolde vintre med hård barfrost.

6.6 Podning med tørvemosser

I en række nyere genopretningsprojekter benyttes en indledningsvis udpodning af tørvemosser på bare tørveflader. Podning af *Sphagnum* kan foregå på to måder alt efter om podningen sker direkte på vandmættet, blottet tørv (tørpodning) eller direkte i vand (vådpodning).

6.6.1 Tørpodning

Tørpodning sker efter canadisk forbillede kort fortalt ved, at levende tørvemosser fra et eksisterende levested (donor-site) om foråret udspreddes på det klargjorte område og dækkes med halm. Halmdækningen holder dagtemperaturen lavere og fugtigheden højere, da den giver beskyttelse mod direkte solindstråling. Hermed reduceres vandspændingen, og *Sphagnum* sikres den vitale, konstante adgang til vand. I løbet af 3-5 år forventes halmen at være omsat, og et lukket *Sphagnum* lag ventes dannet.

I Danmark er der bl.a. foretaget forsøg med tørpodning af *Sphagnum*arter på blottet tørv i Lille Vildmose og ved St. Økssø (Risager 2005 og LIFE-højmosesprojektet). Resultaterne herfra er relativt lovende, idet både *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. rubellum* og *S. magellanicum* har etableret sig i større eller mindre udstrækning. En vigtig erfaring har været, at der skal være direkte kontakt mellem den blottede tørv og den udpoddede *Sphagnum*.

6.6.2 Vådpodning

Ved vådpodning hjælpes successionen hurtigere i gang ved at arter af *Sphagnum* udpodes direkte i vandet. Især *S. cuspidatum* og *S. fallax*, er velegnede til vådpodninger, fordi de er tilpasset til at vokse direkte i vand. På større vandflader og i f.eks. dybe, mørke tørvegrave bør udpodning ske sammen med udlægning af grene/stammer eller et flydelag af tørv i vandet, der kan fungere som bølgebryder

og fasthæftningssubstrat (Risager 2005; Tuittila et al. 2003). Dette kan suppleres med inddeling af vandfladen i mindre afdelinger ved hjælp af tørvedæmnninger. Herved sikres bedre vækstbetingelser, idet bølgebevægelser på større vandflader og manglende CO₂-produktion i tørvegravene ellers vil hæmme *Sphagnum*-væksten. Vådpodning er gennemført med succes i både St. Økssø Mose, LI. Vildmose og Frøslev Mose.



Figur 6-7. Højmosegenopretning i St. Økssø Mose. Tidligere afvandingskanal er tilstoppet vha. spunsvægge, og der er sket vådpodning med *Sphagnum cuspidatum*, som har igangsat begyndende hængesækdannelse. Området afgræsses af geder for at forhindre tilgroning med birk.

Tørvemosser til brug ved både tør- og vådpodning skal hentes på lokaliteter (donorlokalitet), hvor der er så rigelige mængder, at høsten ikke truer sammenhængen og bevaringsstatus på donorlokaliteten. Indsamlingen/høsten af tørvemosser kræver dispensation fra naturbeskyttelsesloven.

Podning med tørvemosser anvendes i stigende grad ved genopretning af vacuumhøstede arealer. På arealer med stor afstand til eksisterende tørvemoser og dermed vanskelige spredningsforhold, er podningsmetoden givetvis fordelagtig. På arealer nær eksisterende sphagnumdækkede moser, som i nærværende projekt, kan etablering af en hensigtsmæssig og stabil vandstand formentlig sikre, at indvandringen af tørvemosser sker helt af sig selv, dog muligvis et år eller to senere end hvis der sker podning. Vi vurderer derfor ikke, at tørvepodning er nødvendig.

7 Projektforslag

7.1 Overblik

I det følgende beskrives en række forslag til genopretning af naturen i området. Formålet med de foreslåede tiltag er at genskabe naturlige hydrologiske forhold i højmosen og at hæve vandstanden. Projektforslaget består af en række tiltag, der alle, i større eller mindre grad, vil kunne bidrage til en forbedring af de hydrologiske forhold i projektområdet. Tiltagene er beskrevet, så de mest virkningsfulde nævnes først uden hensyn til omkostningerne. Flere af tiltagene kan gennemføres uafhængigt af hinanden, men der er stor forskel på deres effekt og konsekvenser for naturen.



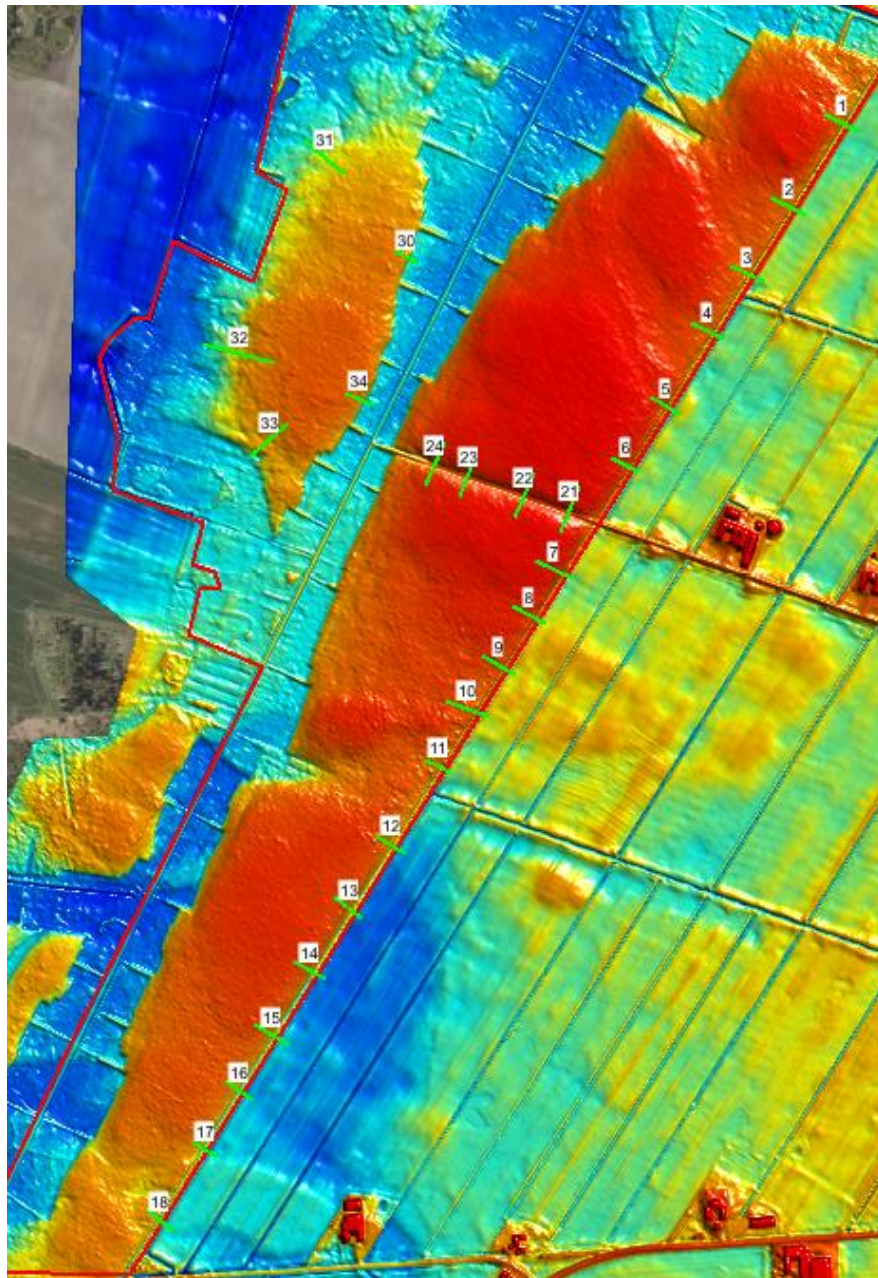
Figur 7-1

Oversigt over genopretningsforslag i projektområdet. Tallene refererer til beskrivelsen i teksten.

Bilag A og Bilag B viser tiltagene i større målestok. Det bedste overblik over tiltagene fås, hvis man ser på begge bilag. Bilag C viser desuden udbredelsen af vand i mosen ved den maksimale vandstand, dvs. ved vand til toppen af membranerne.

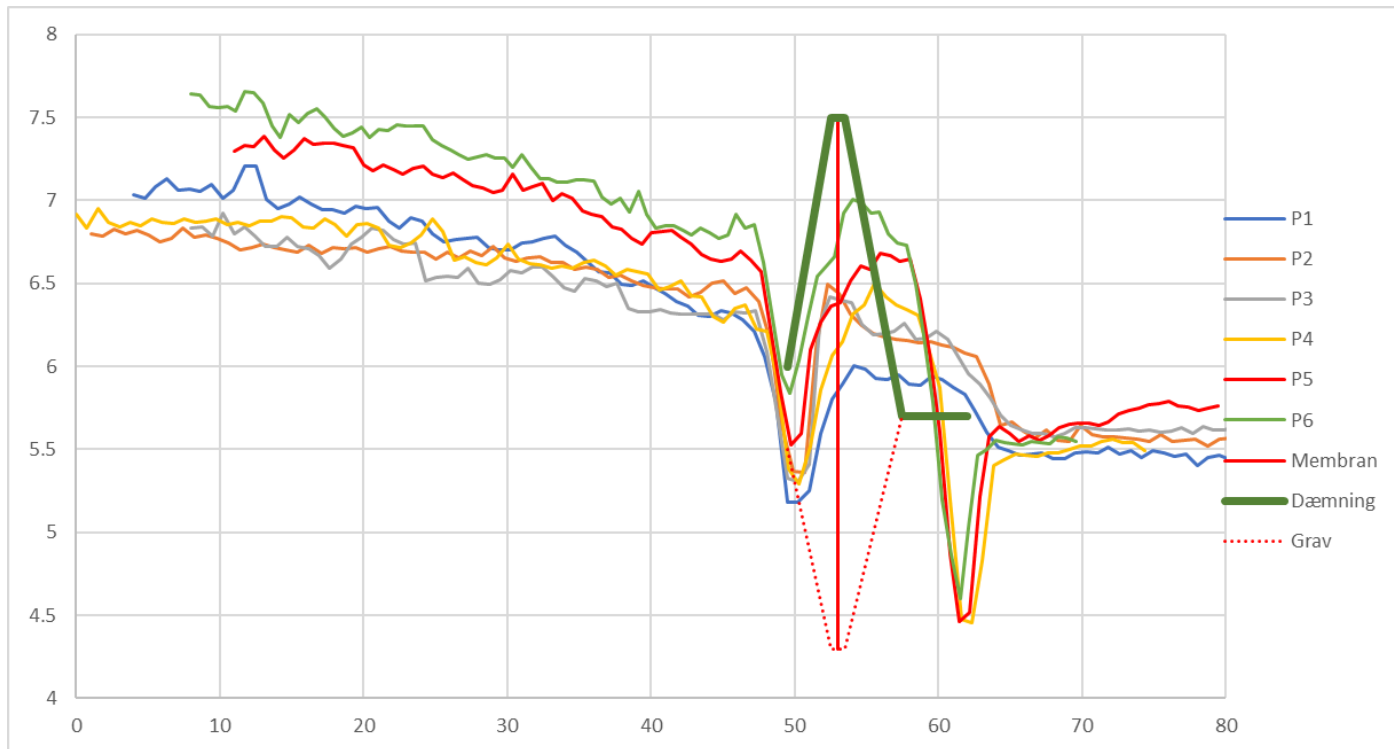
Bilagene viser den løsning, hvor Sandelsvej er lukket, og hvor der tillige laves dæmninger rundt om den vestlige højmoserest. Bilagene viser således den "maksimale" løsning og dermed koter på alle dæmninger.

Der er ikke grøfter i selve højmoserne i Delområde 1 og 2, som det er relevant at lukke.

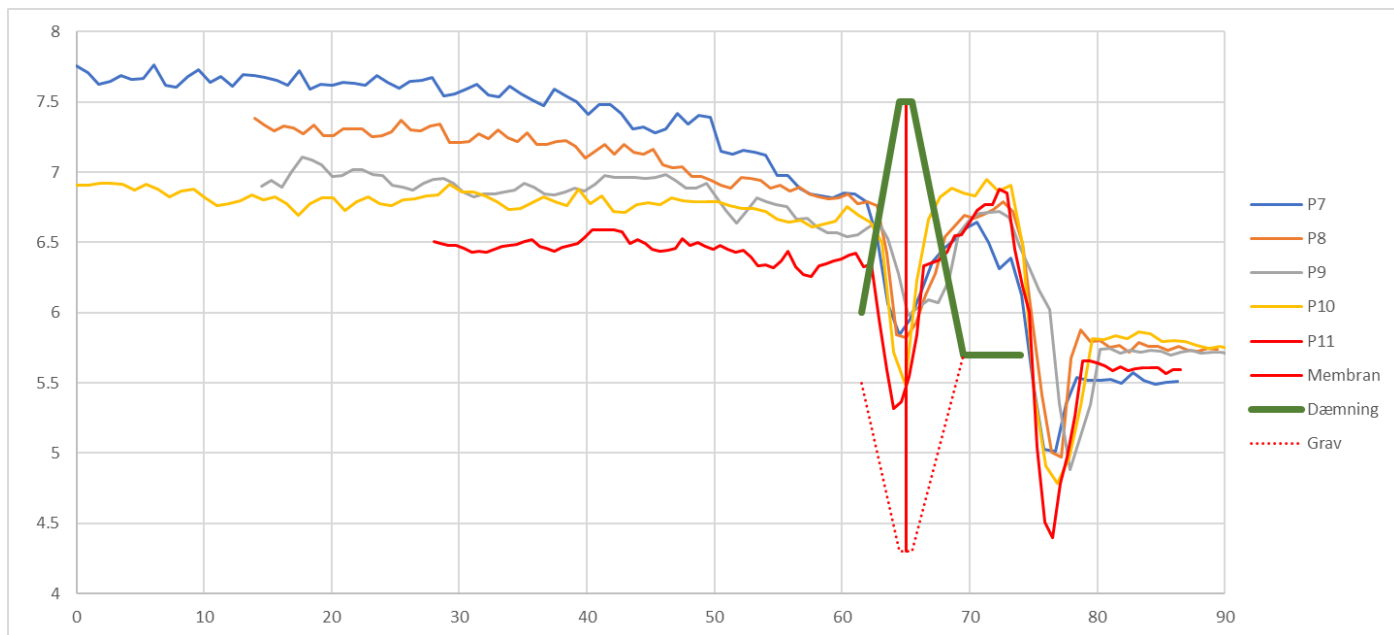


Figur 7-2 Højdemodel, som viser terrænforholdene i delområde 1 og 2, er beskrevet ved en række profiler, der er vist på figuren og omtales i det følgende.

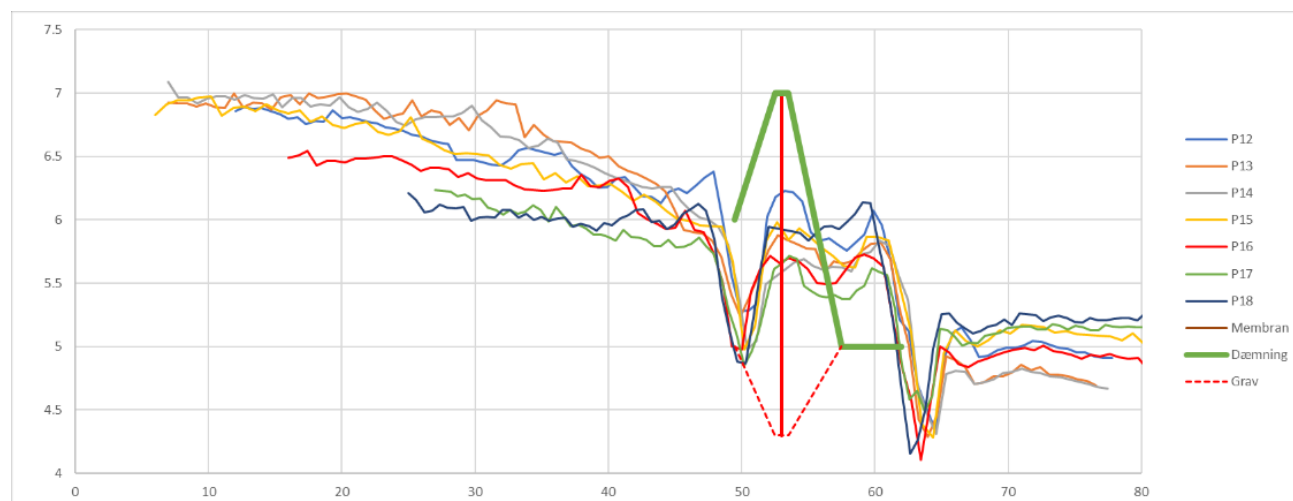
De fleste steder er kanten langs den østlige mose (delområde 1) stejl, som det fremgår af de snit, der er vist på Figur 7-3 til Figur 7-6. Vandstanden i mosens kan derfor kun hæves ved at lave dæmninger langs med mosens kant. Figurerne viser grove skitser af dæmninger (tiltag 1). Dæmningernes højde varierer, som beskrevet senere.



Figur 7-3 Terrænet ved den nordøstlige side af højmosen (delområde 1) med en grov skitse af en dæmning tiltag 1.

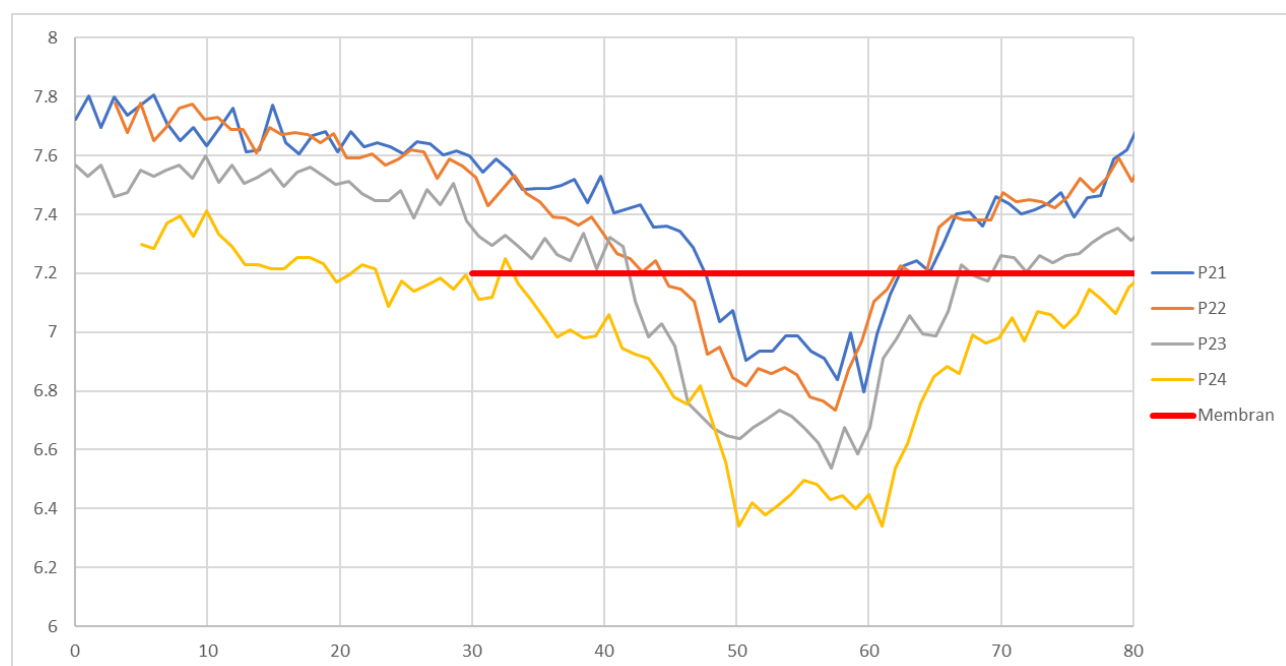


Figur 7-4 Skitseret dæmning ved den midterste del af højmosens (delområde 1) østlige kant.



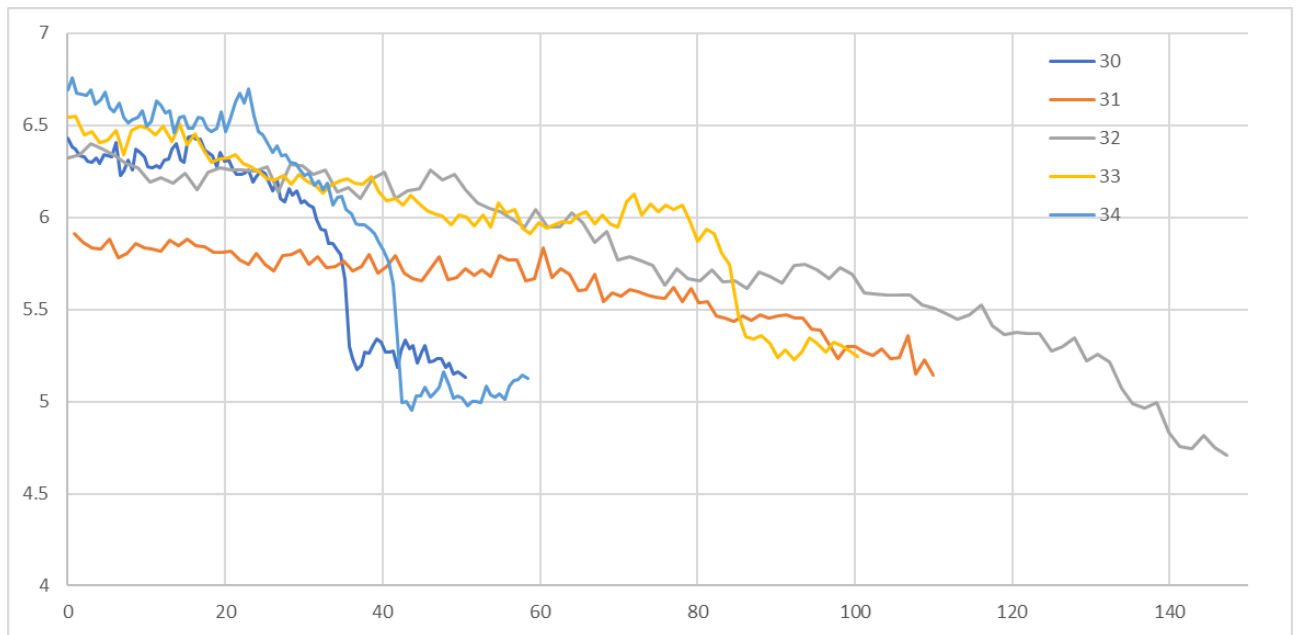
Figur 7-5 Profiler i den sydlige del af delområde 1 med skitseret dæmning

Sandelsvej går tværs igennem mosen, og dæmningen vil følge vejen (på begge sider) gennem mosen. Sandelsvej ligger ca. 1 m lavere end højmosen.



Figur 7-6 Nord-sydgående profiler i delområde 1 med skitse af mulig dæmning (del af tiltag 1) tværs over Sandelsvej med top i kote 7,20. Disse dæmninger forudsætter at vejen lukkes. Alternativt etableres dæmninger langs vejen i samme kote. Dette alternativ er ikke vist på figur 7.1.

Den tilgroede vestlige højmos, delområde 2, har ligeledes en stejl kant på østsiden, men er flad på vestsiden.



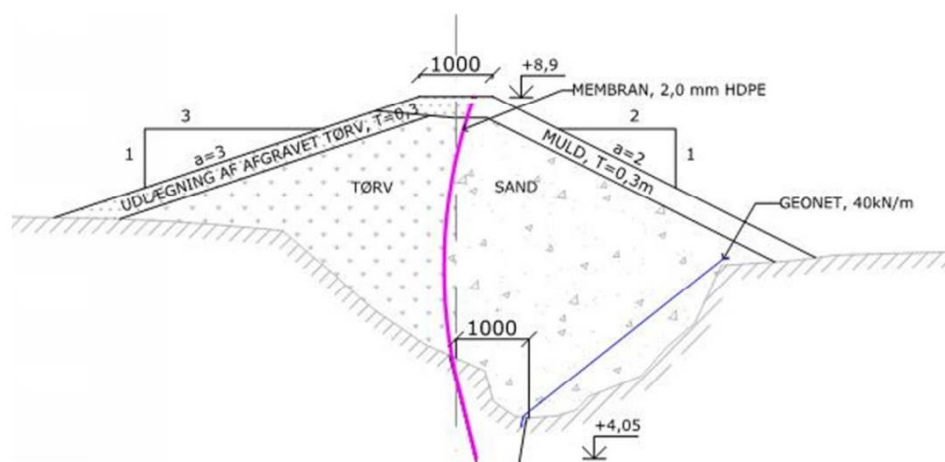
Figur 7-7 Profiler ved delområde 2, den vestlige højmosen. Den har en stejl østside, men er ret flad på vestsiden

Sandels Mose gennemskæres af to veje, Dalgasvej og Sandelsvej. Det ville være ideelt for sikring og genopretning af højmosen at lukke de to veje, men det er tiltag, som kan være vanskelige at gennemføre, da de forringer adgangsforholdene markant. I det følgende beskrives derfor først et projektforslag, som bevarer de to veje, og dernæst beskrives muligheden for at lukke den relevante strækning af Sandelsvej.

7.2 Opbygning af dæmninger

Dæmningerne (tiltag 1 og 2) funderes på mineraljord, som antages at ligge i kote 4,0.

Dæmningerne opbygges med en lodret PE-membran. På ydersiden opbygges dæmningen med mineraljord og på indersiden med tørv. Opbygningen følger den metode, der er anvendt på østsiden af Aaby Mose (Figur 7-8).



Figur 7-8 Principskitse af dæmninger langs østsiden af Aaby Mose (Naturrådgivningen, 2018).

Afgravet tørv fra afretning af mosekanten kan lægges oven på og bag den del af dæmningen, der strækker sig ind over højmosen. Desuden kan overskydende tørv bruges til opbygning af tørvedæmninger ved Dalgasvej.

Forud for anlægget af dæmningen skal bevoksningen i randzonen ryddes. Det drejer sig mod øst om birk og mod nord især birk, bævreasp og alm. røn. Træerne fjernes, og for at få plads til dæmningen skal der afgraves op til 5 m af mosen.

Der kan forekomme sætninger af tørvejord og dæmningen skal efterfølgende reguleres de steder, hvor sætningerne er store.

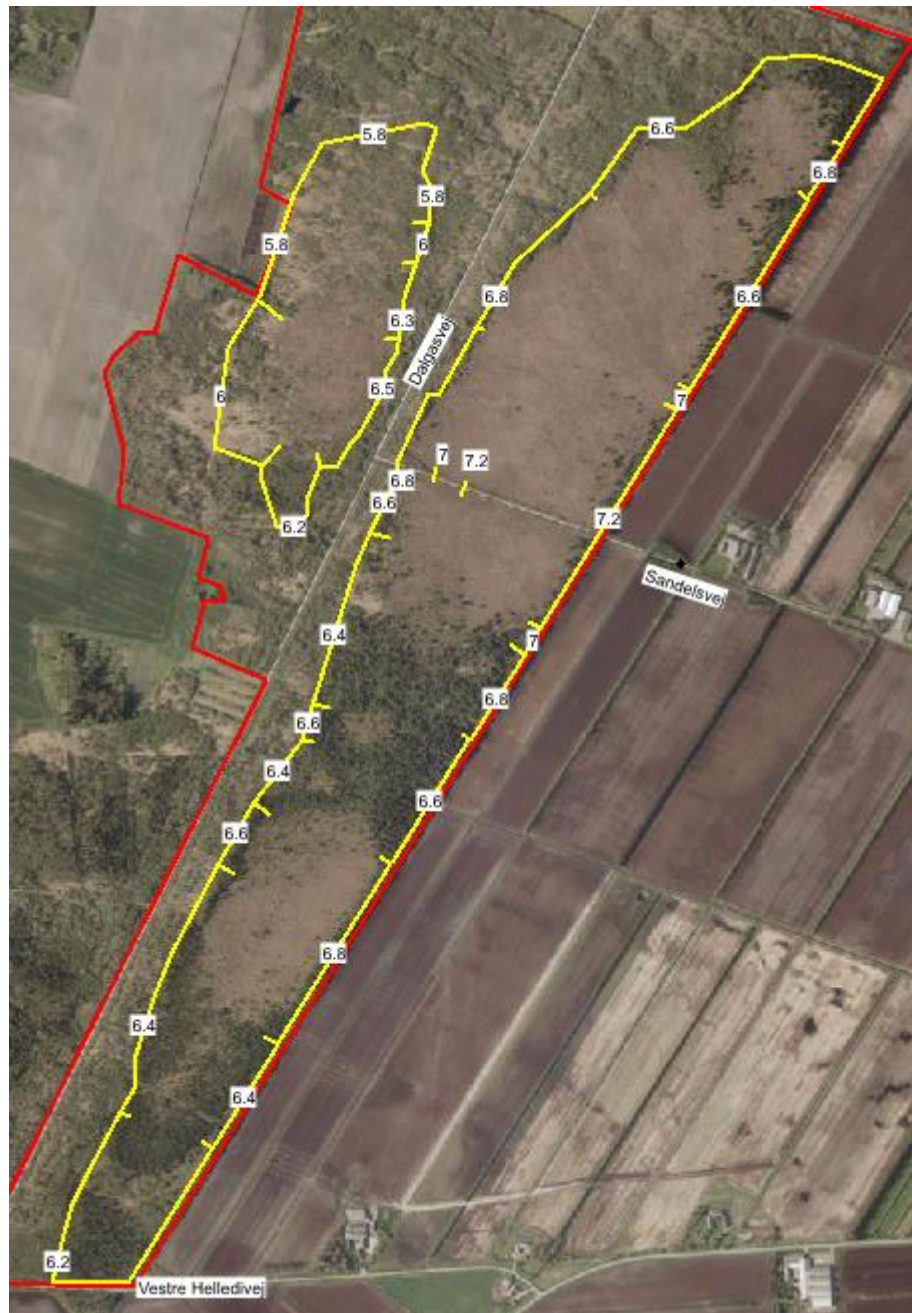
7.3 Tiltag 1: Dæmning omkring den østlige mose (delomr. 1)

Hvis delområde 1 i den østlige del af Sandels mose skal sikres med en dæmning, skal der anlægges ca. 6.470 m dæmning som vist på Figur 7-9 og med de membran højder, der er angivet i Tabel 7-1. Dæmningen beskrives anlagt langs kanten af højmosen for at sikre så høj vandstand som muligt.

Tabel 7-1 Dæmning ved østlig mose

Membranhøjde	Længde m
2,25	860
2,50	1350
2,75	3560
3,00	140
3,25	560
	6470

Dertil kommer 19 korte tværdæmninger, hvor membranhøjden ændres.



Figur 7-9 Tiltag 1 og 2: Dæmninger omkring højmoserne i delområde 1 og 2.

Mod øst er der to grøfter, dels en vestlig grøft langs højmosefladen, dels en parallel østlig grøft, som danner skel til landbrugsjorden. Der er ca. 10 m mellem de to grøfter. Grøfterne ses på Figur 7-3 til Figur 7-5. Dæmningen foreslås placeret i den vestlige grøft og der etableres et arbejdsbælte langs den østlige grøft. Tørven i området mellem de to grøfter bruges til opfyld på "mosesiden" af membranen.

Det har været overvejet, om dæmningen i stedet kunne placeres på landbrugsjord øst for mosen for herved at skåne en del af den eksisterende mose. Dæmningen kunne opbygges i den østlige grøft, som skulle erstattes af en ny grøft. Dette ville kræve opkøb af et ca. 10 m bredt bælte langs mosen, dvs. ca. 3 ha. Arealet

mellem de nuværende to grøfter ville blive vanddækket, og der ville mangle materiale til at fylde op med på "mosesiden" af dæmningen.

På vestsiden af mosen vil det være nødvendigt med et ca. 3 m bredt arbejdsområde vest for dæmningen. Rydning og anlæg af dæmningen vil skade mosen i arbejdsområdet langs kanten, men det er nødvendigt for at genoprette mosen.

På Figur 7-1 er dæmningen først tværs over Sandelsvej. Hvis man vil holde Sandelsvej åben, skal der i stedet laves dæmninger på begge sider af vejen som beskrevet i afsnit 7.10.

7.4 Tiltag 2: Dæmning omkring den vestlige mose (delomr. 2)

Delområde 2, den vestlige højmoserest, har en stejl østside, men falder gradvist mod vest. Der foreslås anlagt dæmninger som vist på Figur 7-9 og med de membranhighøjder, der er angivet i Tabel 7-2.

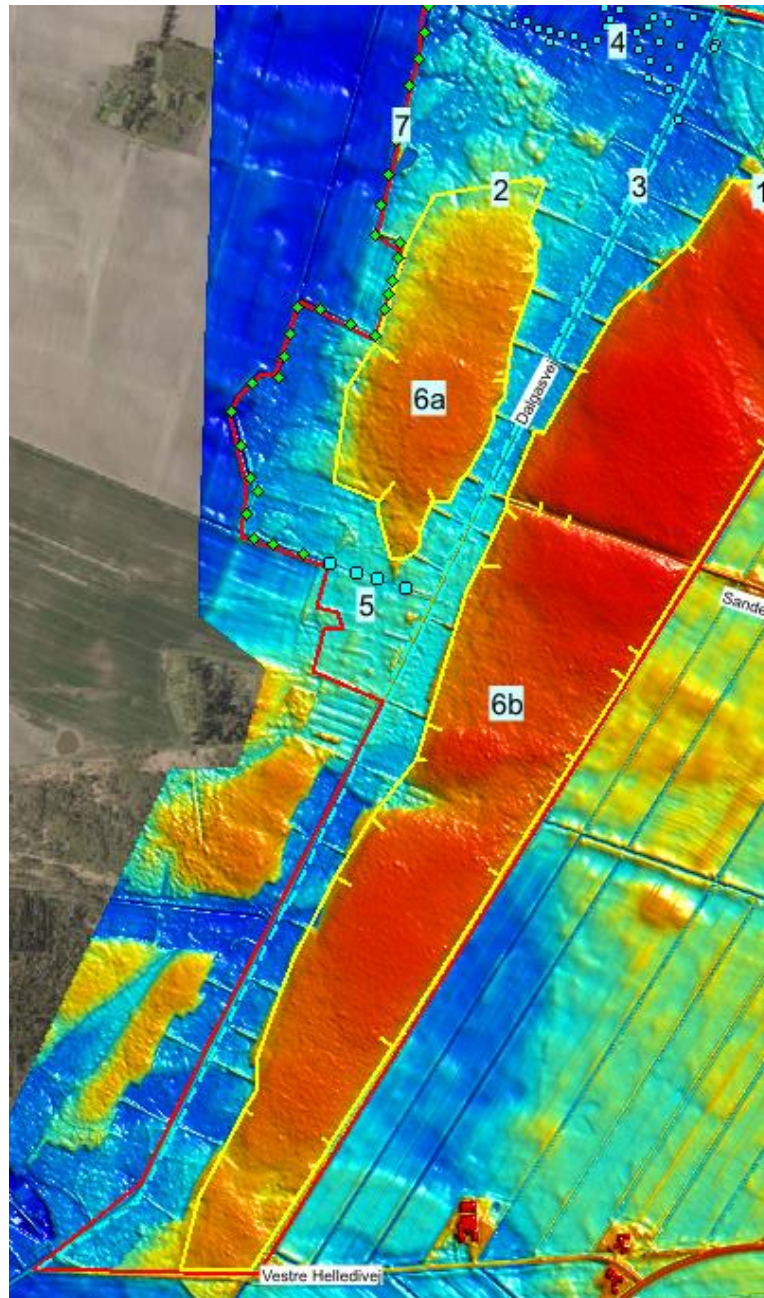
Tabel 7-2 Dæmninger ved vestlig mose

Membranhøjde	Længde m
2,00	1320
2,25	480
2,50	330
	2130

7.5 Tiltag 3: Lukning af grøfter langs Dalgasvej (delomr. 3)

To grøfter langs Dalgasvej afvander de gamle tørvegrave. Grøfterne indenfor projektområdet tilkastes for hver 50 meter for at standse afvandingen af de gamle tørvegrave, der er kortlagt som skovbevokset tørvemose (91D0).

Samtidig forbindes de mange tværgående tørvedæmninger langs vejen med selve vejen, så der herved dannes en masse mindre bassiner, hvor tørvemosserne kan udvikles.



Figur 7-10 Tiltag 3: Grøfterne langs Dalgasvej lukkes og tværdæmninger forbindes med vejen, så der dannes en række bassiner.

Der er 4,9 km grøfter langs vejen indenfor projektområdet, hvilket giver ca. 100 afbrydelser. Afbrydelserne sker med materiale fra området nær vejen eller med tørv, der er i overskud fra anlæg af dæmningerne. Tørvedæmningerne skal forbindes med vejen 14 steder, men erstatter tilsvarende grøftelukninger. Omkostningen skønnes til i alt 150.000 kr.

Lukning af grøfterne og tørvedæmningerne vil betyde, at vejens bæreevne forringes, når vandstanden er høj. Det forventes, at vejen stadig kan bruges om sommeren, men næppe om vinteren.

7.6 Tiltag 4: Lukning af mindre grøfter i nord (delomr. 4)

I delområde 4 findes en række mindre grøfter. Grøfterne kan lukkes, hvorved der sikres en mere naturlig hydrologi i området til gavn for naturtypen tidvis våd eng. Lukningen er vist på Figur 7-1. Omkostningen anslås til 40.000 kr.

7.7 Tiltag 5: Lukning af grøft i vest

I vest foreslås en grøft indenfor projektområdet lukket. Den afbrydes 4 steder, som vist på Figur 7-1. Omkostningen anslås til 10.000 kr.

7.8 Tiltag 6 a+b: Rydning af vedplanter på mosefladerne

Store dele af mosen er stærkt tilgroet med vedplanter. Rydning bør gennemføres for at mindske fordampning og skygning på højmosen (delområde 1 og 2). Som udgangspunkt foreslås rydninger kun ifm. (umiddelbart før) hydrologiske tiltag, da der ellers blot sker hurtig genvækst. Rydninger uden at hæve vandstanden er således uden langvarig effekt.

I det omfang, der kan etableres kørespor tæt på områder med markant rydning, foreslås en rydningsindsats med fjernelse, flisning og salg af flis. Rydning kan mindske degraderingen af højmosen og fremskynde genopretningen. Flisning kan være hensigtsmæssig og økonomisk fordelagtigt pga. træernes store størrelse. På de dele af arealet, hvortil kørsel ikke er mulig, foreslås fældning af træerne, hvorefter opskårne stammer og grene efterlades i de gamle tørvegrave efter en grov opskæring.

På Figur 7-1 er vist de arealer, hvor det vurderes, at der er behov for rydning af vedplanter.

Det skraverede areal er 80 ha. Omkostningen anslås til 200.000 kr., men tallet er meget usikkert. Fremgangsmåden med brug af langtidsledige fra Åby Mose har vist sig velegnet og billig.

7.9 Tiltag 7: Lukning af grøft langs kanten af projektområdet

Langs projektområdets vestside ligger en større grøft, der afvander delområde 2 og nordenden af delområde 3. En lukning af grøften vil mindske afvandingen af den nordvestlige del af projektområdet. En mulig lukning er vist med lilla på Figur 7-1.

Grøften grænser op mod markerne vest for projektområdet. En lukning vil derfor også påvirke området vest for projektområdet. Påvirkningens omfang afhænger af,

hvordan marken er drænet, og der skal ved detailprojektering og lodsejerforhandlinger indhentes oplysninger herom.

Omkostningen til at lukke grøften er ikke stor, men der vil skulle betales erstatning til lodsejeren eller til erhvervelse af jorden. Denne omkostning er ikke medtaget i anlægsoverslaget.

7.10 Lukning af Sandelsvej

Sandelsvej skærer tværs gennem højmosefladen i delområde 1. Sandelsvej og de to grøfter langs vejens sider medvirker til, at højdemosefladen afvandes på begge sider af vejen. Dette medvirker til nedbrydning, mineralisering og forringelse af højmosen.

En lukning af Sandelsvej med tilhørende grøfter vil gavne højmosen, og dette kan gennemføres ved, at etablerede dæmninger langs den øst- og vestlige kant af højmosefladen føres tværs over vejen (i alt ca. 30 m).

Desuden anlægges 2 tværdæmninger på tværs af vejen for at forbinde de to dele af mosen. Herved dannes fire mindre bassiner, som gradvist kan udvikle sig til mose. Det skal ved detailprojektering vurderes, om vej materialet kan anvendes i tværdæmningerne.

Ved lukning af Sandelsvej sparer man udgifter til dæmninger langs vejen (to gange 440 m). Dæmningen omkring mosen bliver til gengæld ca. 50 m længere, dvs. en besparelse på 830 m.

7.11 Anlægsoverslag

De primære omkostninger i projektforslaget er knyttet til etablering af dæmninger med membraner.

Det nødvendige forbrug/tilførsel af friktionsjord er beregnet på grundlag af membran højde, bund i kote 4,0 og terræn i kote 5,5. Dette giver hhv. 30.000 m³ for den højpose i delområde 1 og 5.200 m³ for delområde 2. Ved anlægsoverslaget er brugt erfaringspriser fra bl.a. Aaby mose.

Tabel 7-3 Anlægsoverslag baseret på erfaringstal.

Post	Kr. ekskl. moms
(1) Dæmning øst, delområde 1 6.470 m	6.900.000
(2) Dæmning vest, delområde 2, 2130 m	1.900.000
(3) Grøfter langs Dalgasvej og tørvedæmninger	150.000
(4) Lukning af mindre grøfter i nord	40.000
(5) Lukning af grøft i vest	10.000
(6) Rydning	200.000
Detailprojektering og tilsyn	800.000
I alt	10.000.000

Jammerbugt Kommune har til sammenligning oplyst, at dæmningen på østsiden af Åby Mose har kostet ca. 3000 kr./m. Når overslaget pr. m er så meget lavere i Sandels Mose end i Åby Mose, skyldes det, at dæmningerne er lavere, og at jordmængderne derfor er tilsvarende mindre.

Der er stor usikkerhed tilknyttet prisen på rydning, da meget afhænger af, om dele af rydningen laves af frivillige eller udelukkende af et entreprenørfirma, anvendelse af tunge maskiner, flisning, brug af køreplader mm.

Den foreslåede lukning af grøften ved projektets nordvestlige grænse (tiltag 7) er ikke medtaget i anlægsoverslaget, da den kun kan foretages med samtykke fra ejeren af marken og mod betaling af erstatning.

Hvis Sandelsvej ikke lukkes, øges anlægsudgiften med ca. 1.000.000 kr. fordi der skal etableres yderligere 830 m dæmning.

8 Konsekvenser

8.1 Hydrologiske og biologiske forhold

Projektet vil mindske afvandingen fra højmoserne i delområde 1 og 2 ved at etablere dæmninger.

Desuden lukkes grøfter for at mindske udsivning fra de lave områder og der etableres en række små bassiner langs Dalgasvej for at genskabe mose og fremme vækst af tørvemosser.

Rydning af vedplanter vil mindske fordampningen og dermed forbedre vandbalancen samtidig med, at rydningen giver øget afgang for lys og dermed etablering og vækst af tørvemosser. Rydningen har kun midlertidig effekt, hvis træerne gror op igen, og det er derfor afgørende, at vandspejlet hæves så meget, at genvækst kun sker i begrænset omfang.

8.2 Arkæologi

Aalborg Historiske Museum skal kontaktes med henblik på at give en vurdering af eventuelle konflikter med arkæologiske interesser, såfremt projektet gennemføres.

8.3 Jagtinteresser

Der er væsentlige jagtinteresser i Sandels Mose, ikke mindst tilknyttet bukkejagt og bestande af kronvildt og i stigende grad dåvildt. Derfor er det også relevant med en indledende, overordnet vurdering af projektets betydning for jagten. Der er to overordnede "indgreb" i projektet: Vandstandshævning og rydning af vedplanter.

Råvildt og kronvildt er begge i væsentlig grad tilknyttet vådområder, moser o. lign, og derfor findes der allerede en stor bestand i projektområdet. En ændring i vandstandsforholdene, som gør selve højmoseresterne vådere vurderes ikke at give en væsentlig påvirkning af bestandene og jagtmulighederne, da hjortevildtet ofte færdes på tværs af arealer med sjapvand. Der vil stadig være tørre arealer/balker med oplagte muligheder for at veksler kan etableres på tørre dele.

Hjortevildtet bruger de tilgroede, relativt uforstyrrede områder som skjul, mens de i stort omfang søger føde uden for Sandels Mose. Rydning af træbevoksninger vil potentielt kunne have en betydning for bestandsstørrelsen i området. Især kronvildt søger levesteder, hvor der tæt på fourageringsarealerne er skjul i form af tætte bevoksninger af træer. Birketræerne giver rigeligt skjul i sommerhalvåret, mens nåletræer (rød-, sitka- og hvidgran samt bjerg-fyr) giver skjul og læ hele året. Derfor vil renafdrift af træer i dele af området betyde, at kronvildtet kan fortrække fra disse arealer.



Figur 8-1 Jagt på kronvildt forventes at være et væsentligt fokuspunkt i forbindelse med indgåelse af aftaler om genopretning. (Foto Per Hallum, COWI).

En vandstandshævning og delvis rydning af birk- og nåletræ vil således have en betydning for bestandstætheden i området. Jagtmulighederne og udbyttet vil ikke nødvendigvis blive påvirket heraf, da veksler, lysninger og jagttårne bedre kan udnyttes. Ved kun at fælde dele af skoven og at lade vandstandshævningerne og fjernelsen af skoven ske gradvist kan vildtbestandene gradvist tilvænnenes ændringerne. Det kan formentlig betyde, at de i en vis grad kan tilvænnenes det decimerede skovareal og i øget grad bruger de åbne mosevidder. Det anbefales, at der laves specifikke aftaler med ejeren om, hvor og i hvilket omfang, der efterlades tykninger som skjul til vildtet på bekostning af rydning andre steder.

9 Litteratur

- 1 Bakker S.A, Jasperse, C., og Verhoeven, J.T.A. (1997). Accumulation rates of organic matter associated with different successional stages from open water to carr forest in former turbaries. *Plant Ecology*, 129.
- 2 Blankenburg, J. & W. Tonniss (eds.) 2004: Guidelines for wetland restoration of peatland areas. Results of the BRIDGE-project.
- 3 Buchwald et al. 2010: Habitatbeskrivelser, ver. 1.03 Appendiks 4b, 7. maj 2010
- 4 Buchwald et al. 2010: Nøgle til identifikation af danske habitatnaturtyper, ver. 1.03 Appendiks 4a, 7. maj 2010
- 5 COWI, 2005. Påvirkning af højmossearealer i Lille Vildmose fra afvanding og tørvegravning. Rapport fra COWI til Aage V. Jensens Fonde. 79 sider.
- 6 COWI, 2006. Sikring af højmossearealers gunstige bevaringstilstand i Lille Vildmose. Masterplan med skitseprojekt. Rapport fra COWI til Aage V. Jensens Fonde. 61 sider.
- 7 COWI, 2007. Naturgenopretning af Mellemområdet i Lille Vildmose. Masterplan med skitseprojekt. Rapport fra COWI til Aage V. Jensens Fonde. 93 sider.
- 8 COWI, 2009. Efterbehandling af Purker-fennerne. Forslag. Rapport til Aalborg Kommune, Park og Natur. 13 sider.
- 9 COWI, 2017. Tekniske forundersøgelser Store Vildmose (Aaby Mose), Life 14. Højmoser I Danmark Life14 Nat/DK/000012 Aktion A3A, Delprojekt 3 Store Vildmose.
- 10 COWI, 2019. Baggrundsrapport for Store Vildmose Canapé Projektet.
- 11 DMI, 2000: Klimagrid – Danmark. Normaler 1961-90. Månedss- og årsværdier. Technical report 00-11.
- 12 Foster, D.R. & Fritz, S. C., 1987. Mire development, pool formation and landscape processes on patterned fens In Dalarna, central Sweden. *Journal of Ecology*, 75.
- 13 Frenzel, B. 1983: Mires - Repositories of Climatic information or Selfperpetuating Ecosystems. I: Gore, A.J.P. (Ed). *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor Bd 4a. Ecosystems of the World*.
- 14 Gore, A.J.P, 1983. Introduction. I: Gore, A.J.P. (ed). *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. Bd. 4A pp 1-34.Ecosystems of the World*.

- 15 Jammerbugt Kommune. Biologisk rapport for delprojekt 3 Store Vildmose i Life14 NAT/DK/000012. Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs)
- 16 Jammerbugt Kommune. Jordbundskortlægning, Life Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs, Life14 NAT/DK/000012). Delområde 3 Store Vildmose. Aktion A1
- 17 Jammerbugt Kommune. Overvågning af habitatnaturtyper i LifeRaisedbogs. Delprojekt 3, Store Vildmose D1. Del af Life14 NAT/DK/000012. Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs)
- 18 Jensen, J. 1970. Engene - Fattigkær og rigkær. I: Böcher, T., Nielsen, C. And Schou, A. (eds) Hede, overdrev og eng. Danmarks Natur.
- 19 Jørgensen, A. K. g Hansen, N., 2011: På vej mod næste klimarapport. I "Aktuel Naturvidenskab" (3, 2011)
- 20 Miljøministeriet, 2008. Danmarks bidrag til Art. 17 af rapporteringen. http://cdr.eionet.europa.eu/dk/eu/art17/envrlq_ka
- 21 Naturstyrelsen, Miljø- og fødevareministeriet (2016): Natura 2000-plan 2016-2021 - Store Vildmose. Natura 2000-område nr. 12. Habitatområde H12 http://mst.dk/media/129842/n12_n2000plan_2016-21.pdf
- 22 Naturrådgivningen, 2018. Anlægsarbejder i Aaby Mose i Store Vildmose, (LIFE14 NAT/DK/000012). Udbudsmateriale.
- 23 Petersen, S.O. et al. 2011: Tørvens Klimabalance. I "Aktuel Naturvidenskab" (3, 2011)
- 24 Reimers, M. 2011. Pers. com.
- 25 Risager, M. 2009: Afrapportering af de første 2 ½ år efter udspreddning af *Sphagnum* på St. Økssø Mose, Action A.4. i LIFE højmoseprojektet LIFE05 NAT/DK000150. RisagerConsult
- 26 Risager, M., 2005: *Sphagnum* og lyngforsøg på tidligere tørveindvindingsareal i Lille Vildmose. Rapport til Nordjyllands Amt.
- 27 Risager, M., 2009: Forventede vegetationstyper på Purkerfener i relation til efterbehandlingsplanen. Rapport fra RisagerConsult til Aalborg Kommune, Park og Natur. 11 sider.
- 28 Stenild, J., Glerup, K, Kjær, S. (Eds), 2011. Restaurering af højmoser i Danmark - et LIFE-Nature projekt. Miljøministeriet, Naturstyrelsen.
- 29 Sønderjyllands Amt og Aabenrå Statsskovdistrikt, 1999: Pleje og naturgenopretning i Frøslev Mose 1987-1999. Sønderjyllands Amt og Skov- og Naturstyrelsen.

- 30 Theilby 2008: Analyse af det bedst egnede eksisterende udstyr til brug for re-staureringsopgaver på højmoser. Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 44-2008. Skov & Landskab, Københavns Universitet, Hørsholm.
- 31 Tuittila, E.-S., Vansander, H, Laine, J. 2003: Success of re-introduced *Sphagnum* in a cut-away peatland. Boreal Env. Res. 8: 245-250.
- 32 Tønder Kommune, 2010: Life + nature and Biodiversity, Part B - technical summary and overall context of the project.
- 33 Vinther, E., 1993: Enge og moser. I: Ovesen, C.H. (ed). Naturplejebogen - en håndbog i pleje af naturområder og kulturlandskab. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.
- 34 Walker, D., 1970: Direction and rate in some British Post-Glacial Hydrosere. I: Walker, D. and West, R.G. Studies in the Vegetational History of the British Isles. Cambridge University Press.
- 35 Aaby, B., 2004: Rapport vedrørende stratigrafi og lagdiagnose for boringer foretaget i Lille Vildmose i forbindelse med naturgenopretningsprojekt.
- 36 Åby, Bent. 1990 Geologi og mosedannelse i Store Vildmoseområdet. I: Landet og loven, s. 145-151. Miljøministeriet
- 37 DMI: [https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Afrapportering/Seasonsam-mendrag/Vejret i Danmark - vinteren 2014-2015.pdf](https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Afrapportering/Seasonsam-mendrag/Vejret_i_Danmark_-_vinteren_2014-2015.pdf)

Bilag A Projektforslag

Bilag B Projektforslag og højdemodel

Bilag C Projektforslag og maksimal vandstand i mosen