

DECEMBER 2017
JAMMERBUGT KOMMUNE

TEKNISKE FORUNDERSØGELSER STORE VILDMOSE, LIFE14

HØJMOSER I DANMARK, LIFE14 NAT/DK/000012 AKTION A3, DELPROJEKT 3 STORE
VILDMOSE.



JAMMERBUGT
KOMMUNE



COWI

DECEMBER 2017
JAMMERBUGT KOMMUNE

TEKNISKE FORUNDERSØGELSER STORE VILDMOSE, LIFE14

HØJMOSER I DANMARK, LIFE14 NAT/DK/000012 AKTION A3, DELPROJEKT 3 STORE
VILDMOSE

Ansvarsfraskrivelse

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

PROJEKTNR.	A094016
VERSION	1.0
UDGIVELSESDATO	20. december 2017
UDARBEJDET	Torben Ebbensgaard, Bo Christensen og Søren Hinge-Christensen
FOTOS	Torben Ebbensgaard
KONTROLLERET	Niels Riis
GODKENDT	Torben Ebbensgaard

INDHOLD

0	Resumé	6
1	Indledning	7
1.1	Formål med projektet	7
2	Højmoser og genopretningsmuligheder	8
2.1	Naturtypen Aktiv højmose (7110*)	8
2.2	Højmose – dannelse, funktion og definition	10
3	Baggrundsviden om projektområdet	14
3.1	Natura 2000-område	14
3.2	Projektområdet	16
3.3	Naturværdier	16
3.4	Ledningsoplysninger og tekniske anlæg	20
4	Hydrologi og arealanvendelse	21
4.1	Hydrologi - historisk udvikling	21
4.2	Vandløb, grøfter og dræn	25
4.3	Arealanvendelse	26
4.4	Topografi og potentialeforhold	27
4.5	Grundvandsindvinding	29
5	Undersøgelser og databehandling	32
5.1	Grøfteopmåling	32
5.2	Pejling af det terrænnære grundvandsstand	33
5.3	Vandstandsloggere	38
6	Metoder til genopretning af højmoser	49
6.1	Analyse	49
6.2	Specifikke betragtninger	50

6.3	Metoder til retablering af naturlig vandstand	52
6.4	Metoder til rydning og evt. efterbehandling	55
6.5	Rydning og genrydning af andre træarter	58
6.6	Podning med tørvemosser	59
7	Projektforslag	61
7.1	Delområder	61
7.2	Indsatsforslag	65
7.3	Dæmning mod nord og øst	67
7.4	Lave tørvedæmnninger	72
7.5	Lukning af grøfter	75
7.6	Opfyldning i stor lavning	78
7.7	Forstærkning af jordvej	80
7.8	Rydning	81
7.9	Anlægsoverslag	84
8	Konsekvenser	86
8.1	Hydrologiske og biologiske forhold	86
8.2	Arkæologi	87
8.3	Jagtinteresser	88
8.4	Ledninger, bygninger og tekniske anlæg	90
9	Litteratur	92

BILAG

Bilag A	Hydrologiske tiltag, forslag	95
Bilag B	Højdemodel m. hydrologiske tiltag	96
Bilag C	Forslag til rydninger	97
Bilag D	Hydrologiske konsekvenskort	98

0 Resumé

Jammerbugt Kommune er en del af et Life-projekt: 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 inden for projektområdet. COWI har lavet en teknisk forundersøgelse, med henblik på at undersøge og beskrive de eksisterende forhold mht. især hydrologi og tilgroning. Der er opsat pejlerør og vandstandsloggere, målt vandføring og vandstand i flere omgange, vurderet tilgroning, lavet dronedeflyvning mm i 2017. På baggrund af dette er mulighederne for at forbedre de hydrologiske forhold og mosens tilstand beskrevet. Der er opstillet en række forslag til at opnå gunstig bevaringsstatus for højmosen, ved dels at forbedre tilstanden af den eksisterende mose og dels at udvide arealet af højmosen. Bortset fra en enkelt eng på vestsiden, som ikke har højmosesepotentiale, bliver alle arealer påvirket positivt af indsatsforslagene. Der foreslås etablering af bentonitdæmninger mod øst, en mindre dæmning mod nord, tørvediger (evt. med en MDPE-membran) mod syd og vest, opfyldning af tørvegrav ved Johannesbjerg, forstærkning/hævning af vej mod sydvest, mindre spunsvægge og tørvepropper i grøfter og render samt en mulig, omfattende rydningsindsats. Der er tale om stort set uafhængige indsatsforslag, hvis effekt dog forstærkes betydeligt ved en samlet indsats.



Figur 0-1 Nærbillede af karakteristisk højmosevegetation og klokkelyng

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. Med udgangspunkt i resultaterne af den tidligere gennemførte jordbundskortlægning, biologiske rapport, indledende terræn-, grøft- og vandstandsmålinger samt besøg af et ekspertpanel, er der lavet en teknisk forundersøgelse af, hvordan rydninger og hydrologiske tiltag kan udføres for at opnå en gunstig bevaringsstatus for primært habitatnaturtypen Aktiv højmose 7110.

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. De primære trusler mod den aktive højmose i Store Vildmose er udtørring, næringsberigelse og tilgroning.

Langt størsteparten af den oprindelige højmose er forsvundet og henligger nu som agerjord. Den resterende mose er påvirket af afvanding langs kanterne og i store dele af en efterfølgende tilgroning med især birk og nåletræer. Målet er således, at højmose-områderne kommer til at ligge som isolerede, (stort set) upåvirkede hydrologiske enheder, der ikke modtager vand fra andet end nedbør. Desuden skal det undersøges og beskrives, om og hvordan nedbrudt højmose kan udvikles mod højmose i stedet for skovbevokset tørvemose. Det er målet, at sådanne arealer i så fald 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.

2 Højmoser og genopretningsmuligheder

Dette kapitel beskriver højmosen som naturtype samt de overordnede tekniske muligheder for at genskabe aktiv højmose på tilgroede, stedvist tidligere tørvegravningsarealer. Beskrivelserne er et væsentligt input som baggrund for projektets projektforslag.

2.1 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 højmose 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 forsurer 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 højmose. 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 nedbørsoverskud 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 tørvetlag.

Tørvten oplagres i de underliggende tørvetlag, katotelmen. Katotelmen i en aktiv højmose 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 højmose, 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 højmose i Danmark, er reelt næppe tørvdannende.



Figur 2-1 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 højmossefladen. 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 højmosseflade i Tofte Mose har birken bredt sig flere hundrede meter ind fra de mest forstyrrede kanter. Birken er således en indikator for dårlig bevaringstilstand.

2.2 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.

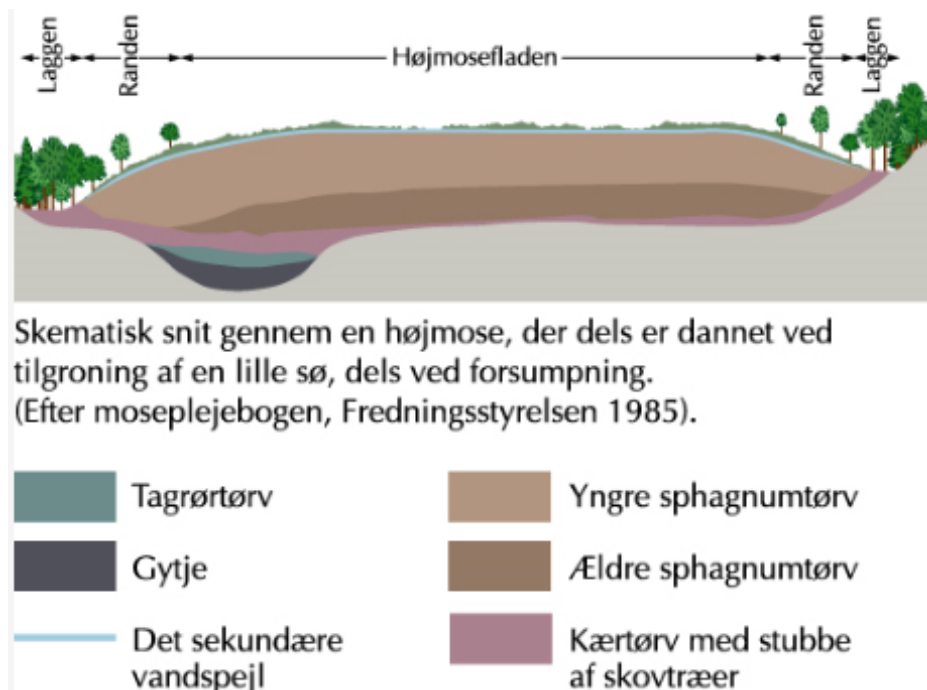
Mose-/tørvedannelse sker i et samspil mellem planter, vand og tørv, som er nært forbundne og helt afhængige af hinanden. Mange plantearter kan danne tørv, og det er plantesamfundet, der er afgørende for hvilken type tørv, der dannes, og hvordan de hydrauliske egenskaber bliver. Hydrologien og hydro-kemien bestemmer hvilke planter, der vil vokse, om tørv oplagres og hvor nedbrudt tørv 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 ene-stående 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/land-dannelse), 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.

2.2.1 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 højmose 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, konkurrencesterke arter i at overtage) og ikke for varmt klima (nedbrydningshastigheden øges). I Danmark vil primært næringsfattige kær af hængesæktypen udvikles mod højmose. De resterende går mod skov (Vinther, 1983).



Figur 2-2 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>

2.2.2 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).

Nærværende rapport undersøger mulighederne for og beskriver metoder til at re-etablere de tidligere afvandede, tørvegravede og nu stedvist tilgroede moseflader ved en ny forsumpning, fremkaldt ved at hæve vandstanden til omkring det topografiske overfladeniveau.



Figur 2-3 Den centrale højmoseflade set mod nord.

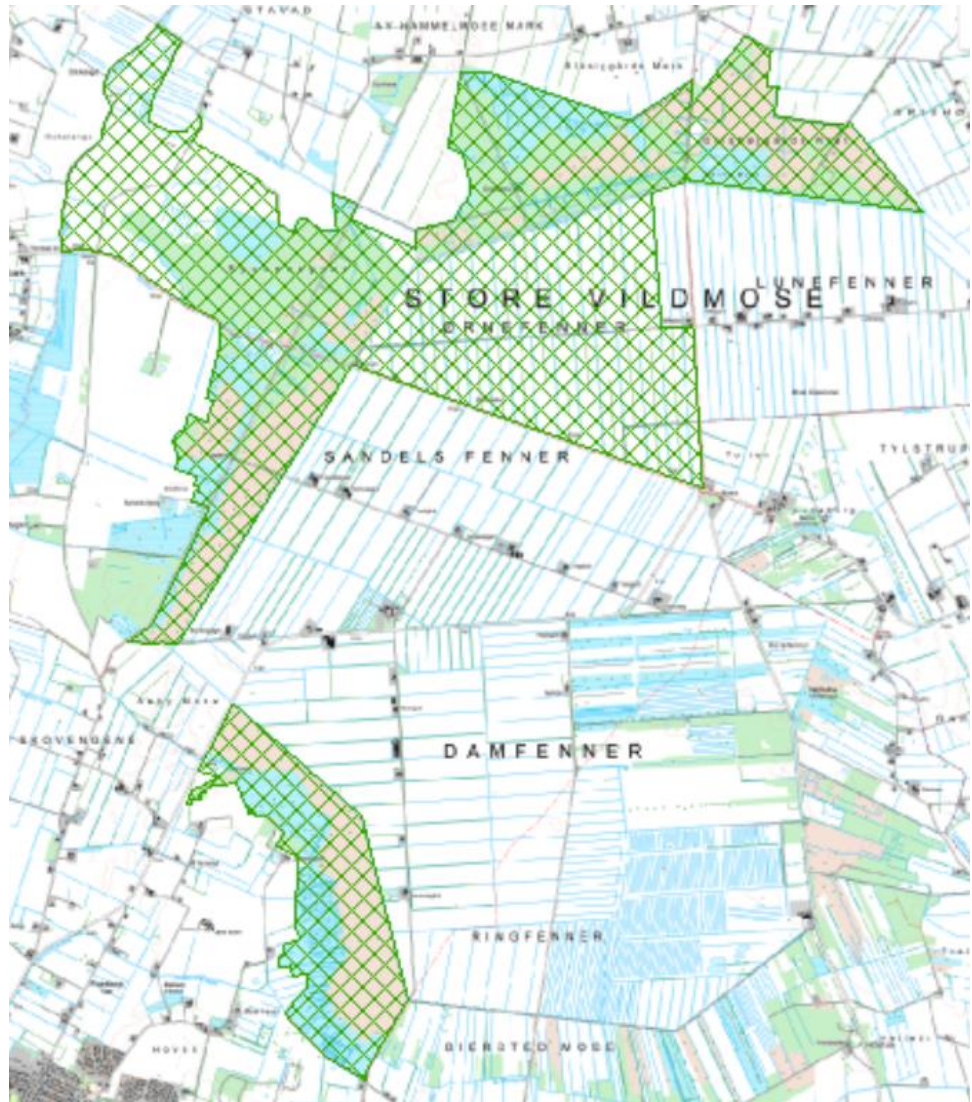
3 Baggrundsviden om projektområdet

3.1 Natura 2000-område

Projektområdet 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 højmose Store Vildmose, samt af mindre tilstødende engarealer og enkelte lave morænebakker. Hele området er dannet på stenalderhavets hævede havbund. De mere eller mindre tilgroede rester af den oprindelige højmose, findes i den nordlige og vestlige del af denne. Områdets højmosepartier er af national betydning i kraft af, at de udgør de næststørste sammenhængende arealer med Aktiv højmose i Danmark. Der er ligeledes store områder med Nedbrudt højmose og Skovbevokset tørvemose. Flere af disse områder rummer gode muligheder for genopretning af Aktiv højmose. 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 Riggær og Surt overdrev. Af andre naturtyper i området kan nævnes en sandet morænebakke med blandet løvskov og hede.

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



Figur 3-1 Figur som viser Natura 2000-område N12/H12 Store Vildmose beliggende omkring (vest og nord for) den store, nu opdyrkede del af den tidligere højmoser. Projektområdet i nærværende forundersøgelse er stort set overensstemmende med den sydlige del af habitatområdet.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området N12/H12 Store Vildmose omfatter en række naturtyper og arter (se Tabel 3-1).

Tabel 3-1 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

3.2 Projektområdet

Ud over at være udpeget til Natura 2000 område er hele projektområdet udpeget til at være beskyttet natur, jf. Naturbeskyttelseslovens § 3, samt omfattet af to forskellige fredninger fra 1940 og 1973.



Figur 3-2 Oversigtsfoto af projektområdet i form af flyfoto taget fra syd

Projektområdet var indledningsvist på 488 ha fordelt på to delområder, men nu er kun den sydlige halvdel på ca. 268 ha inkluderet. Projektområdet består således af den sydlige af de tilbageværende arealer med Aktiv højmose (7110) og arealer, der er Nedbrudt højmose efter udnyttelse af moseområdet til tørvegravning, og nu fremstår som Skovbevokset tørvemose (91D0) og Tidvis våd eng (6410). Sidstnævnte er i seneste basisanalyse registreret som Nedbrudt højmose (7120). Desuden er der arealer, som ikke kan henføres til habitatnaturtyper, men er omfattede af § 3 jf. Lov om Naturbeskyttelse.

3.3 Naturværdier

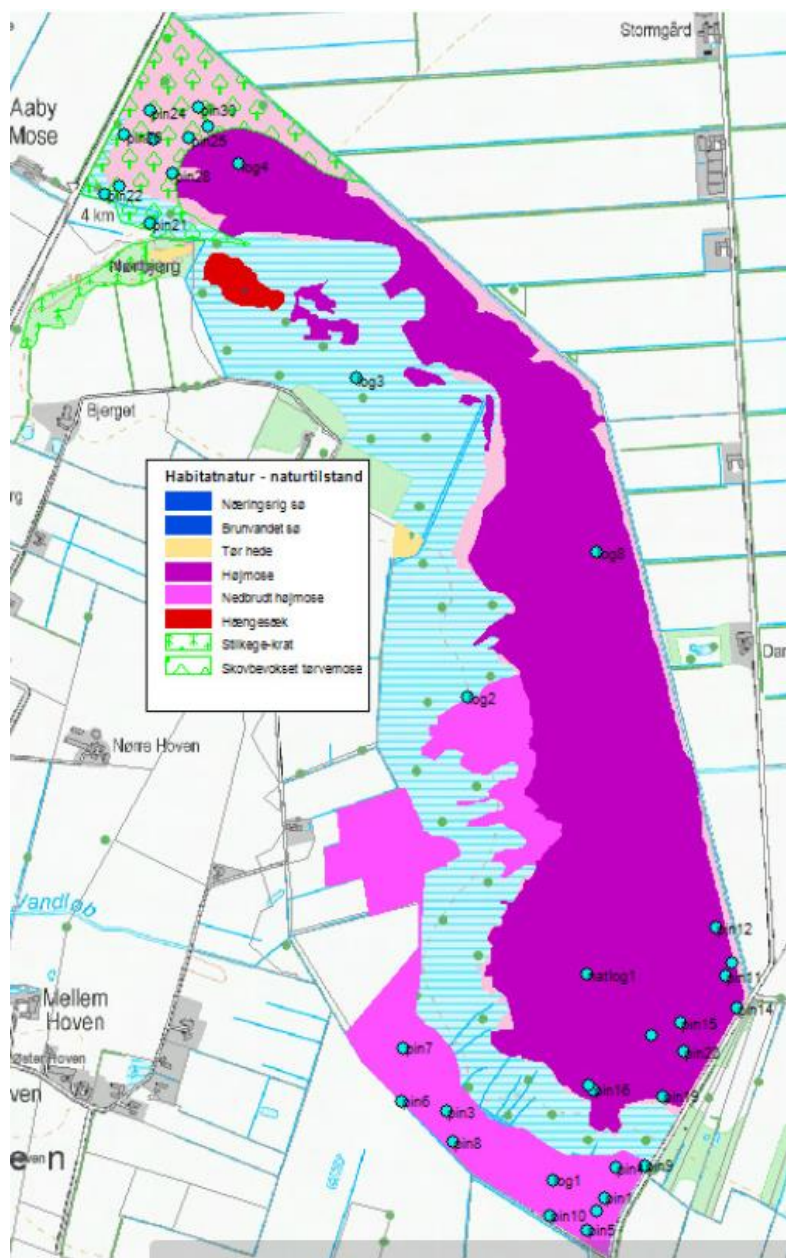
Naturværdierne i området er beskrevet bl.a. i andre forundersøgelser i dette LIFE projekt så som: Biologisk rapport for delprojekt 3 i Store Vildmose, Jordbundskortlægning Life Raised Bogs, base-line vegetationsanalyse ("Overvågning af Habitatnaturtyper i Life Raisedbogs"). Projektområdet er desuden beskrevet som en del af Natura 2000-planlægningen i form af basisanalyse for skov og natur (2007), statens indsatsplan (2011), kommunens handleplan (2012) samt statens basisanalyse (Naturstyrelsen, 2014) og Forslag til Natura 2000-plan (Naturstyrelsen, 2014) og Natura 2000-plan 2016-2021 (Naturstyrelsen 2016). Der findes data fra NOVANA-

kortlægningen i området, som bl.a. viser registrering af 15 arter af tørvemos i området.

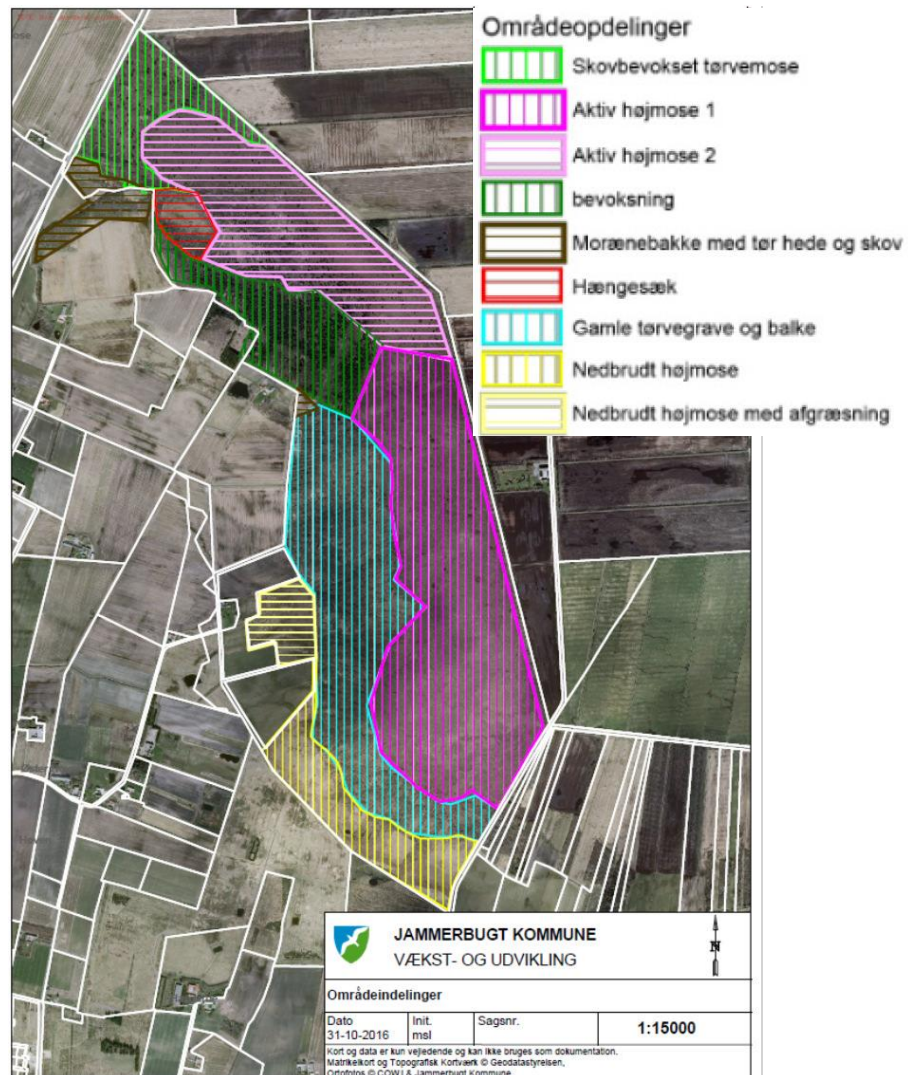
Desuden findes sporadiske artsregistreringer for området i bl.a. DOF-basen og Naturbasen (Fugleognatur.dk). Her er fra lokaliteterne Johannesbjerg og Nørbjerg ud over almindelige arter af planter og sommerfugle fundet multebær, femradet ulvefod, stor tornskade, blå kærhøg, trane, foranderlig blåfugl og moshumle. Nordvestjysk Biologisk Forening har desuden registreret en række sjældne planter spredt i området, ligesom der i 1990'erne blev lavet en række moserapporter af studentermedhjælpere for Nordjyllands Amt. Disse giver overordnede fingerpeg om en lang række særlige fund, uden at det er stedfæstede registreringer.

Det er ikke formålet med denne forundersøgelse at gengive beskrivelser af naturværdierne i området, så der henvises i denne sammenhæng til Miljøportalen og de tilgængelige rapporter på nettet. Registreringerne skaber grundlaget for de supplerende undersøgelser foretaget af COWI i 2017 og for udarbejdelsen af projektforslag.

Nedenfor gengives dog et par centrale kort. Dels habitatkortlægningen fra seneste basisanalyse (på baggrund af feltkortlægning 2014) sammen med placering af jordbundsundersøgelser i LIFE-projektet (Jammerbugt Kommune, 2016). Dels den inddeling af projektområdet i delområder, som resulterede fra den biologiske rapport i LIFE-projektet (Jammerbugt Kommune, 2016). Begge er højst relevante for nærværende tekniske forundersøgelse og for forslag til forvaltning/genopretning.



Figur 3-3 Illustration af kortlægningen af habitatnaturtyper fra 2014. Desuden er med blå punkter vist, hvor der i en tidligere undersøgelse er lavet jordbundsundersøgelser.



Figur 3-4 Inddeling af projektområdet i 7 delområder jf. den biologiske rapport.

Området kan inddeles i 7 forskellige delområder:

- 1 Den uforstyrrede højmosseflade. Den er indtegnet som aktiv højmoser 1 og 2, da område 1 består af lysåben højmosseflade og område 2 er mere træbevokset med især mindre birk på cirka 1 meter og enkelte større gran og fyr.
- 2 Kanten mod øst. Træbevokset kant langs den 3 km lange grøft der mod øst adskiller højmossefladen fra landbrugslandet.
- 3 Den nedbrudte højmoser mod vest, bestående af to delområder et med og et uden afgræsning. Området uden græsning har delområder domineret af lyse-siv (*Juncus effusus*) og delområder domineret af blåtop (*Molinia caerulea*).
- 4 Skovbevokset tørvemose mod nord, tidligere tørvegravet areal nu med grave-baner og balke bevokset med bævreasp og birk.
- 5 Kraftigt tilgroet på et areal som i 70'erne brændte. Bevoksningen består primært af grantræer.

6 Morænebakke med tør hede og egeskov.

7 Hængesæk.

3.4 Ledningsoplysninger og tekniske anlæg

Der er indhentet ledningsoplysninger fra ledningsregistret LER for projektområdet. Ledningsoplysningerne ses i Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Oversigt over indhentede ledningsoplysninger.

Ledningsejer	Modtaget	Bemærkning
Aabybro Vand	18. 05. 2017	Ingen ledninger
Global Connect	18. 05. 2017	Ingen ledninger
Nordenergi	18. 05. 2017	Ingen ledninger
Sydenerginet	18. 05. 2017	Ingen ledninger
TDC	18. 05. 2017	Ingen ledninger



Figur 3-5 Værdifuldt lindekrat samt tranebær på *Sphagnum* spp. i Store Vildmose.

4 Hydrologi og arealanvendelse

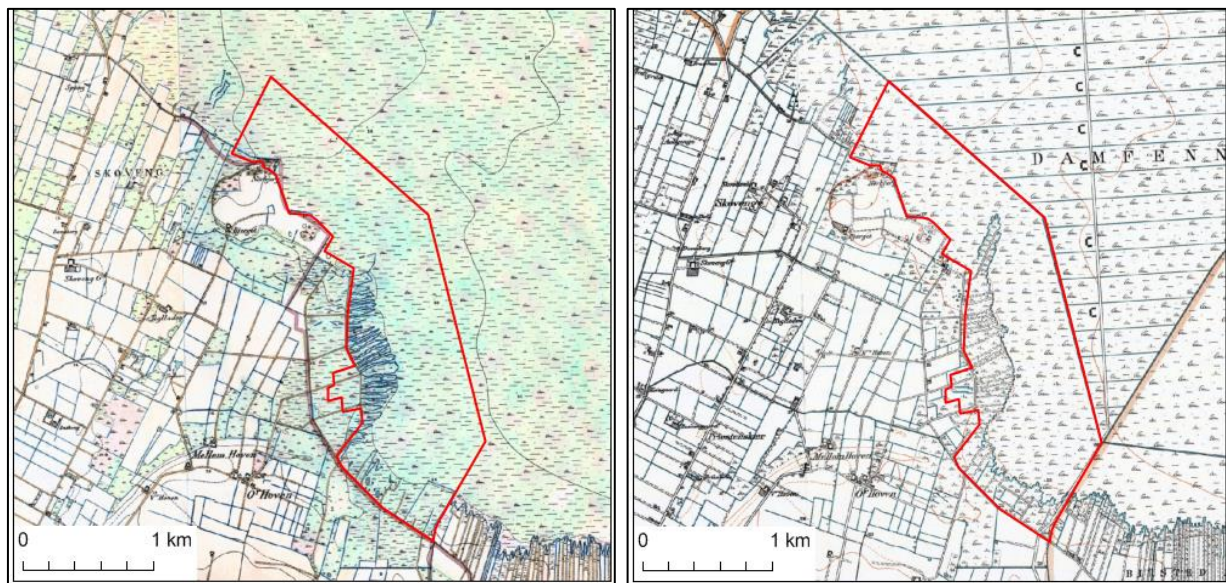
4.1 Hydrologi - historisk udvikling

Historisk set er der sket løbende ændringer og indgreb i de hydrologiske forhold i og omkring Store Vildmose-området. De menneskeskabte ændringer har i en række tilfælde påvirket naturen negativt. Natura 2000-planen for "N12/H12 Store Vildmose" påpeger, at afvanding er en af de væsentligste trusler mod udpegningsgrundlaget. For Natura 2000-planens nærmere indhold se http://mst.dk/media/129842/n12_n2000plan_2016-21.pdf.

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.

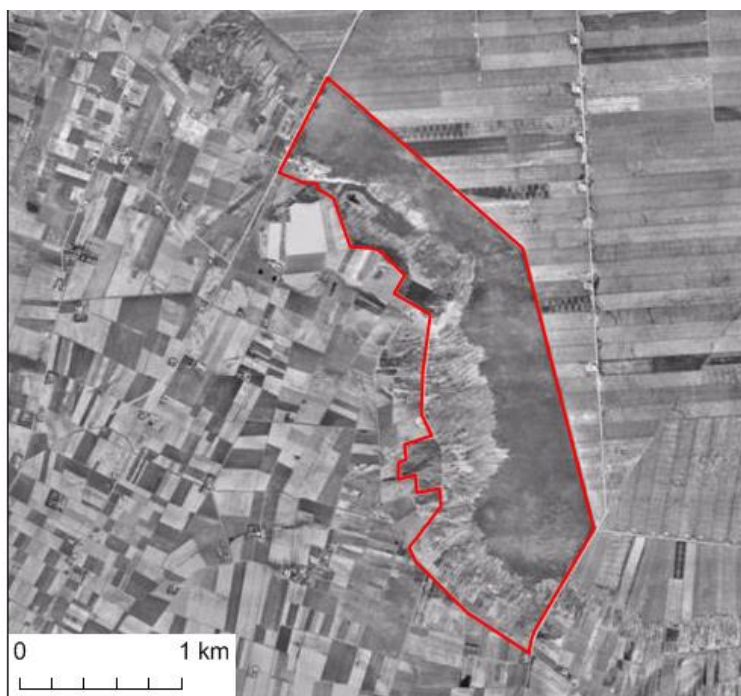
Et udsnit af de Høje målebordsblade fra 1884 og de lave målebordsblade (rettet 1924 med enkelte rettelser 1937) er vist på Figur 4-1.

På de Høje målebordsblade ses Store Vildmose-området øst for projektafgrænsningen, at være uden gravede grøfter. Selve projektområdet fremstår umiddelbart uberørt af menneskelig aktivitet. På de lave målebordsblade ses et system af grøfter og veje spredt over hele vildmosen, som var et led i en større opdyrkning af vildmosen i årene 1920-1945. Der blev blandt andet gravet en større forbindelseskanal, som ligger på den nuværende østlige projektgrænse. Der blev desuden iværksat en større indvinding af mosens tørv pga. verdenskrigens mangel på brændsel. Dette ses flere steder inden for projektarealet på de lave målebordsblade.



Figur 4-1 Udsnit af de høje målebordsblade (1884-99) og lave målebordsblade (1924/1937) for landskabet omkring projektområdet.

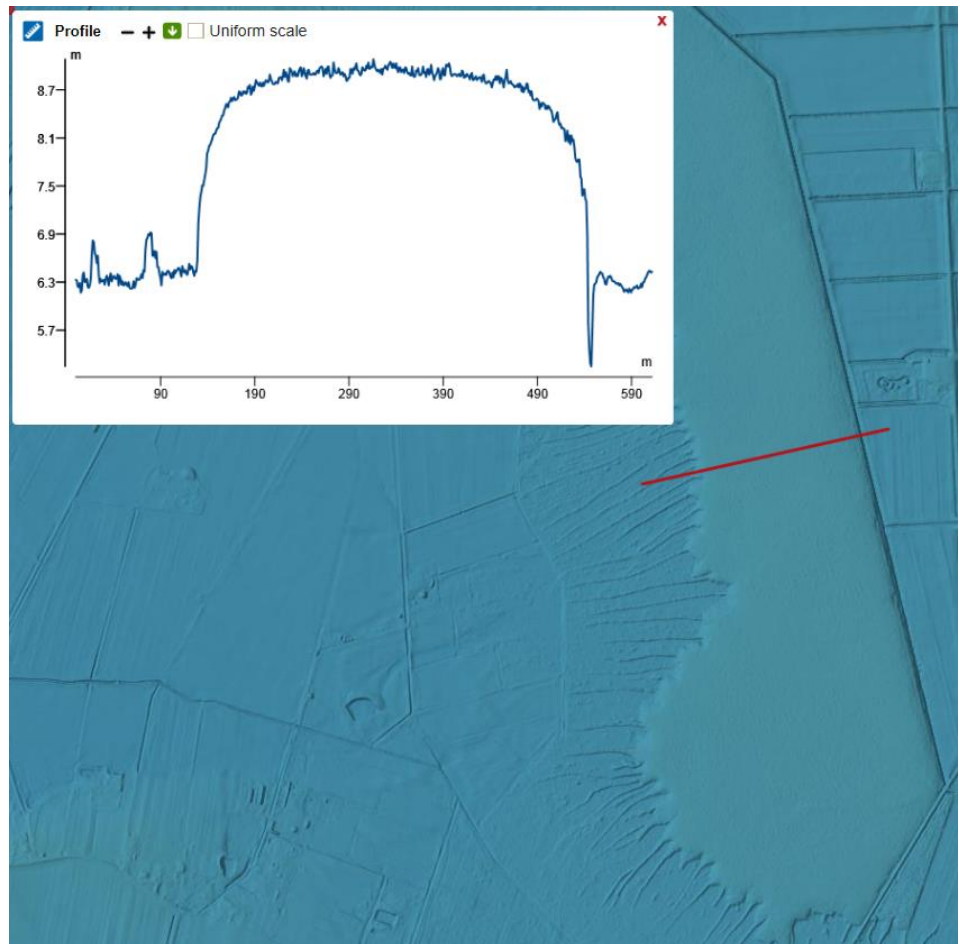
Den første landsdækkende luftfotografering i nutidig kvalitet er fra maj 1954 (Figur 4-2). Her kan man se gravefelter, tørvebænke, tørvebalke, arbejdsveje og dræn i græsfennerne, hvilket viser, at området er afvandet. Den nordlige del af projektområdet har desuden ændret udseende i forhold til tilstanden på Figur 4-1.



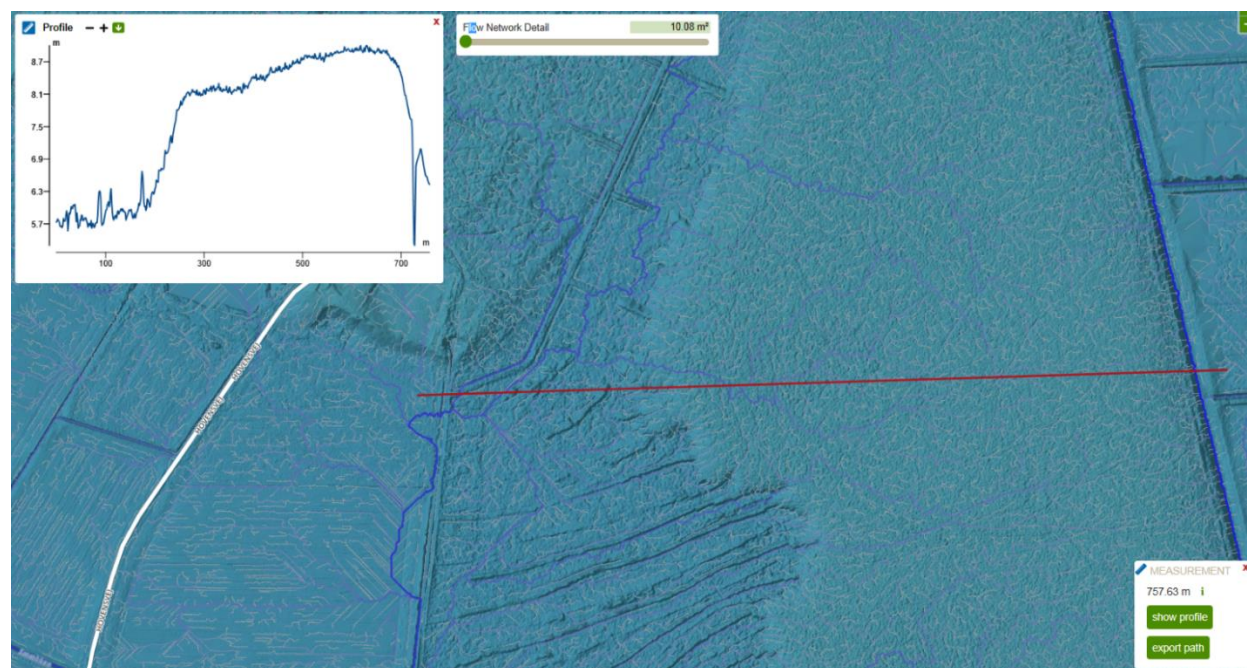
Figur 4-2 Udsnit af ortofoto fra maj 1954 (DDOLand 1954) med fremhævnning af projektområdet med rød streg.

På Figur 4-3 og Figur 4-4 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

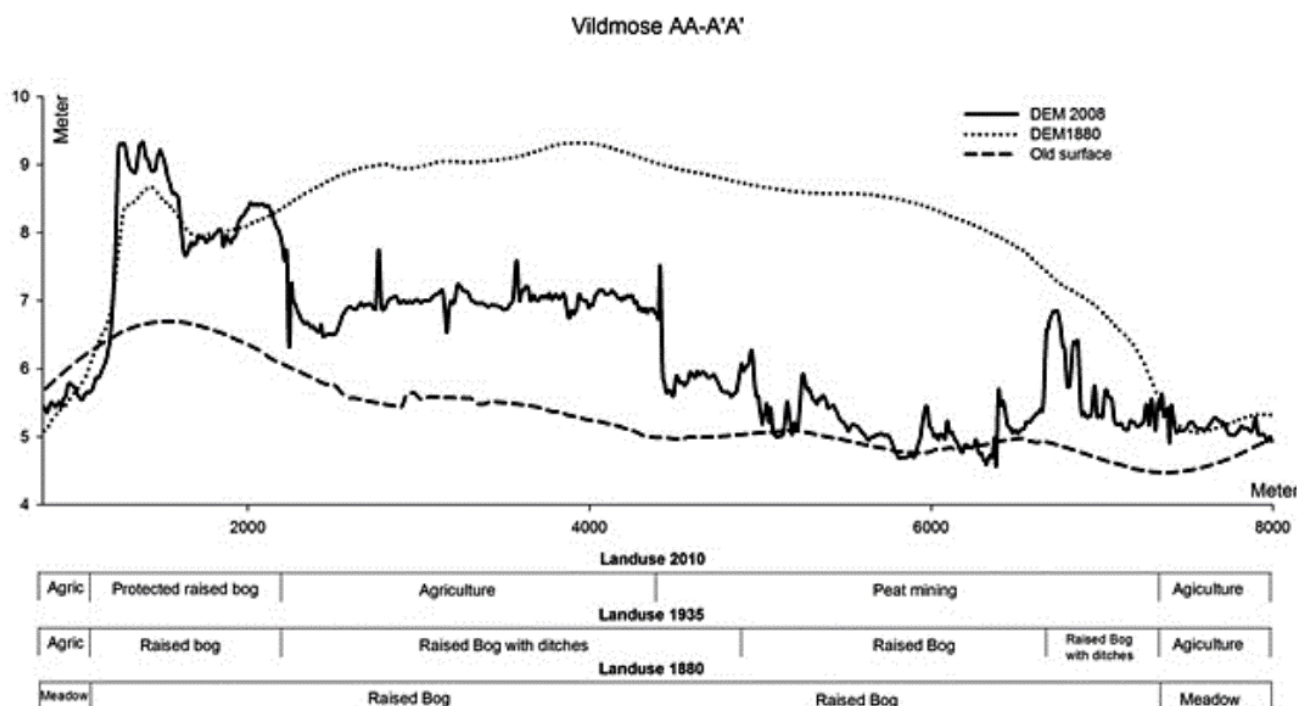
hvordan vandet løber på terræn (strømningsvejsanalyse). Tværsnittet viser, at der har været en kraftig afgravning af mosen fra både øst og vest. Dette har resulteret i, at mosen har sat sig i kanterne, hvorved der langsomt er ved at danne sig en ny laggzone. Dette kan nu ses som en begyndende opvækst af træer. Denne udvikling vil fortsætte og med tiden medføre, at randskoven vil brede sig helt ind over mosen.



Figur 4-3 *Figur som viser en profillinje på tværs af mosen i programmet SCALGO Live. Tværsnittet af mosen på den angivne placering gengives på diagrammet øverst til venstre. Her fremgår højde- og hældningsforskelle.*



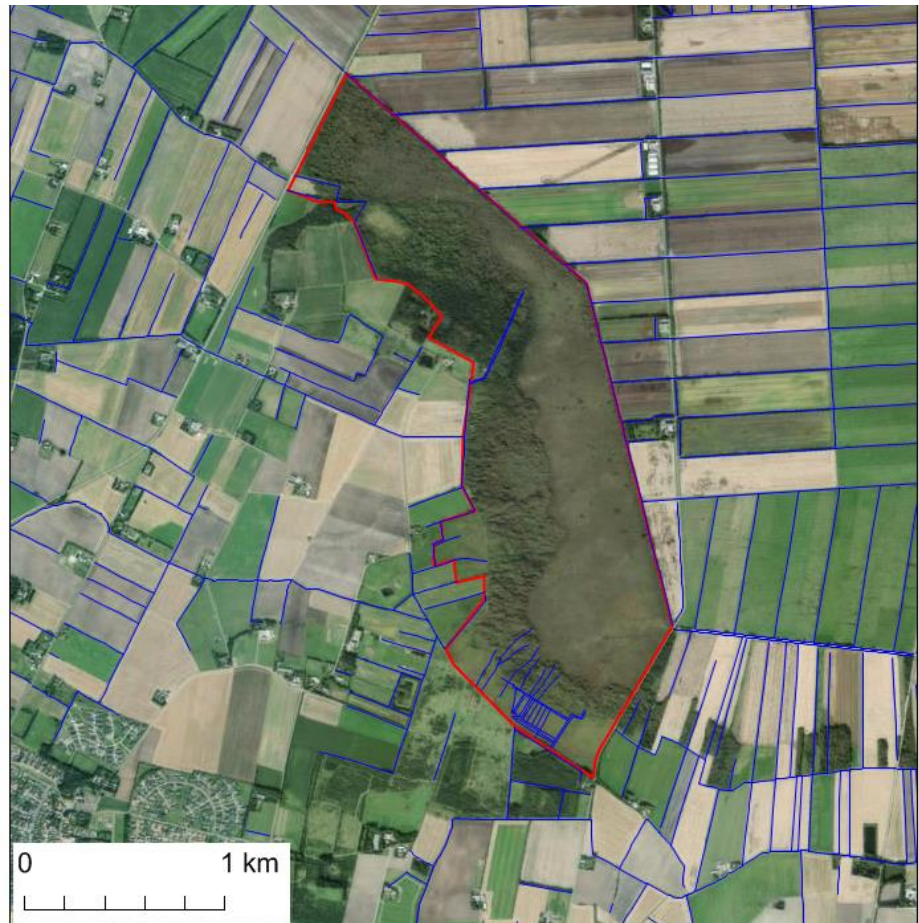
Figur 4-4 Eksempel på V-Ø gående tværsnit gennem et sydligere delområde i Store Vildmose. Derudover ses en strømningsvejsanalyse, der viser vandets strømning på terrænoverfladen (SCALGO Live).



Figur 4-5 Ændringer i jordoverfladens højde som følge af sætninger og delvise bortgravninger fra 1880 til 2006 i et 8 km langt transekt igennem Store Vildmose i Nordjylland. "Old surface" er littorinahavets overflade, dvs. sand, mens DEM2006 højder fra laserscanning af overfladen i 2006 og DEM1880 er koter fra bykortet, som ligger til grund for målebordsbladene fra 1880-erne. Greve, M.H. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, upubliceret.

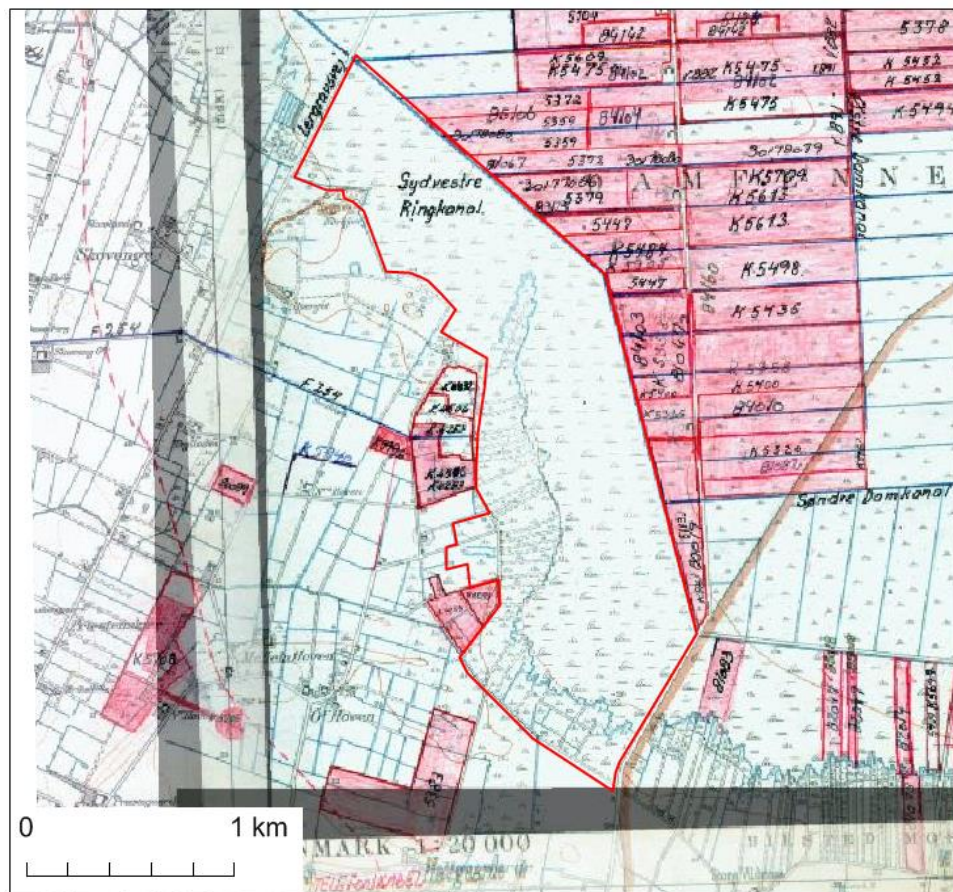
4.2 Vandløb, grøfter og dræn

Der er ud fra historiske kort, luftfoto, højdemodeller, og observationer i felten optegnet forløb af vandløb og grøfter inden for projektområdet. Disse følger stort set matrikelskellene uden for projektområdet. Inden for projektområdet ses kun enkelte grøfter. Langs den østlige grænse løber en dyb kanal. På Figur 4-6 er vist de optegnede vandløb og grøfter.



Figur 4-6 Vandløb og grøfter inden for og nær projektområdet

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 især øst for projektområdet, se Figur 4-7.

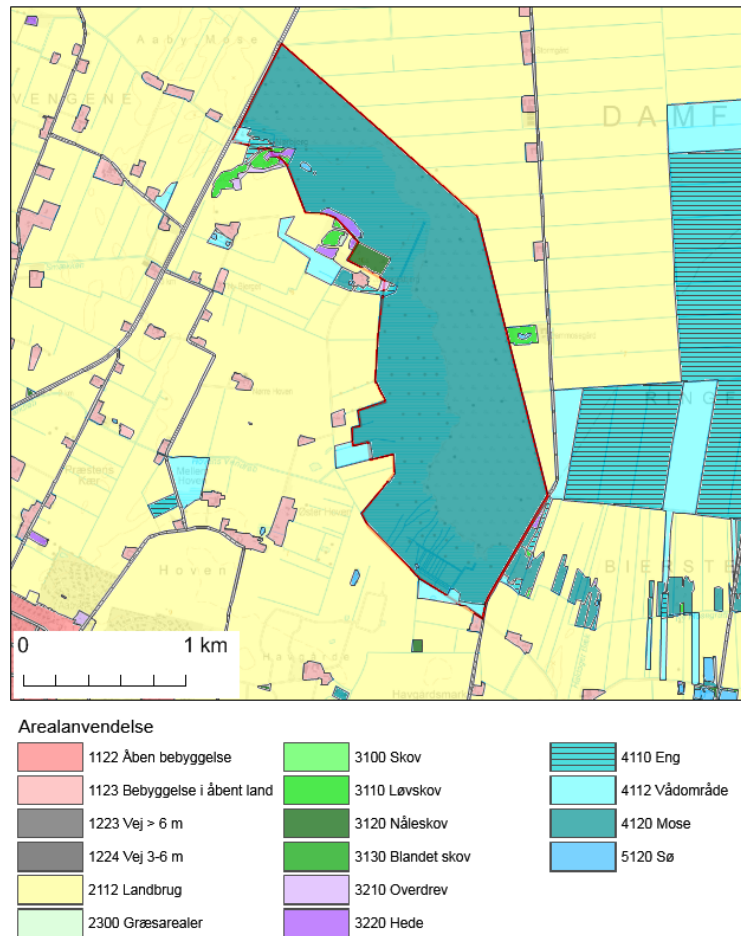


Figur 4-7 Drænplaner nær projektområdet. Der er ingen drænplaner inden for projektområdet, men mange på de tilstødende arealer. Projektområdet er vist omkranset af en rød streg.

4.3 Arealanvendelse

Den overordnede nuværende arealanvendelse i området omkring projektområdet er beskrevet ved hjælp af AIS arealanvendelseskort (Miljøministeriet¹) og er vist på Figur 4-8.

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



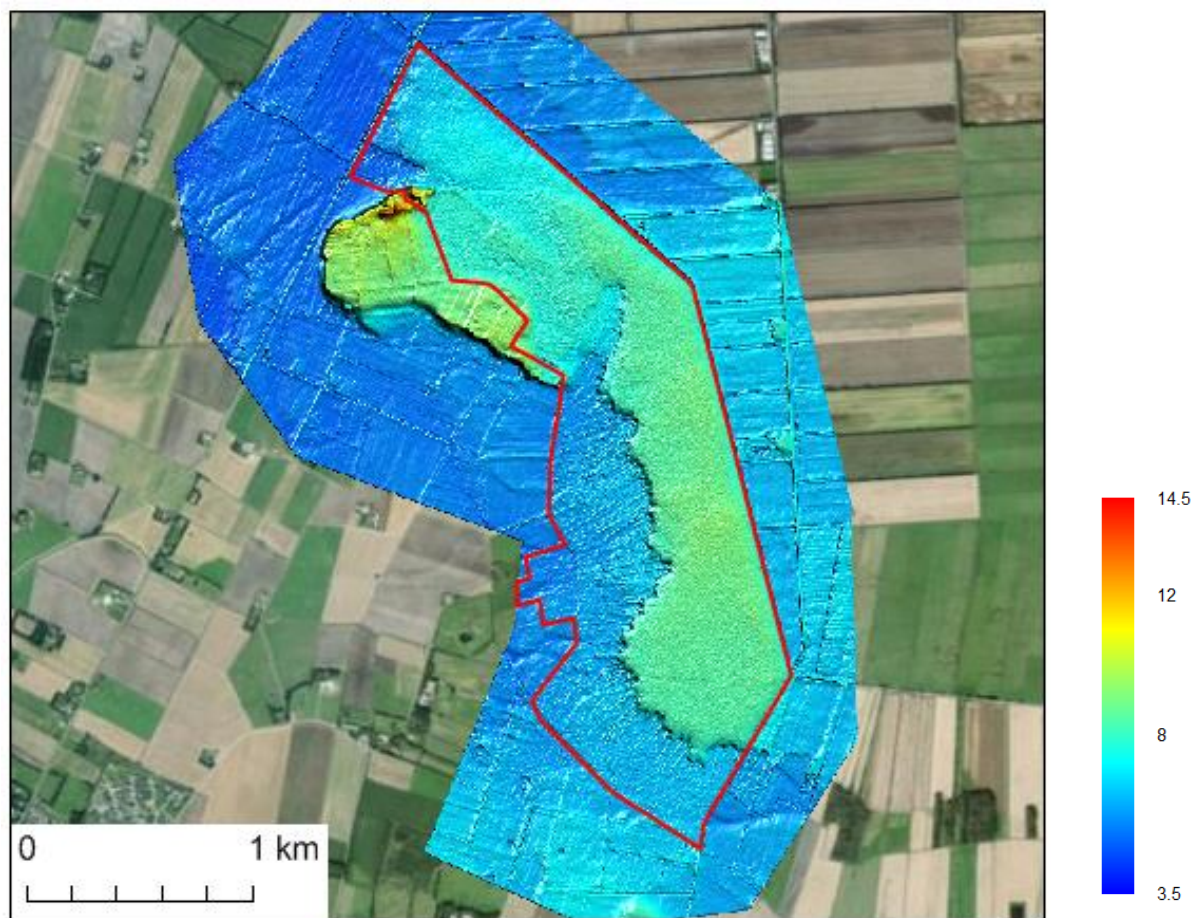
Figur 4-8 AIS arealanvendelseskort omkring projektområdet.

Arealanvendelseskortet viser, at projektområdet primært består af mose med små indslag af nåleskov, hede, eng og vådområde i den vestlige del.

De områder, der grænser op til projektområdet, består primært af landbrug og mod øst desuden eng/vådområde.

4.4 Topografi og potentialeforhold

For projektområdet er Danmarks nyeste højdemodel fra 2014-15 benyttet. Denne højdemodel har en opløsning på 0,4 m og er vist på Figur 4-9. Af højdemodellen fremgår, at den østlige del af projektområdet ligger højere end resten af omgivelserne. Det højeste punkt findes på moræneknolden lige nordvest for projektgrænsen.



Figur 4-9 Danmarks Højdemodel fra 2014 for projektområdet (opløsning 0,4 m).

Grundvandspotentialeforholdene ved projektområdet er undersøgt ud fra eksisterende data i form af Nordjyllands Amts regionale potentialekort, se Figur 4-10. Det regionale potentialekort formodes at repræsentere forskellige magasiner og er dannet på baggrund af både pejlinger i sandaflejringer og kalkaflejringer.



Figur 4-10 Nordjyllands Amts regionale potentialekort med isolinjer for hver meter.

Det ses, at potentialelinjerne falder fra nordøst mod sydvest, og at grundvandspotentialet i projektområdet falder fra +7 m mod nord til +5,5 mod syd.

4.5 Grundvandsindvinding

Der er lavet et udtræk af alle aktive indvindingsanlæg og -boringer fra GEUS's Jupiterdatabase for området omkring projektområdet. De større anlæg (dvs. ikke enkelthusholdningsanlæg) er vist på Figur 4-11.



Figur 4-11 Større aktive indvindingsanlæg (gul trekant) og -boringer (lys blå prik) nær projektområdet.

Som det kan ses af figuren, findes der 2 anlæg med store tilladelser i nærheden af projektområdet; nemlig Aabybro Vandværk – hhv. Kærvejværket og Vildmoseværket.

Kærvejværket er beliggende syd for projektområdet, og den tætteste indvindingsboring ligger ca. 1200 m fra projektområdet. Her er der senest indberettet en indvinding på 228.680 m³ i år 2016, og anlægget har en tilladelse på 299.000 m³/år indtil 2018. Anlægget indvinder fra flere boringer, som ifølge borerapporterne overvejende er filtersat i kalk med sand og grus til terræn.

Vildmoseværket er beliggende syd for projektområdet og den tætteste indvindingsboring ligger ca. 1600 m fra projektområdet. Her er der senest indberettet en indvinding på 306.808 m³ i år 2016 og anlægget har en tilladelse på 273.800 m³/år indtil 2038. Anlægget indvinder fra flere boringer, som overvejende er filtersat i kalk med sand og grus til terræn og med mindre indslag af lerlag mellem kalken og sandlagene.

Sænkningsberegning

Vi har lavet en overslagsberegning over, hvor stor en sænkning indvindingen fra de fire indvindinger potentielt kan forårsage ved projektområdet.

Vi har foretaget nogle antagelser om det primære magasins beskaffenhed som basis for overslagsberegningerne. Beregningerne er foretaget med en transmissivitet på $T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, hvilket svarer til et normalt ydende magasin, og med et magasintal på hhv. $S = 1 \cdot 10^{-4}$ for Kærvejværket, som har borer filteret i et frit magasin og $S = 1 \cdot 10^{-3}$ for Vildmoseværket, som har borer filteret i et semi-spændt magasin.

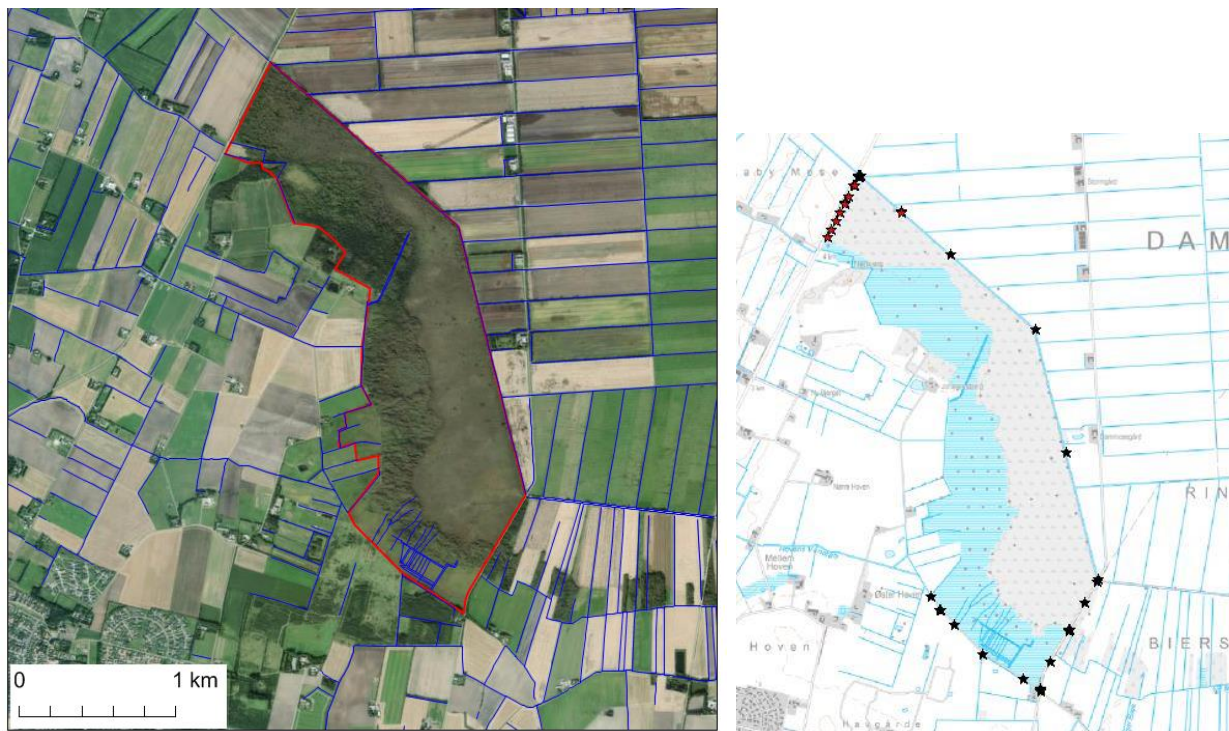
For Kærvejværket er en indvindingsmængde på 299.000 m³/år anvendt, hvilket svarer til vandværkets tilladelse. Det er antaget, at sænkningen stabiliserer sig efter omtrent 2 uger til 1 måned, som følge af lækage fra andre magasiner. Dette giver en sænkning på omtrent 5-15 cm ved projektområdet tættest på anlægget ved anvendelse af Theis ligning.

For Vildmoseværket er indvindingsmængden på 273.800 m³/år anvendt, hvilket svarer til vandværkets tilladelse. Det er antaget, at sænkningen stabiliserer sig efter omtrent 2 uger til 1 måned, som følge af lækage fra andre magasiner. Dette giver en sænkning på omtrent 30-50 cm ved projektområdet tættest på anlægget ved anvendelse af Theis ligning. Beregningerne viser således, at der kun er en mindre risiko for påvirkning af projektområdet fra begge anlæg.

5 Undersøgelser og databehandling

5.1 Grøfteopmåling

Der er ud fra historiske kort, luftfoto, højdemodeller, og observationer i felten optegnet forløb af vandløb og grøfter inden for projektområdet. Disse følger stort set matrikelskellene uden for projektområdet. Inden for projektområdet ses kun enkelte grøfter. Længs den østlige grænse løber en dyb kanal. Jammerbugt Kommune har, i forbindelse med LIFE 2014 projektet, foretaget en opmåling af grøfterne i projektområdet, hvor bund af grøft, vandspejlskote i grøft er registreret. På Figur 4-6 er vist de optegnede vandløb og grøfter, samt hvor der er sket opmåling.



Figur 5-1 Vandløb og grøfter inden for projektområdet. Til højre ses punkter for opmåling af grøfter.

5.2 Pejling af det terrænnære grundvandsstand

Vi har etableret to pejlerørsprofiler på højmosen med manuel aflæsning af vandstanden. Profilerne består af seks pejlerør i sammenhæng med fire loggere, der kontinuerligt måler vandstanden. Her er lavet pejlinger af det terrænnære grundvand i området som håndpejlinger i Ø63 piezometerrør fastsat på et galvaniseret ½" rør. Alle piezometerrør er filtersat omtrent 1,5 m. under terræn

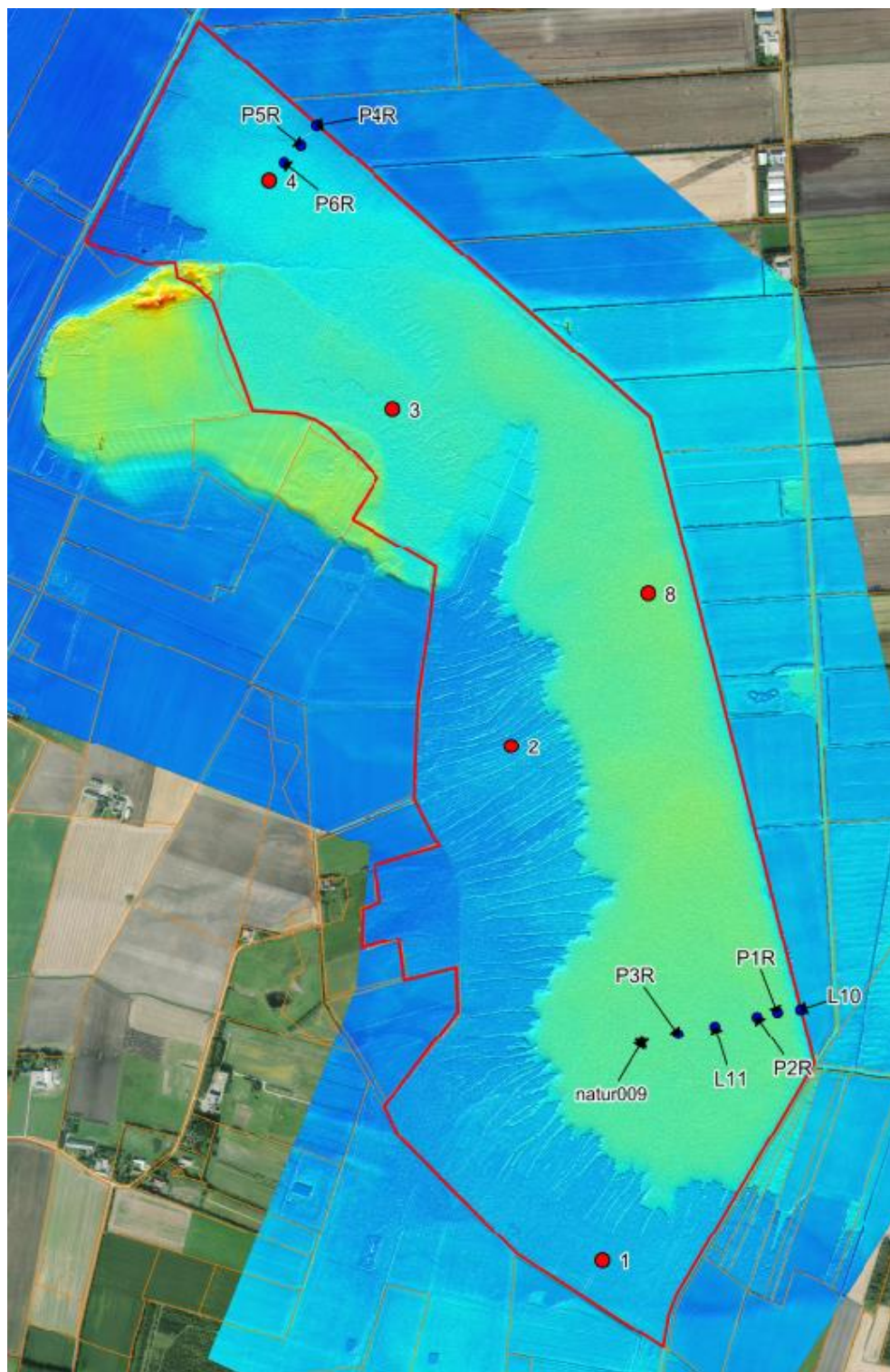
Vandspejlet er pejlet tre gange i foråret 2017 (6. marts, 6. april, 8. maj) samt d. 3. juni, 5. september og 8. december.

Derudover findes andre vandstandsloggere i området, som vi har tømt i flere omgange, analyseret og fremstillet figurer for, senest d. 8.12 2017.

Figur 5-2 og Figur 5-3 viser placeringen af pejleprofiler og vandstandsloggere.



Figur 5-2 Placering af pejleprofiler og vandstandsloggere

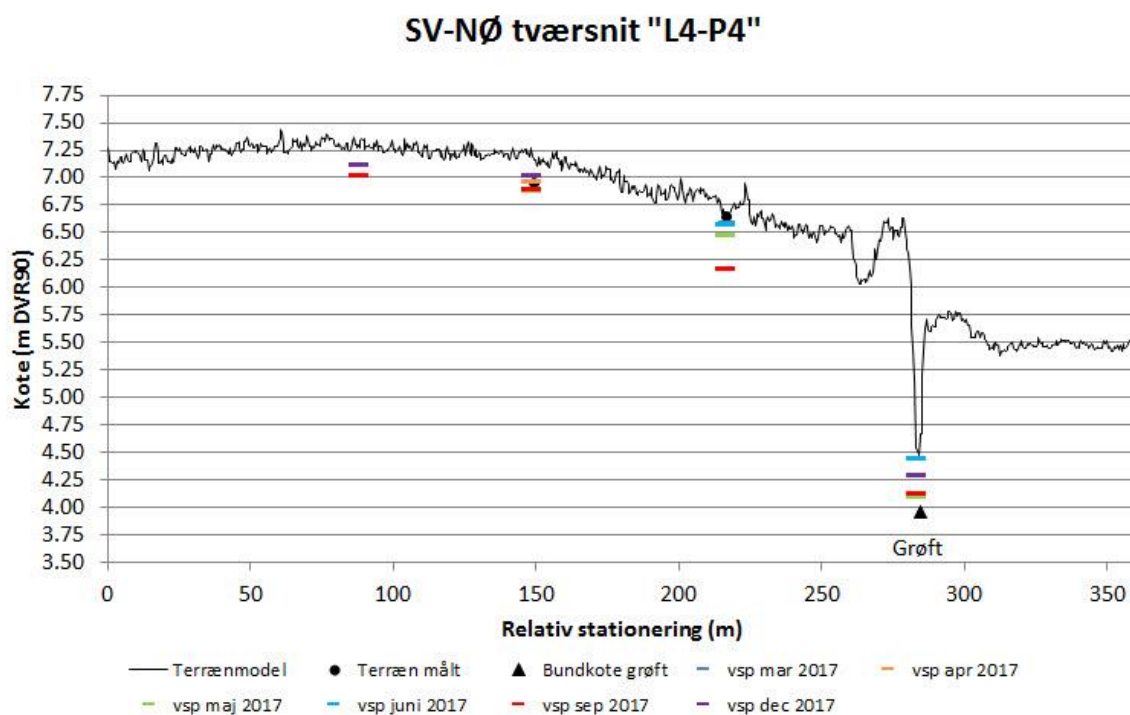


Figur 5-3 Placering af eksisterende vandstandsloggere (røde cirkler) samt nyopsatte pejle-
rør og loggere (blå cirkler) vist på Danmarks Højdemodel fra 2014.

5.2.1 Pejleprofiler

Figur 5-4 viser de indmålte vandspejle på det nordlige transekt. På figuren ses en sort streg, som repræsenterer terrænoverfladen. Den er et udtræk fra højdemodel-
len. Højdemodellens validitet er tjekket ved at indmåle terrænet med GPS i de

punkter, hvor der er sat pejlerør. Disse punkter repræsenteres med de sorte prikker på pejleprofilen. Bunden af grøften/afvandingskanalen er ligeledes indmålt med GPS og vist som en sort trekant. De registrerede vandstande er vist med en streg. Hvert registreringstidspunkt har sin egen farve.



Figur 5-4 Indmålte vandspejle i marts, april, maj, juni, september og december på det nordlige transekt (SV – NØ)

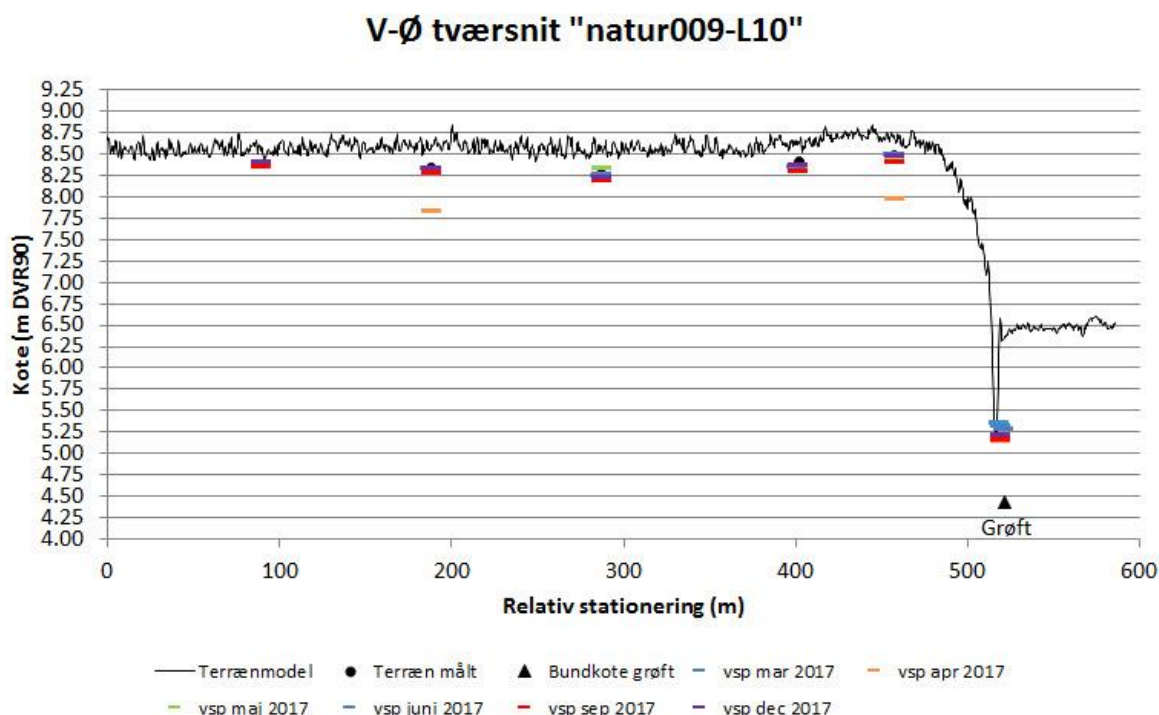
Måledata er angivet i Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Transekt Nord: Indmålte vandspejle med koter i meter ²

ID pej- ling	Sta- tion	vsp mar 2017	vsp apr 2017	vsp maj 2017	Vsp juni 2017	Vsp sept. 2017	Vsp dec. 2017
L4	88			7,02		7,02	7,12
P6	149	7,03	6,97	6,88	7,03	6,9	7,03
P5	216	6,59	6,59	6,49	6,59	6,18	6,58
P4	285	4,45	4,13	4,1	4,45	4,13	4,3

Den tilsvarende figur for pejleprofilen i det sydlige område er vist nedenfor.

² Alle koter i forundersøgelsen er angivet i m DVR90 medmindre andet er nævnt



Figur 5-5 Indmålte vandspejle i marts, april, maj, juni, september og december i det sydlige transekt (V - Ø)

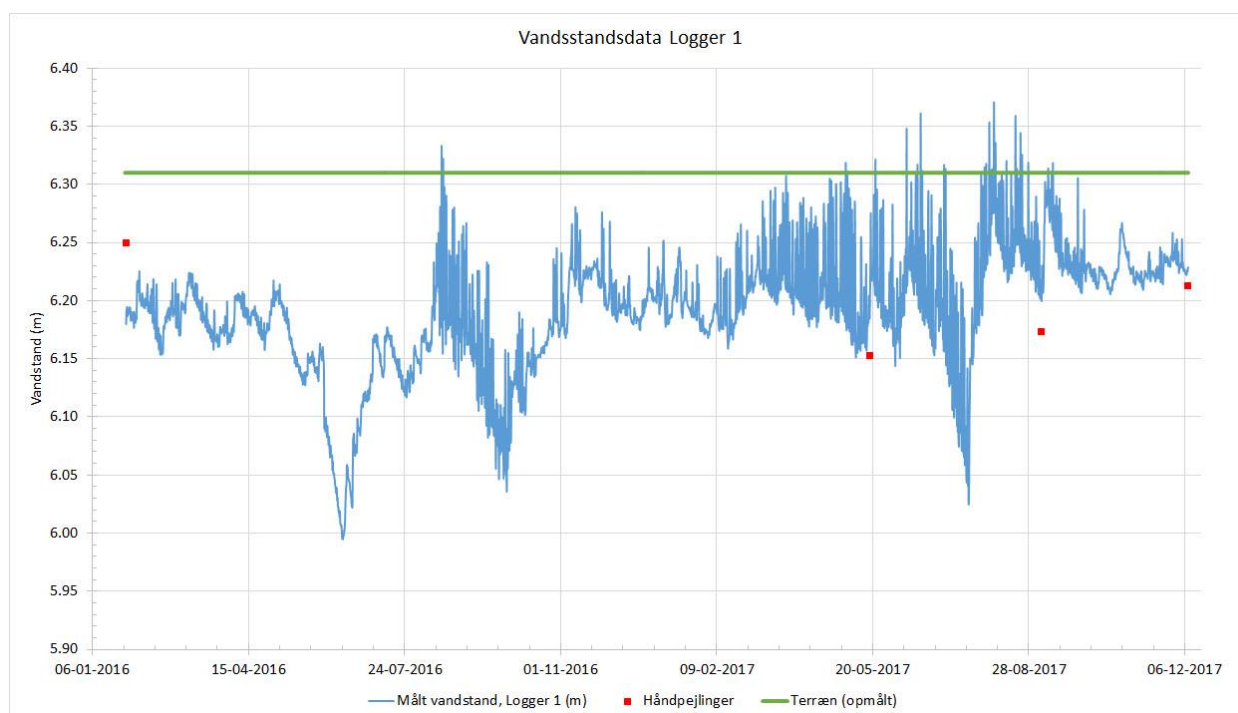
Som det ses af pejleprofilerne fra mosefladen stiger årstidsvariationen i målingerne i det nordlige profil jo tættere vi kommer på afvandingskanalen. Dette indikerer en markant og relativt hurtig afvandning fra kanalen i tørre perioder af året. Til gengæld er vandstanden i større afstand fra kanalen tilsyneladende stabil og meget nær terræn med en enkelt undtagelse (P3, april). Det sydlige profil viser samme tendens, men her ses også faldende vandspejl på mosefladen/i større afstand fra kanalen henover sommeren. Pejlingerne i maj er ved flere tilfælde lavere eller på niveau med september, hvilket formentlig skyldes kombinationen af en nedbørsfattig vinter og tør maj samt en meget regnfuld sommer. I normale år vil tendensen til faldende vandspejl henover sommeren formentlig være mere udtalt, på trods af mosens evne til at holde på vandet. I 2017 var afvandingen af højmosen fra grøften mod øst tilsyneladende ophørt i en afstand på ca. 110 m vest for grøften.

Tabel 5-2 Transekt Syd: Indmålte vandspejle med koter i meter DVR90

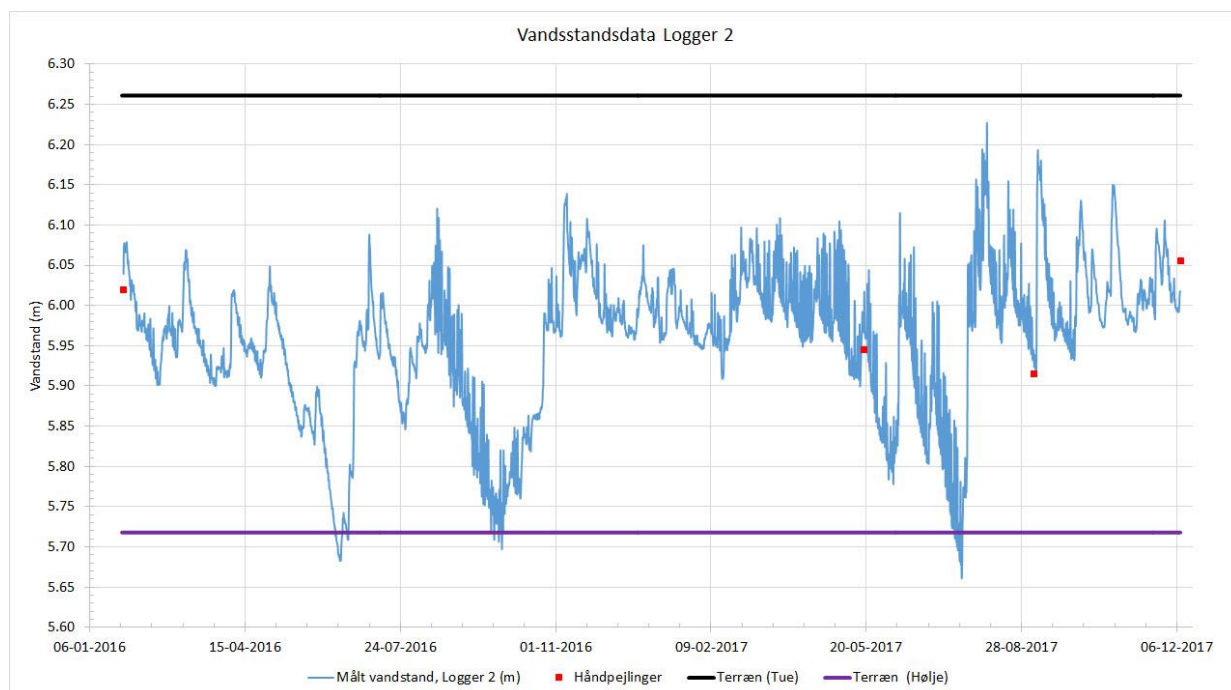
ID pej- ling	Stati- on	Vsp mar 2017	Vsp apr 2017	Vsp maj 2017	Vsp juni 2017	Vsp sept. 2017	Vsp dec. 2017
natur009	90			8,36		8,36	8,41
P3	188	8,34	7,85	8,31	8,34	8,29	8,34
L11	287	8,28	8,21	8,34	8,25	8,21	8,24
P2	401	8,36	8,33	8,34	8,36	8,32	8,38
P1	457	8,51	7,99	8,45	8,51	8,42	8,49
L10	520	5,33	5,15	5,18	5,36	5,17	5,23

5.3 Vandstandsloggere

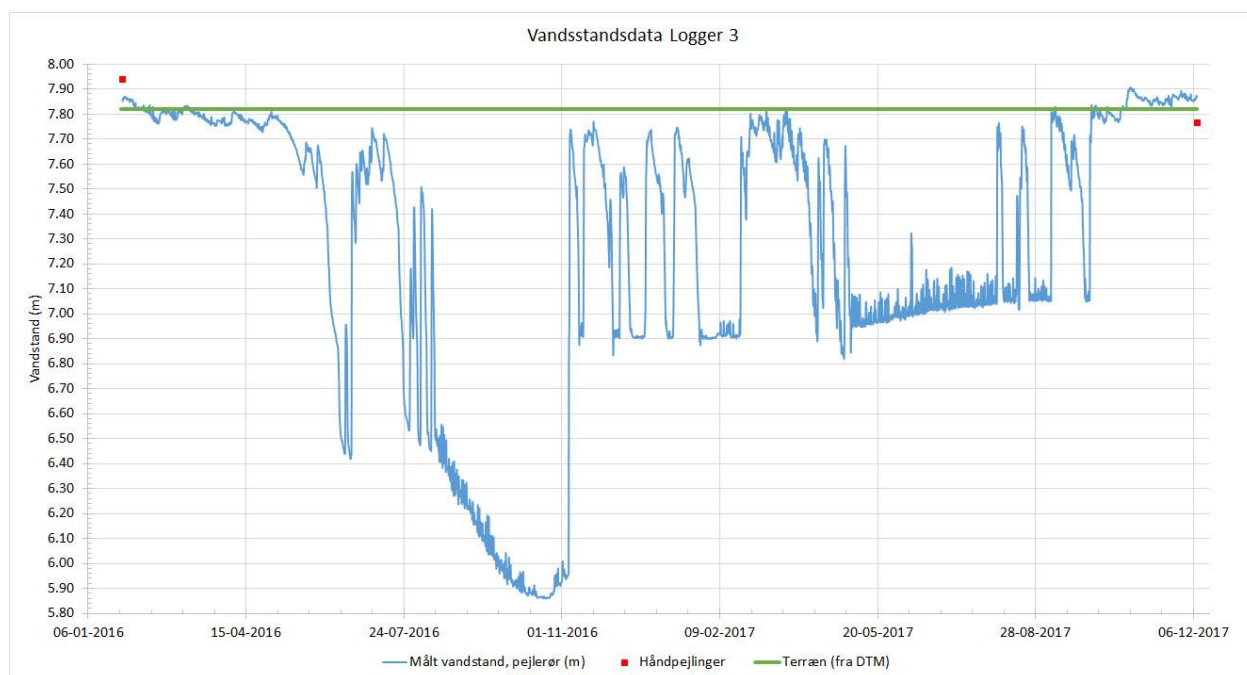
Der er etableret syv dataloggere, der kontinuerligt måler vandstanden i mosen (se Figur 5-2): Jammerbugt Kommune har etableret fem loggere, der har monitoreret grundvandstanden siden januar 2016. Data fra logger 3 tyder på en fejl i denne logger, og vi har derfor set bort fra den. Loggeren bliver sandsynligvis tørlagt om sommeren. Naturstyrelsen har en logger, der ligeledes har kørt siden januar 2016, samt tidligere i en periode fra 2008-2015. I februar 2017 blev der desuden etableret to loggere, som en del af nærværende LIFE-projekt. Uheldigvis viste de nyindkøbte loggere sig at være beskadigede, så de måtte skiftes, og data kasseres. Der er således kun loggerdata fra d. 4. juni 2017 for disse to loggere (L10 og L11).



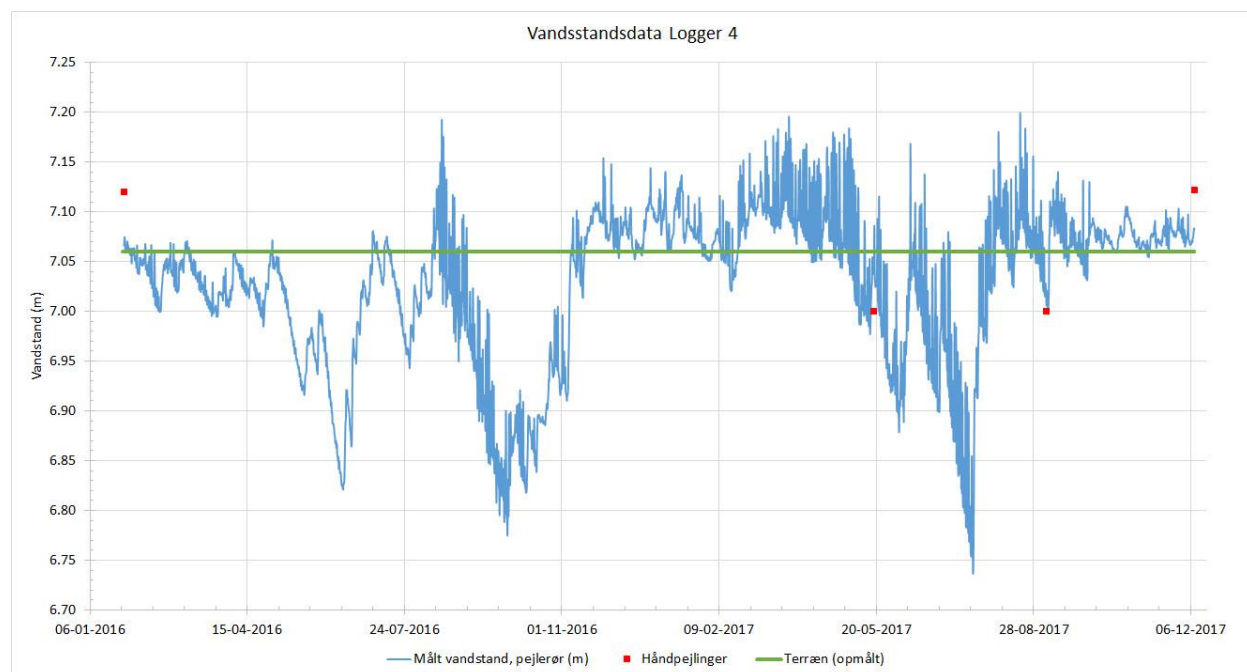
Figur 5-6 Målinger fra datalogger (L1) som er placeret på engen i projektområdets sydlige del, (m DVR90).



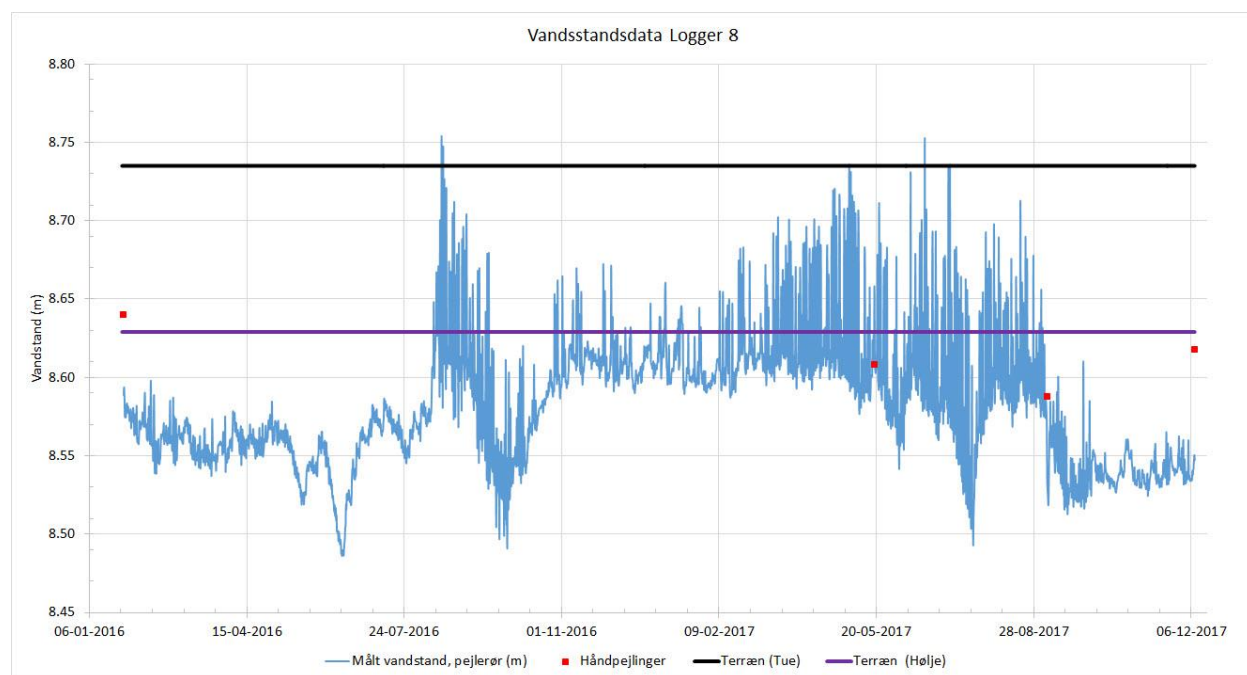
Figur 5-7 Vandstanden ved datalogger (L2), som er placeret i laggzonen i projektområdets vestlige del. (m DVR90). Her er stor variation i terrænniveauet, så der er målt og vist dels bunden af en højle og toppen af en tue.



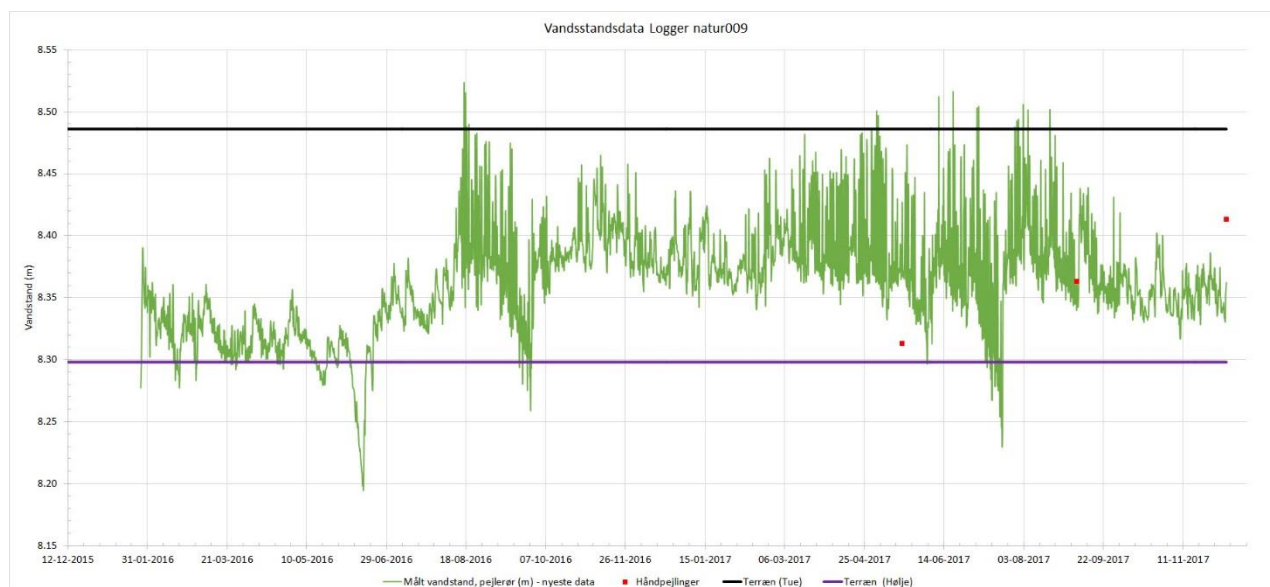
Figur 5-8 Vandstanden ved kommunens datalogger (L3), som er placeret i den tilgroede kantzone i projektområdets nordvestlige del. (m DVR90). I vinterhalvåret er der stabil vandstand omkring terræn, men i foråret ser det ud til at der sker en hurtig tørlægning af pejlerøret. Muligvis er der en fejl på loggeren.



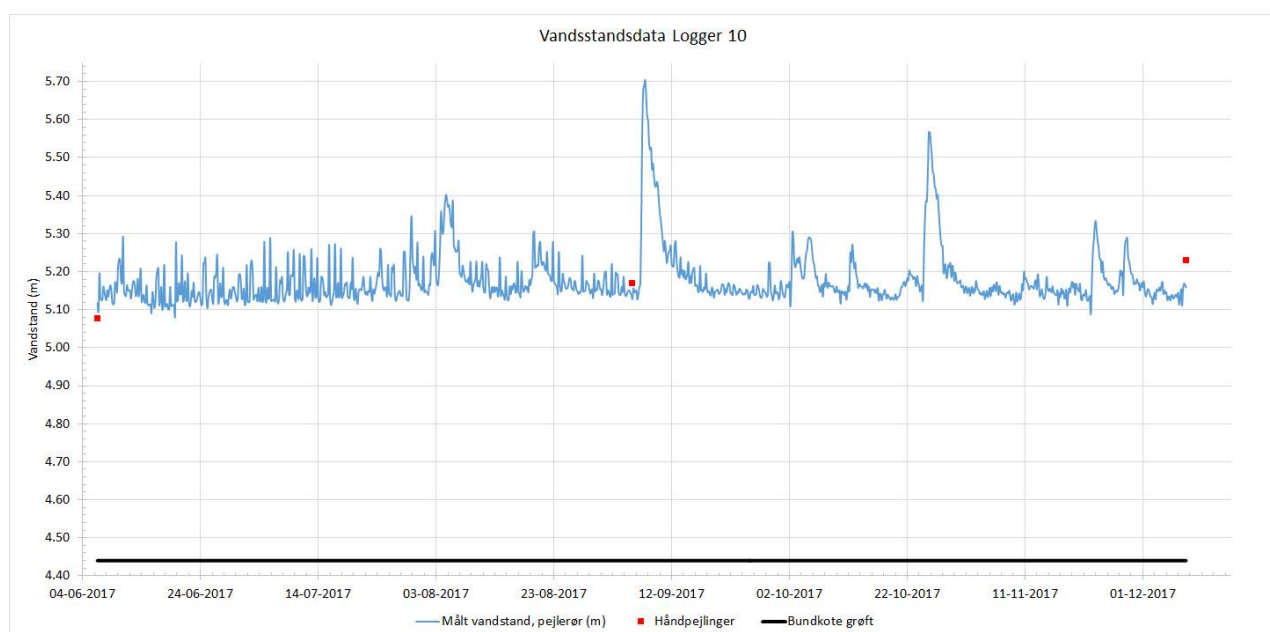
Figur 5-9 Vandstanden ved datalogger (L4), som er placeret pejlerørstraceet i projektområdets nordlige del. (m DVR90).



Figur 5-10 Vandstanden i datalogger (L8), som er placeret på højmossefladen i projektområdets midterste, østlige del. (m DVR90). Her er mindre variation i terrænniveauet, men der er målt og vist dels bunden af en højle og toppen af en tue.



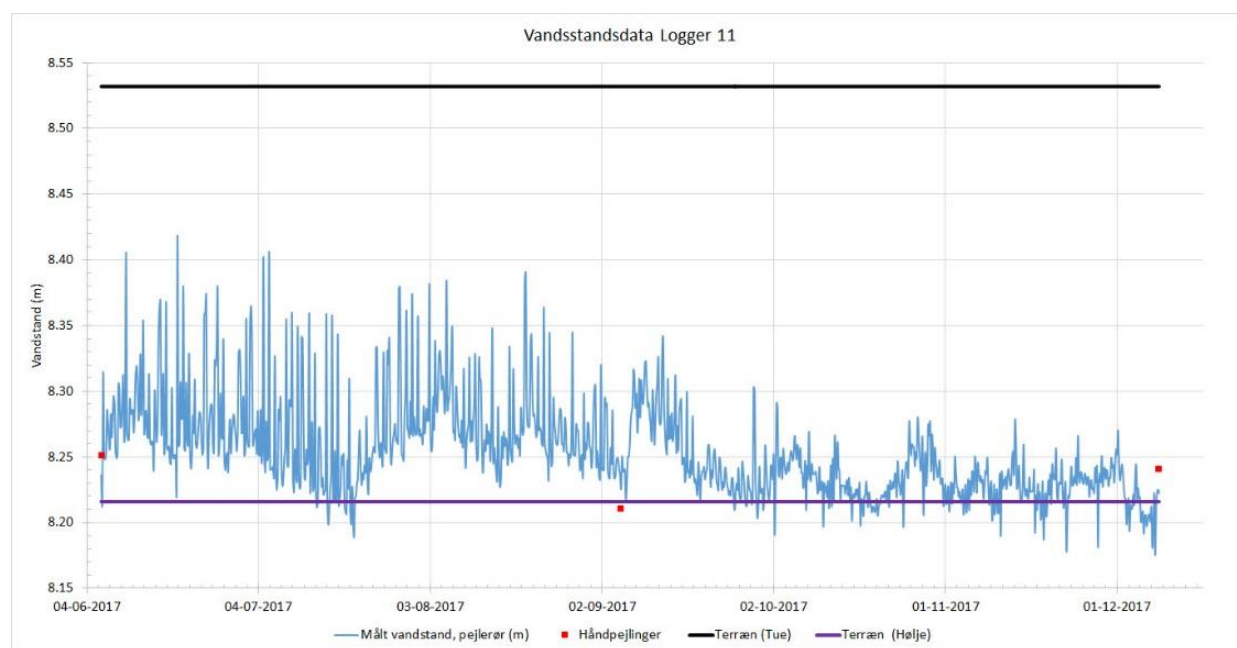
Figur 5-11 Vandsstandsmålinger fra Naturstyrelsens datalogger (Natur009) på den sydlige del af højmosen viser et vandspejl som flukturerer meget lidt omkring kote 8,35 m DVR90, ca. 10-15 cm under terrænniveau. Her er ca 20 cm's variation i terrænniveauet, hvilket er indmålt dels som bunden af en højle og toppen af en tue.



Figur 5-12 Vandsstanden ved datalogger (L10), som er placeret i siden af afvandingskanalen i projektområdets sydøstlige del. Vandstand var meget stabil, 65-70 cm over grøftens bund. Koten på højmosen er 6,5 m DVR90, blot 60 meter mod vest, stigende til kote 7,25 m 200 meter mod vest. Der ses et par markante stigninger ved store nedbørshændelser primo september og ultimo oktober.



Figur 5-13 Fotos af logger L8 i den nordlige del af højmosen og L10 på kanten af afvandskanalen.

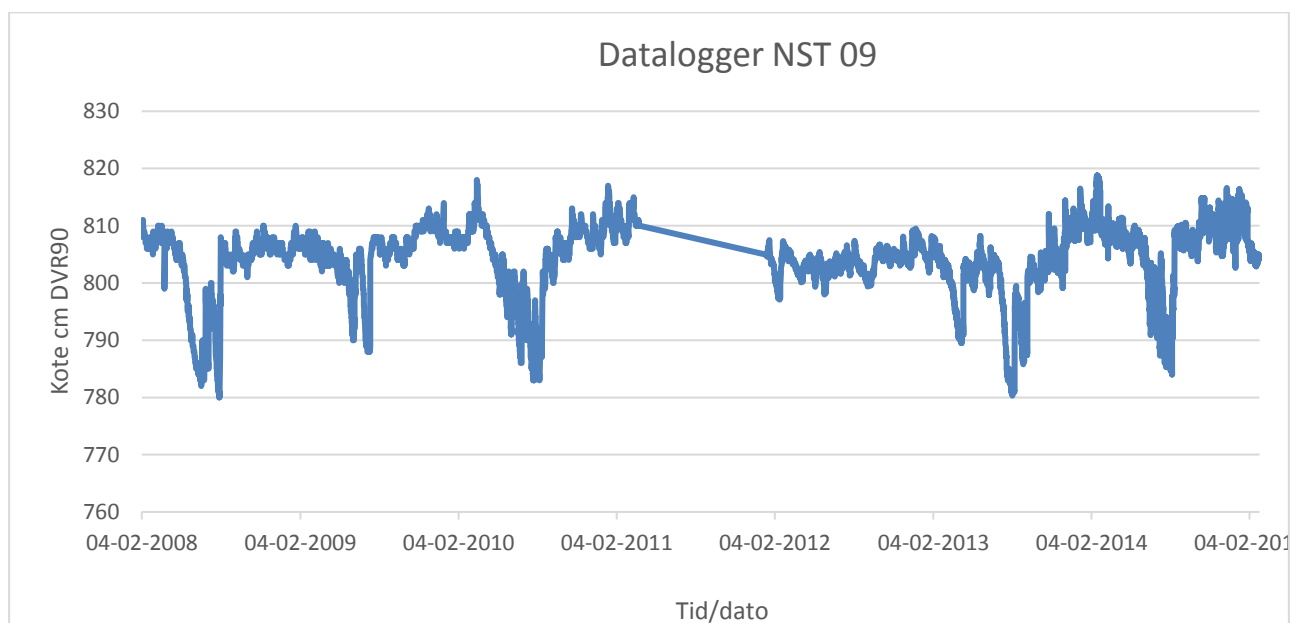


Figur 5-14 Vandstanden i datalogger (L11), som er placeret på højmosen i pejlerørstraceet i projektområdets sydlige del. Meget stabil vandstand i perioden omkring kote 8.2-8,3 m. DVR90, ca. 25 cm under maksimalt terrænniveau. Laveste højje er permanent våd. De mange små toppe kan skyldes, at det tager lidt tid, før forskelle i vandspejl mellem pejlerør og mose er blevet stabilt efter regn.

Målingerne viser, at vandstanden på højmosen (Logger 8, 9 og 11) i 2017 var meget stabil med en variation på blot ca. 20 cm i løbet af året. Vandspejlet på de tre punkter er hhv. ca. 10 – 30 cm under højmosens overfladekote, målt på en tue. Højjerne ligger således at der er vådt det meste af året. Det bemærkes, at de ny-

anskaffede loggere, L10 og L11, som blev opsat primo marts 2017, viste sig at være defekte. Inden det blev opdaget og der var bestilt og opsat nye loggere var det blevet 3. juni. De få og små svingninger synes usædvanlige, men må skyldes den meget våde sommer. Til sammenligning vises Figur 5-15 med "historiske data" fra L09 fra perioden 2008-2015. Her ses med undtagelse af 2012 markant større svingninger i vandstanden, idet der er et fald på typisk ca. 25 cm om sommeren. I 2017 har nedbørsmængderne i sommerens løb været tilstrækkelig til at holde "tørvesvampen" vandmættet.

Områderne omkring logger 1 og 2 i laggzonen i projektområdets vestlige del viser en mose med kontakt til det minerogene grundvand. Loggerne viser tydelige års-tidssvingninger med vandspejlsfald i sommerperioden og et vandspejl tættere på terrænniveau (gennemsnitlige niveau hhv. 10 og 25 cm under terræn). Logger 3 viser som nævnt svingninger med op til 200 cm's forskel, så disse data er vist, men ikke brugbare.



Figur 5-15 Graf som viser "historiske" data fra Natur009 fra perioden februar 2008-februar 2015. Der mangler data fra 2011, men de fleste år ses, i modsætning til 2017, et markant fald i vandstanden om sommeren på ca. 25-30 cm. (Data fra MST).

Logger 4 står i den nordlige del af højmosen i et område, som stadig har vegetation med højmosekarakteristika, men området er under massiv tilgroning. Her fluktuerer vandstanden som i loggerne 1 og 2 også omkring 30 cm fra ca. 15-45 cm under terrænniveau. Sammenlignes målingerne fra højmosen med målingerne fra kanten af mosen, hvor tørvelaget er reduceret kraftigt, (se Figur 5-6), ses den aktive højmoses evne til at holde på vandet tydeligt.

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

5.3.1 Vandbalance

Vandbalancen i et område kan beskrives ved ligningen

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

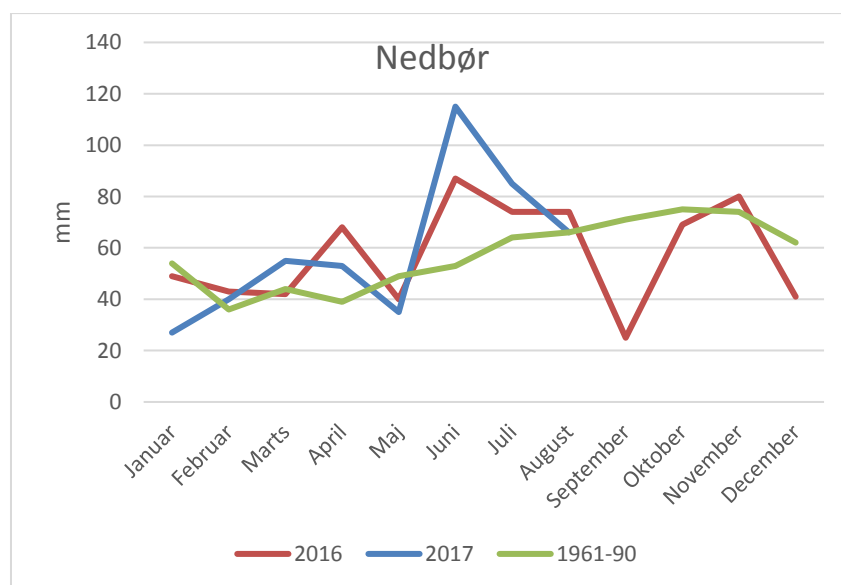
Her er N nedbørsmængden, F er summen af den aktuelle fordampning, A er den samlede afstrømning i dræn og vandløb, P er import/eksport af indvundet vand, mens ændringer i grundvandsmagasinet betegnes ΔR .

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

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, sætter vi den aktuelle fordampning lig med den potentielle fordampning. Nettonedbøren bliver derfor 276 mm.

De største nedbørsmængder falder om efteråret jf. Figur 5-16. Nedbøren i måleperioden i 2017 har været karakteriseret af en tør vinter uden snedække, efterfulgt af et forår lidt vådere end normalt, men med en ret tør maj måned. Herefter fulgte en meget våd sommer.

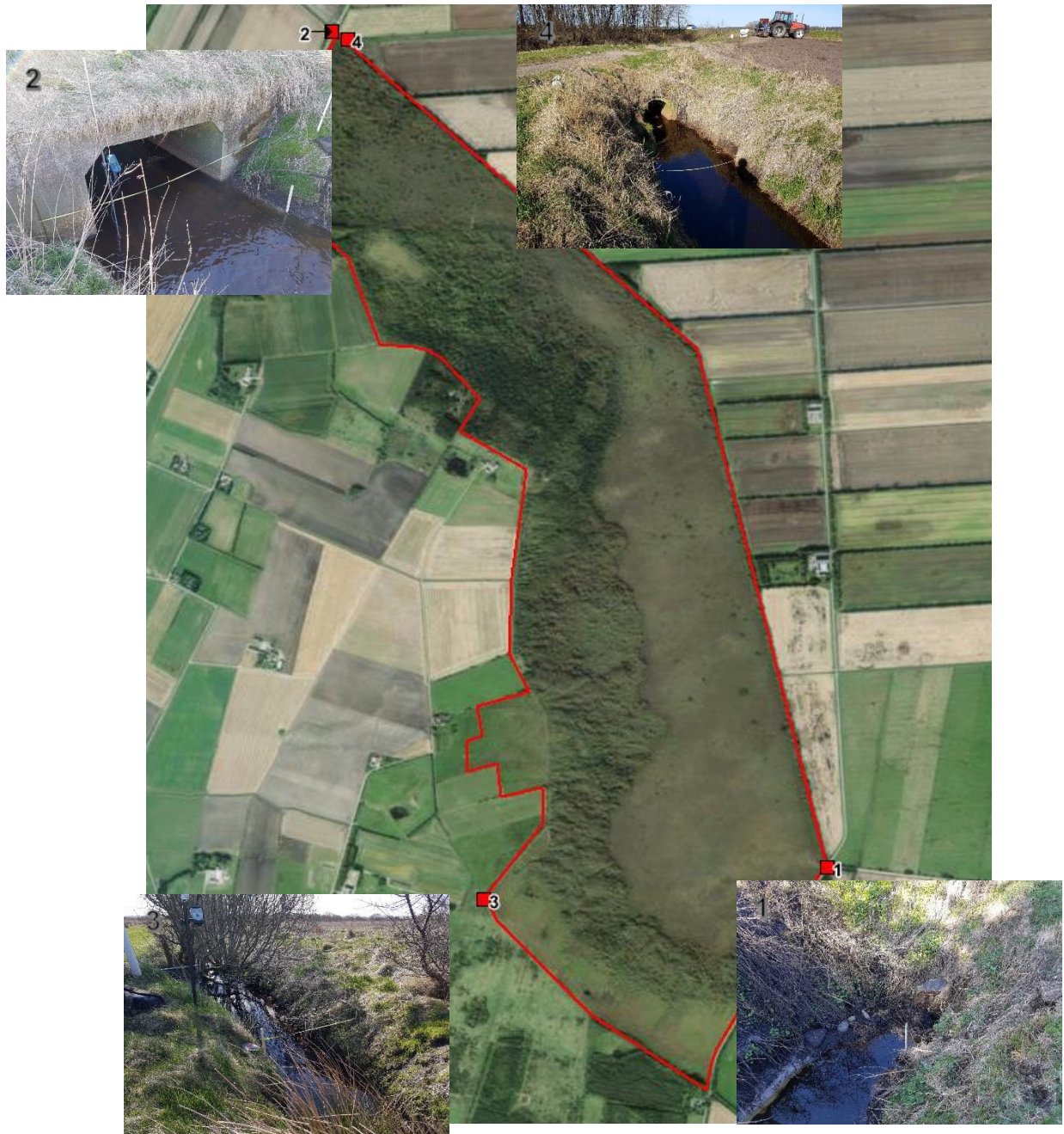


Figur 5-16 Månedsnedbør for hhv. 1961-90, 2016 og 2017 i Nordjylland (Kilde: DMI.dk)

5.3.2 Afstrømningsmålinger

Der findes ingen større vandløb ved projektområdet men en del diffus afstrømning mod vest, og en større samlende afstrømningskanal på østsiden. Der er ingen hydrometriske målestationer i de små vandløb omkring Store Vildmose.

Den 11. april og den 14. august 2017 har vi målt vandføringer på fire forskellige lokaliteter i grøfter og afvandingskanaler omkring mosen (se Figur 5-17).



Figur 5-17 Målesteder for vandføringsmålinger

Det havde regnet ca. 10 mm i april og 63 mm i august de sidste 14 dage op til målingerne.

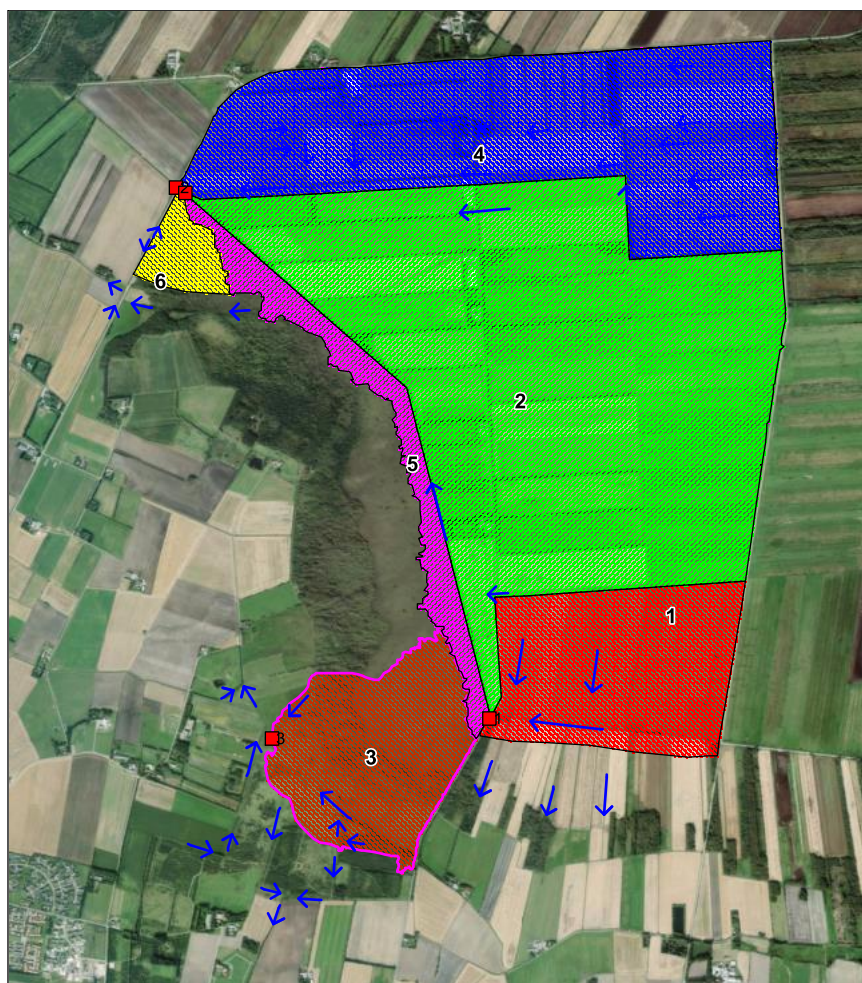
Resultaterne af målingerne fremgår af Tabel 5-3I målepunkt 1 var det ikke muligt at måle vandføringen i april måned, da flowet var meget lille, og tilløbet til broen var delvist stoppet til af plantedele. Vandføringen blev i stedet skønnet til 0,1 l/s. I august var vandføringen målbar, 1,0 l/s.

Tabel 5-3 Målte vandføringer og vandspejle d. 11. april og 14. august 2017

	April 2017		August 2017	
	Q (l/s)	VSP kote	Q (l/s)	VSP kote
Målepunkt 1	0,1	5,06	1,0	5,10
Målepunkt 2	35	3,73	27	3,97
Målepunkt 3	4	4,91	4	4,97
Målepunkt 4	10	3,75	7	3,96

5.3.3 Afstrømning

Til hvert enkelt af målepunkterne er oplandet blevet bestemt ud fra DTM fra 2014 samt en vurdering af strømningsveje i grøftesystemet. De kortlagte oplande er vist på Figur 5-18.



Figur 5-18 Oplande til målepunkter samt vandets strømningsretning i grøfter og kanaler.

Det bemærkes, at det topografiske opland godt kan afvige fra det hydrologiske opland, som påvirkes af, hvordan vandet strømmer gennem jordlagene. Hertil kommer, at hele netværket af grøfter på de dyrkede arealer på østsiden af mosen er forbundet. Det er således meget vanskeligt at afgrænse oplandene, da området er meget fladt. Hvis en grøft midlertidigt stoppes, vil vandet løbe andre veje og derved ændre oplandene.

Undersøgelsesområdet er det sydvestlige hjørne af den tidligere højmoser, hvor de centrale dele (øst for det nuværende) er blevet bortgravet. Moseplanet har i sin oprindelige form haft en svag hældning mod vest og sydvest. Som følge af afvanding og bortgravningen af tørv er mosen begyndt at sætte sig mod øst. Der er således opstået et "nyt" vandskel inde på den bevarede højmosseflade. Denne proces er ikke afsluttet, og dette vandskel er derfor ikke stabilt. Vandskellet forventes, uden genoprettende tiltag, med tiden gradvist at flytte sig længere mod vest, efterhånden som højmosetørven sætter sig yderligere.

Ved at anvende arealafstrømningen for målepunkt 4 som repræsentativ for hele det opdyrkede område på østsiden af den store afstrømningskanal, kan bidraget til vandføringen i målepunkt 2 for hhv. det dyrkede areal øst for kanalen og mosen vest for kanalen bestemmes.

Tabel 5-4 Oplande til målepunkter

	Opland ID	Km ²
Målepunkt 1	1	1,03
Målepunkt 2	1+2+4+5+6	8,22
Målepunkt 3	3	0,86
Målepunkt 4	4	2,31

5.3.4 Model for afstrømningen

De målte vandføringer er omregnet til specifik afstrømning ved at dele med oplandsarealerne.

Tabel 5-5 Areal specifik afstrømning ($l\ s^{-1}\ km^{-2}$)

Areal specifik afstrømning ($l/s/km^2$)	April 2017	Aug. 2017
Målepunkt 1	0,1	1,0
Målepunkt 2	4,3	3,3
Målepunkt 3	4,7	4,7
Målepunkt 4	4,3	3,0

Målingerne viser, at tilstrømningen til kanalen fra opland 1 er mindre end antaget, hvilket formentlig skyldes at vandet på grund af sedimenter eller andre forhold på måletidspunkterne er strømmet gennem andre grøfter end forventet. Det reelle opland var derfor mindre.

Afstrømningen fra højmosen (oplandene 5 og 6) kan tilnærmelsesvist beregnes som vist i Tabel 5-6.

Tabel 5-6 Beregning af afstrømningen fra mosen

Opland	Vandføring april 2017 (l/s)	Vandføring aug. 2017 (l/s)
Opland 1, 2, 4, 5, 6 (Målepunkt 2)	35	27
- Opland 1 (Målepunkt 1)	0,1	1,0
- Opland 4 (Målepunkt 4)	<u>10</u>	<u>7</u>
Opland 2, 5, 6	24,9	19,0
- Opland 2 (beregnet*)	<u>18,5</u>	<u>12,9</u>
Opland 5 + 6	6,4	6,1
Afstrømning 5 + 6 (0,57 km ²)	11,2	10,7

*afstrømning for opland 2 antages at være lig opland 4

Beregningen viser en uventet stor afstrømning fra mosen, men den skal tages med mange forbehold, da det som nævnt er vanskeligt at afgrænse oplandene og måle den diffuse afstrømning – både i landbrugsområdet, hvor vandet kan strømme gennem andre grøfter end forventet - og i højmosen. Opland 6 er også usikkert. Endelig er resultatet fremkommet som en difference mellem 2 større, og usikre, tal.

Tilbage er så Målestation 3, der måler afstrømningen *mod vest* fra selve højmosen. Denne havde en meget konstant afstrømning, nemlig $4,7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Denne værdi skal sammenlignes med nettonedbøren på 276 mm årligt, hvilket svarer en gennemsnitlig afstrømning og nedsivning på i alt $8,75 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Afstrømningen er således ca. halvdelen af nettonedbøren. Målingerne er kun fra to datoer på normalt relativt tørre periode, men i et usædvanligt år. De kan derfor ikke direkte sammenlignes med den normale nettonedbør.

En afstrømning på blot omkring det halve af nettonedbøren forekommer lav. Dette kan skyldes dels en markant fordampning fra især de mange birketræer, som vokser i et tæt og mere end 200 meter bredt bælte om mosen (mod vest), og dels den nedsivning, som kan forventes på tørvegravede felter langs mosens vestside. Her er det sandsynligt, at den afgravede tørv og korte afstand til mineraljorden fører til en øget nedsivning.

Man må forvente, at selve mosen har tæt bund (et tykt lag omsat tørv), således at der kun er lille nedsivning. Det er muligt, at der er større nedsivning i de afgravede flader, og laggzonen vest for højmosen, som tallene tyder på, men det er meget usikkert.

6 Metoder til genopretning af højmoser

6.1 Analyse

Afvandingen af højmoseområderne i Store Vildmoses sydlige del, som undersøgelsen omfatter, består af render og grøfter ud af mosen med afløb til de grøfter/kanaler, der omslutter højmosen. Langs hele østsiden er der en dyb kanal med en meget stejl hældning op mod mosefladen, som ligger op til 3.5 m højere end vandspejlet i kanalen. Samtidig er der langs vestsiden dybe tørveskær med meter høje, stejle kanter ind mod højmosefladen.

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 tørvemosserne, kan græsser som især blåtop og bølget bunke samt birketræer og nåletræer etablere sig og brede sig gradvist ind på mosefladen. Den naturlige høj-mosevegetation kan ikke klare sig i konkurrencen og bliver skygget væk.

LIFE-projektet i Store Vildmose skal genskabe områder med høj-mosevegetation og sikre den eksisterende høj-mose. 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 høj-mose).

Det foreliggende projekt kan med fordel omfatte lukning af de grøfter, der leder afstrømningen fra højmosen ud til de omgivende kanaler og vandløb; etablering af større dæmninger med indbyggede, vandtætte membraner samt etablering af min-

dre tørvedæmninger rundt om dele af højmosen. Hertil kommer rydning af vedplanter.

6.2 Specifikke betragtninger

Store dele af projektområdet i Store Vildmose er blevet afvandet ved grøftning og langs vestsiden er der gravet tørv. Store dele af den tilbageværende højmosesflade er under tilgroning som resultat af det sænkede vandspejl rundt om mosen. Højmosesfladen har store biologiske værdier. I de øvrige påvirkede dele af mosen med både fattigkær, skovbevokset tørvemose og nedbrudt højmose er der også pletvis væsentlige forekomster af værdifuld flora og fauna. Det biologiske *potentiale* i området er imidlertid lang 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 fordampning, og overfladen tørrer ud. Den smule vand, der er tilbage, bindes så kraftigt til tørvepartiklerne, at tørvemosserne, der er karakteristiske for højmosen, ikke har adgang til det. Dette sug kaldes vand-spænding. Da tørvemosser 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 aerenkym-

væv, 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

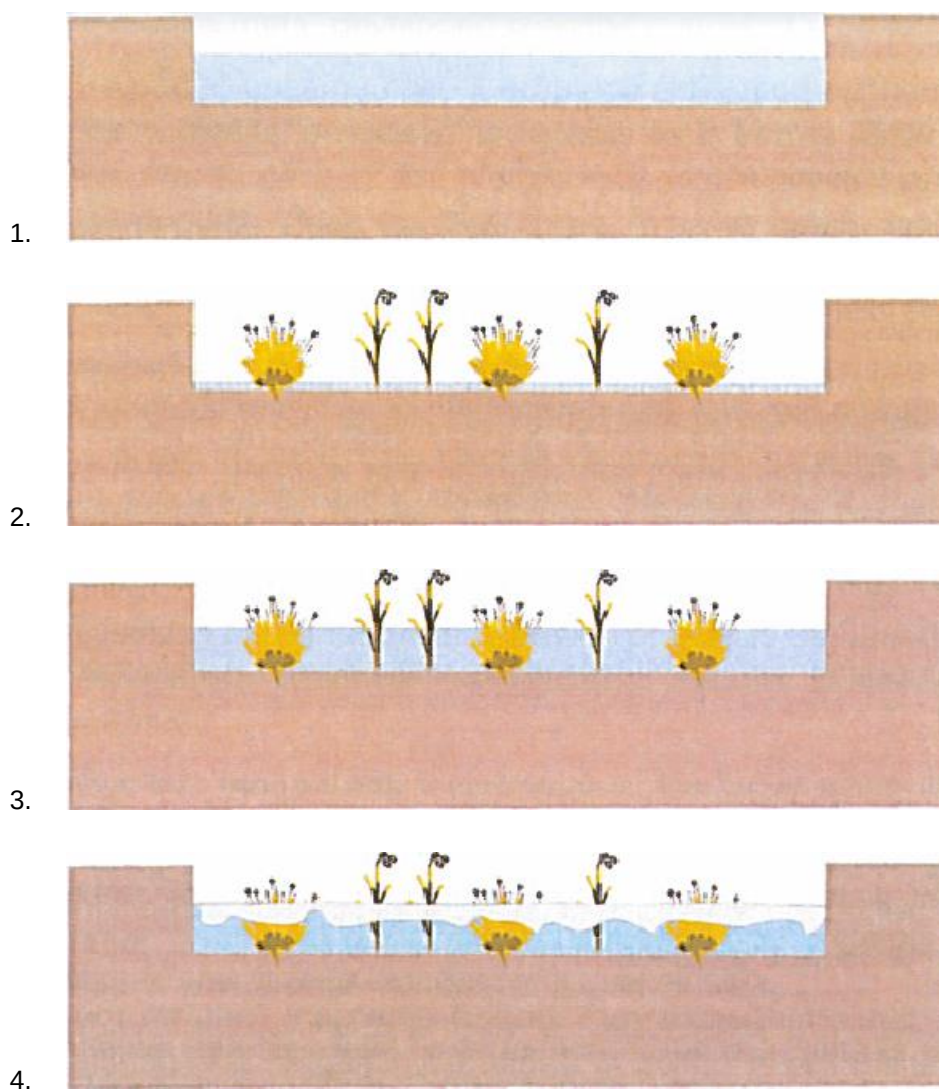
Årsagen til, at Store Vildmose samt de fleste andre tilbageværende højmoser i Danmark har ugunstig bevaringstilstand, er først og fremmest, at vandstanden er blevet sænket ved etablering af grøfter og dræn. Afvandingen betyder, at tørven iltes, omsætningshastigheden øges, og tilgængeligheden af næringsstoffer 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/Tonniss, 2004). I nærværende projekt er der vegetation med bl.a. tue-kæruld på de arealer, hvor vandstandshævning 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/Tonniss, 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. 2.2).



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.

6.4 Metoder til rydning og evt. efterbehandling

Naturlige, aktive højmoser i gunstig bevaringstilstand har i Danmark ingen vedplantevegetation på højmosefladen i modsætning til de mere træbevoksende 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. 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 er der ingen højmoser tilbage i Danmark, som ikke har været udsat for afvandingsforsøg og deraf følgende tilgroning. Selv på den suverænt største højmoseflade i 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 muliggør 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 undgås ødelæggelse af tørvestrukturen pga. køreskader. Vedplanter i den lavreliggende, 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 ved fældning, men specielt Dun-birk volder store problemer pga. rodskud og stødskud. I værste fald kan en u hensigtsmæssig 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 genvækst 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 tørvjord 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 vandstand.

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 optrådte eller opkørte arealer.

De fældede træer bør ikke i alle tilfælde fjernes fra mosen, idet bortkørsel eller udtrækning 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 nedbrydes og efterhånden bliver indbygget i tørven. På en intakt højmoseflade synker træet ligefrem ned i tørven. 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 vestlige del, kan det være hensigtsmæssigt med en overfladebehandling eller tørveafskrælning for at fjerne det tætte førnelag, som blåtoptuerne danner. Det giver imidlertid alene positive resultater, hvis det opfølges af en tilstrækkelig vandstandshævning og stabil vandstand.

Generelt kan der udledes følgende anbefalinger om rydning og genrydning:

Førstegangsrydning 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 vandstandsniveau 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 højmose. 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 vandstandsniveau, der er realistisk muligt at opnå på arealet.

På arealer, hvor der kan gendannes 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. Vildmose. 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 højmoseflader eller værdifulde nedbrudte højmoser, hvor der stadig er udbredt højmoservegetation. Dette er fx gennemført i Portlandmosen i Lille Vildmose. 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 højmosearaler (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 vandstands-hævning 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 førstegangsrydningen 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 førstegangsrydningen 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 voksende 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 tørvflader. 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 vådpodning, 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 tørvedæmninger. Herved sikres bedre vækstbetingelser, idet bølgebølger 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 6-5. 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.

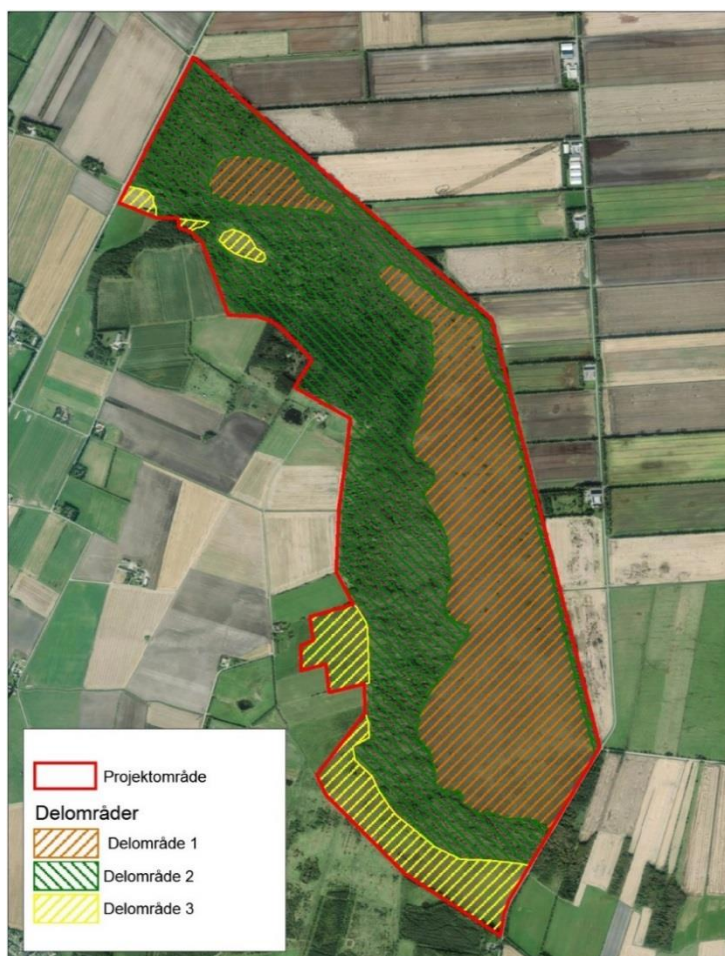
Tørvemosser til brug ved både tør- og vådpodning skal hentes på lokaliteter (donorlokalitet), hvor der er så rigelige mængder, at høsten ikke truer sammenhængen og bevaringsstatus på donorlokaliteten. Indsamlingen/høsten af tørvemosser kræver dispensation fra naturbeskyttelsesloven.

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 Delområder

Projektområdet kan helt overordnet ses som tre delområder, der adskiller sig fra hinanden mht. hydrologi, tilgroning og naturtype (se Figur 7-1).



Figur 7-1

Opdeling af projektområdet i 3 overordnede delområder: aktiv højmoser (1), nedbrudt højmoser (2), eng/fattigkær/hængesæk (3).

Delområde 1

Delområde 1 består af den mere eller mindre intakte og aktive højmosseflade. Som data fra pejlinger og vandstandsloggere viser, er denne del af mosen stadig i stand til at holde et nogenlunde konstant grundvandsniveau i årets løb. Hydrologien på de centrale områder er tæt på at være naturlig/upåvirket, og tilgroningen begrænser sig til spredte nåletræer og (især mod nord) lave birketræer. Truslen mod denne del af mosen består primært i, at der sker en dræning langs kantzonen (Delområde 2). Arealet med aktiv højmosse reduceres derfor gradvist som følge af udtørring, iltning, nedbrydning af tørv og følgende næringsfrigivelse. I et vist omfang sker desuden muligvis en gradvis udskridning mod øst, ligesom der stedvist er gravet afvandingsrender ind i højmossefladen fra vest.



Figur 7-2 Dronefoto taget mod syd af den sydlige del af området. Mellem højmossefladen og markerne mod øst ses en smal, tilgroet kantzone.

Delområde 2

Delområde 2 består af en kantzone med nedbrudt højmosse. Mod øst er kantzonen smal og stejl ned mod afvandingskanalen, men tilgroet med især birk, pil, bævreasp og spredte nåletræer. Mod vest og nord er kantzonen en bred især birkebevokset zone, i den nordlige del med væsentlige indslag af nåletræer. Den vestlige del kendetegnes af talrige gamle tørvegrave, der er gravet fra vest ind mod højmosen i øst. Mellem tørvegravene ligger balker som smalle diger/volde. Tørvegravene står med stejle kanter, med en stor højdeforskel og deraf markant afvanding. Stedvist er der gravet smalle render ind i højmosen.



Figur 7-3 Fotos af den stejle mosekant langs afvandingskanalen på østsiden af mosen. Den iltede tørv har muliggjort tilgroning med tæt trædække.



Figur 7-4 Dronefoto taget mod nord af kantzonen på vestsiden af højmosen viser en bred, birke-domineret skov på de skiftende balke og tørvegrave.



Figur 7-5 Vinterbillede af eksempel på den afgravede kant langs mosens vestside, Delområde 2.

Delområde 3

Delområde 3 består af lysåbne enge og moser, som et enkelt sted anvendes til græsning, men ellers ligger i fri succession. Engene er i et vist omfang afvandet ved grøftning. De yderste, lavere dele af balkerne fra tidligere tørvegravning rækker et stykke ind i delområdet. I modsætning til Delområde 2 er her kun spredte træer.



Figur 7-6 Foto af overgangen mellem den tilgroede kantzone og de mere lysåbne mose/enge mod vest.

7.2 Indsatsforslag

Indsatsen sigter – i prioriteret rækkefølge - overordnet set mod:

- 1 At stoppe højmosens afvanding til kanaler mod øst og derved sikre den gunstige bevaringsstatus på eksisterende højmosearealer.

En genskabt, større og intakt acrotelm på overgangen mellem Delområde 1 og 2 vil på sigt føre til en mindre afvanding/hydraulisk ledningsevne ud af mosen sammenlignet med den nuværende mose, der fremstår som et iturevet svamp med skarpe kanter og talrige op-tøringsrevner. Den fortsatte afvanding, nedbrydning og udskridning stoppes, og vandskellet kan flyttes mod øst igen.

- 2 At mindske gradienten og dermed afvandingen af højmosen til tørvegravene mod vest (Delområde 2).

Ved at hæve vandstanden i Delområde 2 mindskes afvandindingen/gradienten mod vest. Mosen i delområde 2 kan genopbygges og på sigt atter blive end del af den eksisterende højmoseflade. Dette involverer en vandstandshævning over det nuværende terrænniveau for at ødelægge mulighederne for vækst og genvækst af vedplanter og at genskabe optimale vækstmuligheder for sphagnum (lyse, våde og næringsfattige vækstbetingelser).

- 3 At udvide højmosearealet (på sigt) ved at hæve vandstanden og muligheden for Sphagnum-udvikling på engene mod vest.

Retablering af de delvist afvandede og tørvegravede eng- og moseflader i Delområde 3 vil kunne ske ved en ny forsumpning, induceret ved at skabe et nogenlunde stabil vandstand omkring eller over det nuværende topografiske overfladeniveau. Tilledning/fastholdelse af surt, næringsfattigt vand og sikring af et relativt stabilt vandspejl vil betyde, at et tæt dække af tørvemosser vil kunne etableres, og successionen mod aktiv højmose atter kan begynde.

- 4 At stoppe tilgroning, skygning og evapotranspiration ved vandstandshævning og stedvis rydning af vedplanter.

Tilgroningen med vedplanter er i sig selv tegn på unaturlig hydrologi, træerne forringer ved skygning mulighederne for etablering af et dække af tørveopbyggende Sphagnum-mosser. Tilgroningen er selvforstærkende, idet træerne begrænser etablering af en høj vandstand ved fordampning af vand. Et stort birketræ fordamper mere end 200 l vand/døgn i vækstsæsonen.

Vi foreslår en indsats mod de nævnte negative afvandingsfaktorer, som er identificeret. Den hydrologiske indsats er vist på projektkortet på Figur 7-7 og mere detaljeret som Bilag A-C.



Figur 7-7 Foreslåede tiltag til at forbedre de hydrologiske forhold. Se også Bilag A. Tiltagene er overordnet set: a: etablere dæmning med bentonitmembran mod øst og nord, at lukke afløb og render fra højmosefladen, at bygge tørvevolde langs kanten af Delområde 2 samt at hæve/forstærke hjulsporet mod sydvest.

Indsatsen omfatter konkret følgende delelementer i prioriteret rækkefølge:

- 1 Etablering af dæmninger mod øst og nord
- 2 Etablering af system af tørvedæmninger mod vest
- 3 Lukning af grøfter ved tilkastning/tørvepropper
- 4 Terrænregulering med tørv
- 5 Lukning af grøfter med skot/spuns
- 6 Rydning af vedplanter

7 Forstærkning/hævning af en jordvej, der kan virke som dæmning

Hvert af disse forslag gennemgås i det følgende. Tiltagene kan delvist gennemføres uafhængigt af hinanden, men de hænger alligevel i et vist omfang sammen, da tørv fra dæmningen mod øst anvendes til flere af de andre tiltag.

I det følgende beskrives først de foreslåede tiltag, derpå omtales de overvejede alternativer.

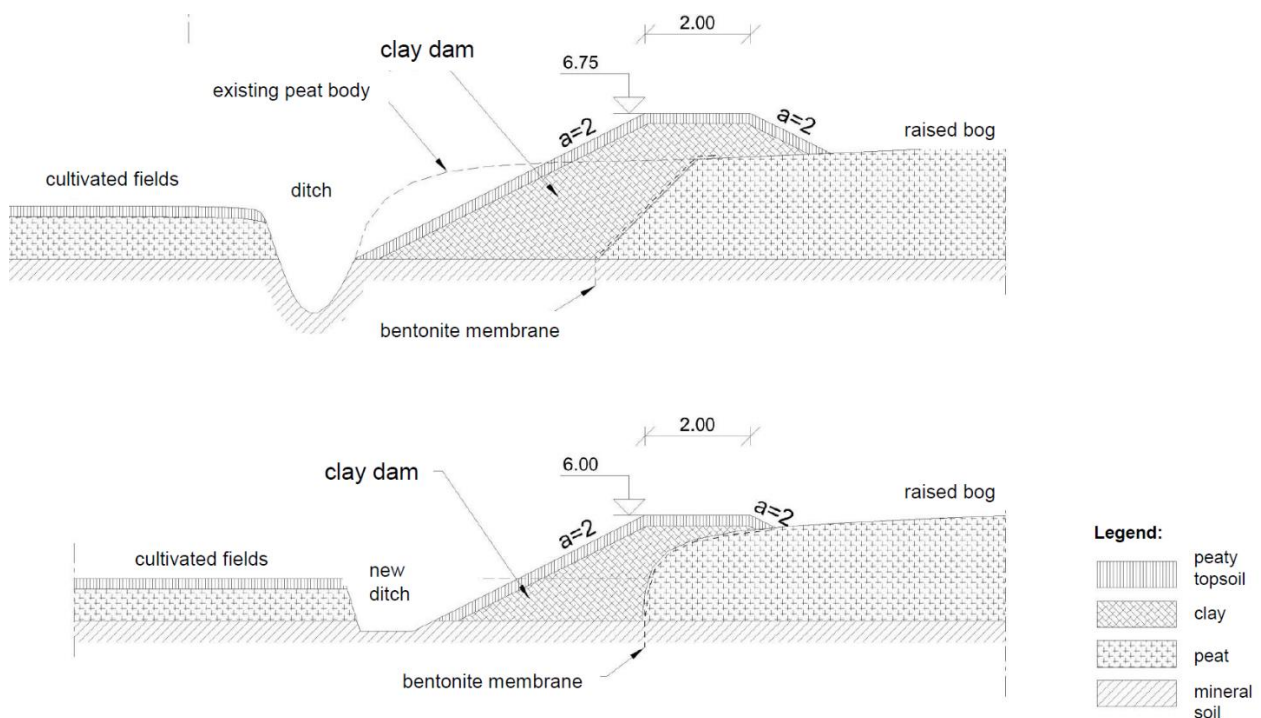
7.3 Dæmning mod nord og øst

7.3.1 Forslaget

En dæmning langs kanten af den eksisterende højmossekant vil minimere udsivning fra mosen. Dæmningen opbygges som vist på Figur 7-8.

Forud for selve anlægsarbejdet skal bevoksningen i randzonen ryddes. Det drejer sig mod øst om birk og mod nord birk, bævreasp og alm. røn. Træerne fjernes

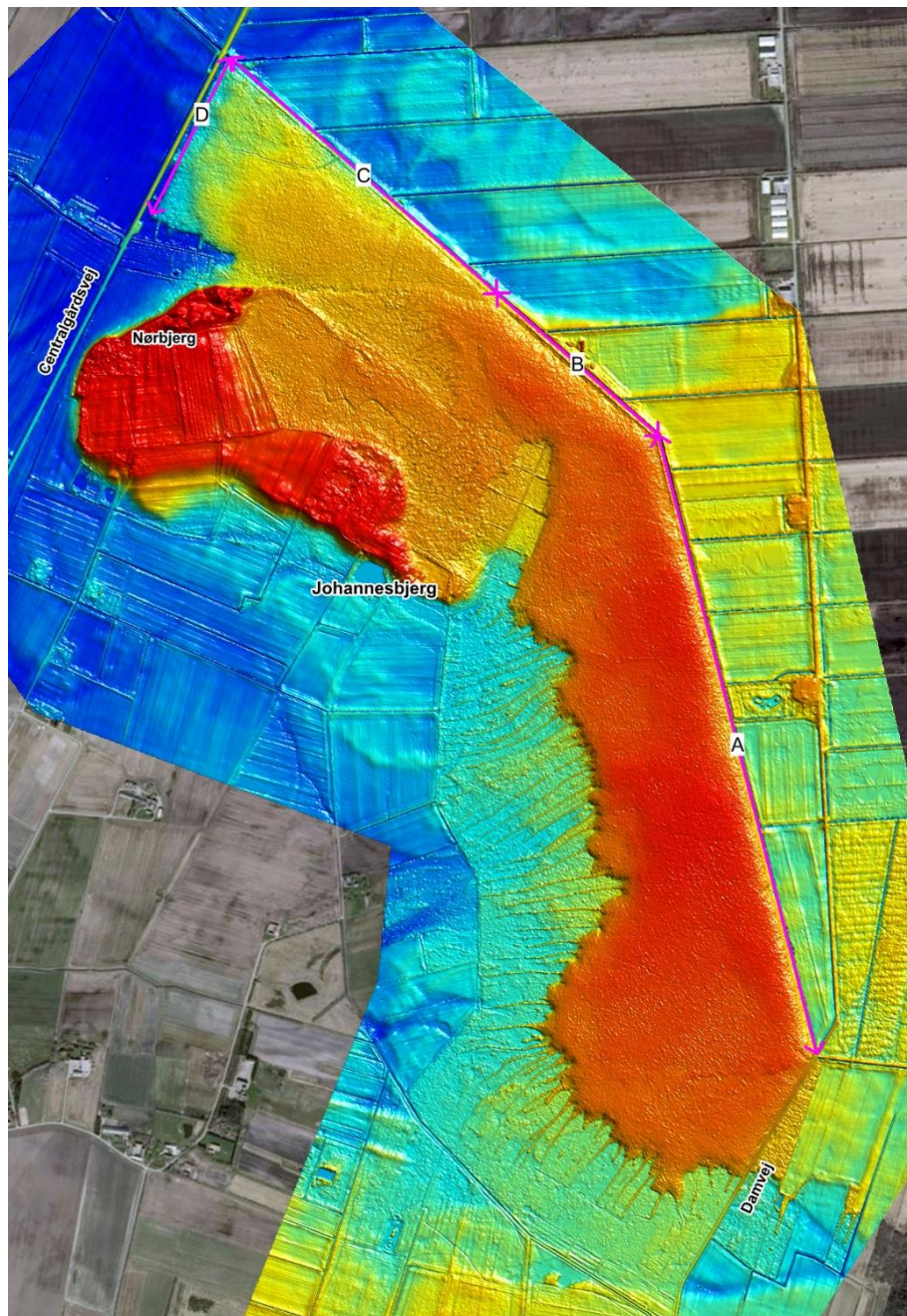
For at få plads til dæmningen skal der afgraves op til 5 m af mosen. Skråningen reguleres til anlæg 1:1 (svarende til den nuværende hældning). Derpå udlægges en bentonitmembran med et overlap mellem banerne på ca. 30 cm. Uden på membranen opbygges en dæmning i mineraljord med anlæg 1:2. Det deraf skabte jordtryk skal være større end vandtrykket fra det vand, der står bag membranen i højmosen.



Figur 7-8

Skitse af dæmninger langs kant af højmose: øverst på på og nederst uden for den eksisterende moseflade (Fra Aalborg Kommune, udarbejdet til etablering langs Tofte Mose)

Dæmningen laves lidt højere end højmosen er nu, således at der tages højde for sætninger og for, at mosen kan opbygges yderligere bag dæmningen. Herved kan vandskellet, der pga. nedbrydning flyttes mod vest, atter flyttes mod øst, evt. helt ud til dæmningen. Højden af dæmningen bør variere efter de nuværende terræforhold. Afgravede 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 mod vest (afsnit 7.4) samt til opfyldning af en stor lavning skabt ved tørvegravning (afsnit 7.6).



Figur 7-9 Strækninger med dæmning langs kanten

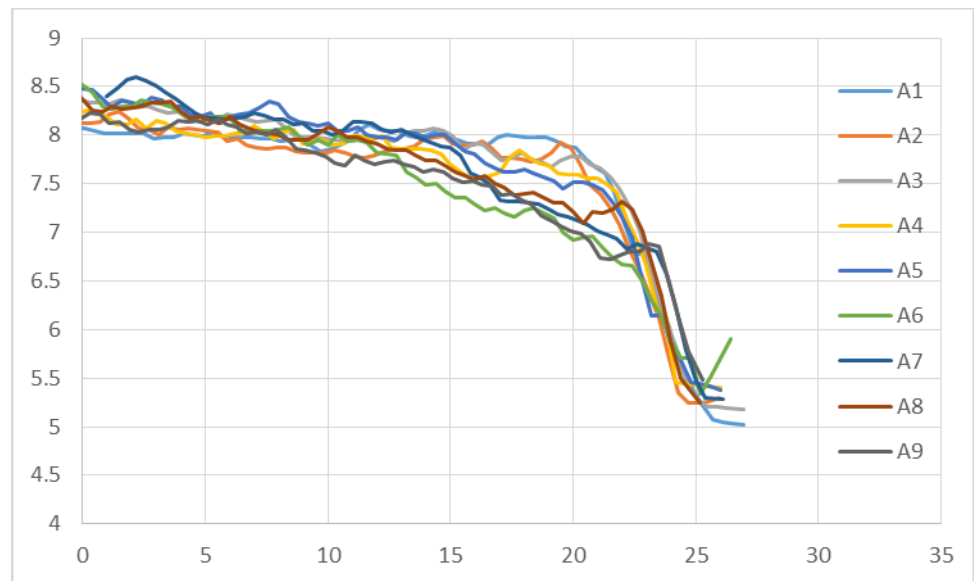
Dæmningen opbygges af komprimerbar mineraljord, der kan opbygges til en stabil dæmning. Der kan i varierende grad forekomme sætninger af tørvejord under

dæmningen. Dæmningen skal efterfølgende reguleres de steder, hvor sætningerne er store.

For at hindre udsivning under dæmningen føres bentonitmembran lodret ned under dæmningen. Tørv i mosens bund må antages af være stærkt omsat og dermed tæt. Membranens formål er således at sikre, at der ikke siver vand ud gennem dæmningen.

Dæmningen omkring den eksisterende højmoser deles mod nord og øst i fire delstrækninger A-D, hvor strækning A er vigtigst faldende mod D, som er mindst vigtig.

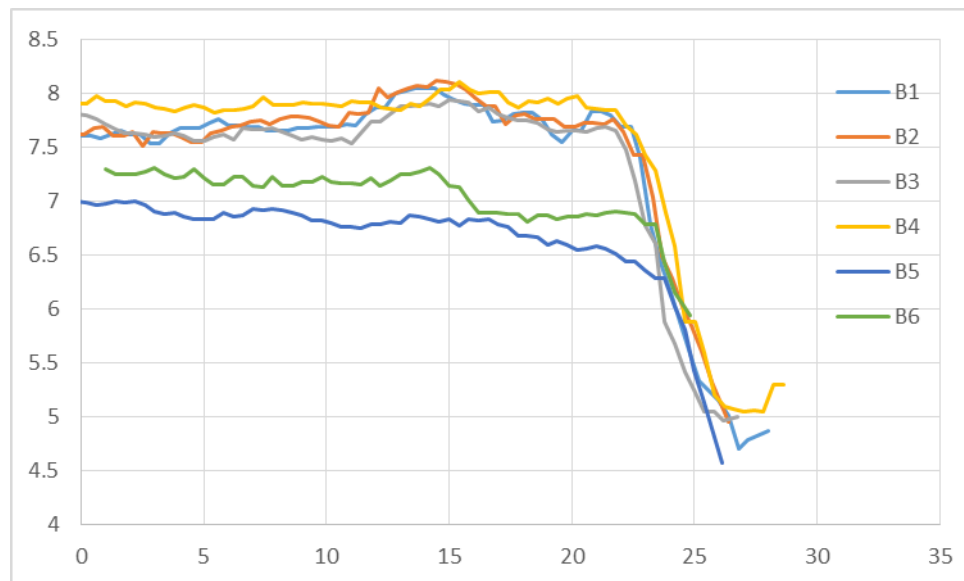
Strækning A, syd (1770 m)



Figur 7-10 Tværsnit af terræn på strækning A

Der anlægges et dige med top i kote 7,5-8,5 m DVR90 og bund i 4,5 m. Hertil anvendes 23.500 m³ jord og 9.000 m² membran.

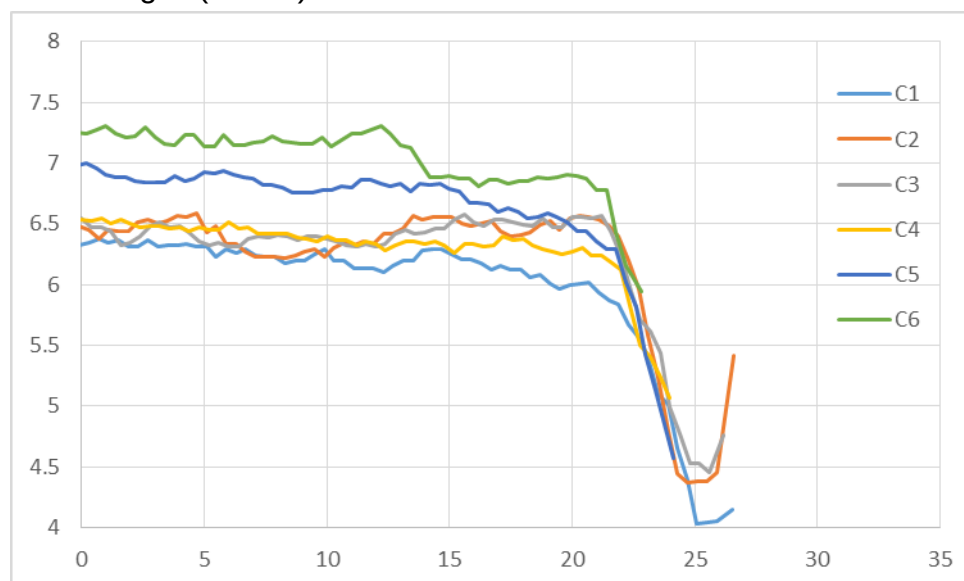
Strækning B (600 m)



Figur 7-11 Tværsnit af terræn på strækning B

Skråningen er her markant. Der anlægges et dige med top i 8,0 m DVR90 og bund 4,50 m. Hertil kræves ca. 9.000 m³ jord og 3.300 m² membran.

Strækning C (990 m)



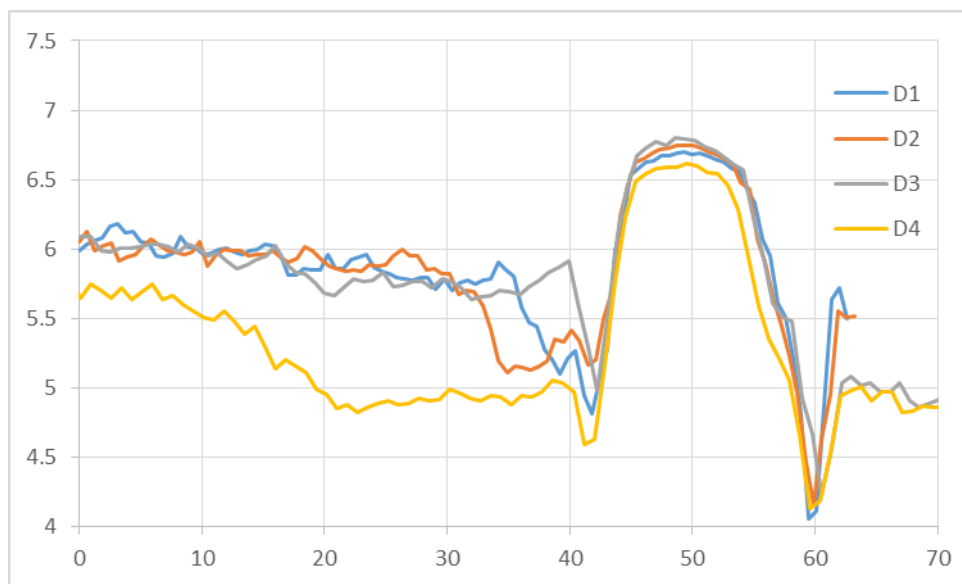
Figur 7-12 Tværsnit af terræn på strækning C

Mosens kant er her markant med "anlæg" 1:1. Der anlægges et dige med bund i kote 4,00 m DVR90 og top i 6,50-7,00 m. Hertil medgår 12.600 m³ jord og 5.000 m² membran.

Strækning D, nord (485 m)

På denne strækning er mosen relativt flad, og behovet for en dæmning er derfor mindre. Terrænet falder ca. 1 m på de sidste 10 m mod grøften langs Centralgårdsvej. Denne vejgrøft er meget dyb, og vejen udgør en dæmning med vejflade

omkring kote 6,7 m DVR90. En indsats for at mindske afvandingen mod nord til vejgrøften kan med fordel ske ved en vandstandshævning, som kan skabes ved tilfyldninger i grøften såfremt vejdamningen er tæt. Det vil kræve en nærmere undersøgelse af vejens opbygning og en drøftelse med vejmyndigheden, hvor højt vandstanden i grøften kan hæves, og om der i givet fald skal indbygges en membran i vejdamningens side op til en nærmere fastlagt kote.

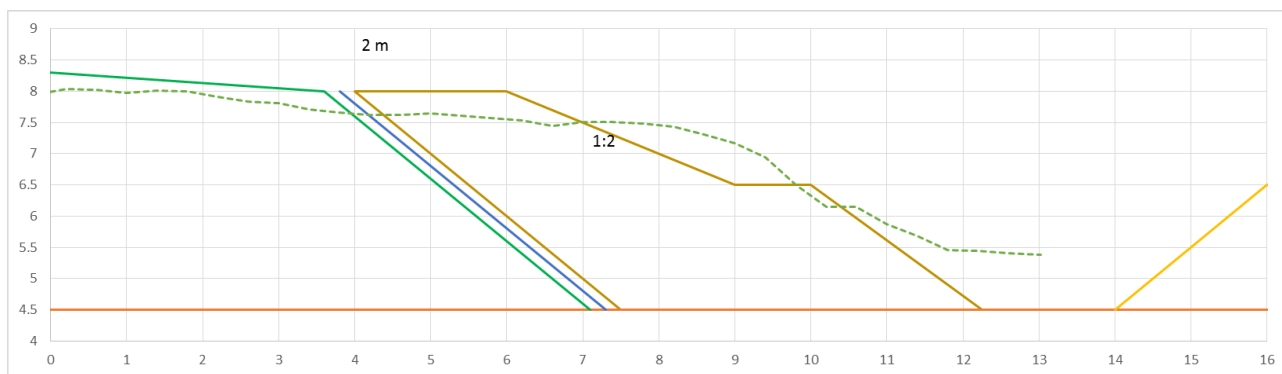


Figur 7-13 Fire tværsnit af terrænet på strækning D (akser i m). Vejen ses til højre, som den store pukkel hævet over det øvrige terræn. Der ses også en meget dyb grøft på vejens modsatte side (vest).

Disse muligheder skal vurderes nærmere under detailprojekteringen.

Mængder i alt

En samlet vurdering af disse dæmninger betyder, at der etableres ca. 3260 m dige. Hertil anvendes medgår 45.000 m³ jord og 17.300 m² membran. Princippet for dæmningsopbygningen er vist på Figur 7-8 og i Figur 7-14.



Figur 7-14 Principskitse af digeopbygning. Brun=mineraljord, grøn=eksisterende tørv, blå streg=membran, stiplede grøn et eksempel fra terrænmodellen.

Der bortgraves nogenlunde samme mængde tørvjord, som der tilføres mineraljord. Det anslås, at ca. 5000 m³ mineraljord (de øverste 25 cm) kan erstattes af op til 10.000 m³ afgraved tørv, som lægges med overhøjde.

7.3.2 Overvejede alternativer

For etablering af dæmningerne er der overvejet forskellige grundlæggende alternativer-

Placering af dæmningen

Overordnet set kan dæmningen placeres:

1. uden for højmosen og den eksisterende afvandingskanal, som flyttes
2. inde på højmosen og inden for den eksisterende afvandingskanal.

Ad 1. Anlægges dæmningen uden for højmosen er det ikke nødvendigt at afgrave eksisterende tørv langs kanten af højmosen. Forslaget er således mere skånsomt for den eksisterende mose, og der bevares ca. 3 ha mose, som i modsat fald bruges til dæmning. Dette alternativ kræver imidlertid, at man ejer eller kan træffe aftaler om anlæg på landbrugsjorden uden for højmosen, herunder flytning af afvandingskanalen langs mosen mod øst. Alternativet ligger dermed p.t. uden for rammerne for denne forundersøgelse.

Ad 2. Anlæg af en dæmning i kanten af højmosen kræver, at der afgraves en del af højmosen for at få plads til at anlægge en mineraljords-dæmning og at føre en membran tilstrækkeligt langt ned. Man skal derfor køre med tunge maskiner på køreplader på den smalle afgravede rand af mosen. Dette vil vanskeliggøre arbejdet med transport af materialer ind og ud, og dermed fordyre projektet, med mindre der kan træffes en aftale med ejerne af ejendommene øst for afvandingskanalen om etablering af interimsvej over arealerne.

Membrantype

En plastikmembran af materialet HDPE er billigere end en membran bestående af plastikvæv med et lag af lermaterialet bentonit såvel i indkøb som i anlæg. Plastikmembraner er mere sårbare overfor beskadigelser fra stik og riv, da huller ikke tætnes sig selv som i en bentonitmembran. Plastikmembraner skal helst sættes lodret eller udlægges vandret, da friktionen er meget lille. Bentonitmembraner er derfor bedst egnede til indbygning på skrå op ad en mineraljordsdæmning.

7.4 Lave tørvedæmninger

7.4.1 Forslag

På de nedbrudte/skovbevoksede tørvemoser og minerogene enge vest for højmosesfladen er tørven forsvundet ved tørvegravning. Der er kun efterladt smalle tørvebalker radiært ud fra mosen. Vi vil hæve vandstanden i både Delområde 2 (den tilgroede randzone) og Delområde 3 (lysåben mose i sydvest), for at mindske afvandingen fra højmossekanten og (især) give mulighed for, at der gendannes høj-mose på den nuværende mose ved forsumpning.

Mod vest har vi foreslået at etablere 2.250 m lave dæmninger (Figur 7-15). Disse diger vil være ca. 1 m høje og 3 m brede. Det anslås, at der vil gå ca. 9.000 m³ til opbygning af disse lave dæmninger (svarende til 4 m³/m), som placeres lige "inden for" den træbevoksede del af tørvemosen (Se Bilag A).



Figur 7-15 Lave diger mod vest. Lys blå angiver terræn under den angivne kronekote. Digerne anlægges med overhøjde, men det usikkert, hvor stor del af nedbøren og

afstrømningen fra mosen, der vil sive ned. Der vil næppe vil være permanente vandflader hele året.

Der ryddes et spor gennem birketræerne, som dels sikrer adgang for maskinerne og som udlægges til underlag for kørsel. Digerne opbygges af tørv, der bliver tilovers fra anlæg af dæmningen mod øst i ca 100 cm's højde. Digerne anlægges med overhøjde, da de vil sætte sig og gradvist blive nedbrudt. Digeres permeabilitet kan styrkes med en membran (f.eks. HDPE), der føres ca. 0,8 m over terræn og ca. 0,7 m under terræn. Behovet for membranen kan besluttet, når man kender beskaffenheden (permeabiliteten) af den tørv, som tilføres. Det viste "vandspejl" på Figur 7-15 viser terræn under de angivne koter. Digerne vil være højere, men det kan ikke på det nuværende vidensgrundlag siges, i hvilken udstrækning, der vil stå vand på terræn i løbet af året.



Figur 7-16 Dronefoto som tydeligt viser balker og gamle tørvegrave i Delområde 2.

7.4.2 Overvejede alternativer

For etablering af lave tørvediger er der overvejet forskellige løsningsmuligheder:

- 1 Etablering af lave tørvediger, opbygget af tørv afskrabt fra ydersiden af digerne (lokalt) samt tørv afgravet fra de store dæmningsanlæg mod øst og nord.
- 2 Fjernelse og udjævning af balker, til brug ved etablering af dæmningerne.
- 3 Etablering af tættere anlæg med plastik- eller bentonitmembran, hvilket muliggør anvendelse af lokalt opgravet jord inkl. sand til opbygning af dæmninger.

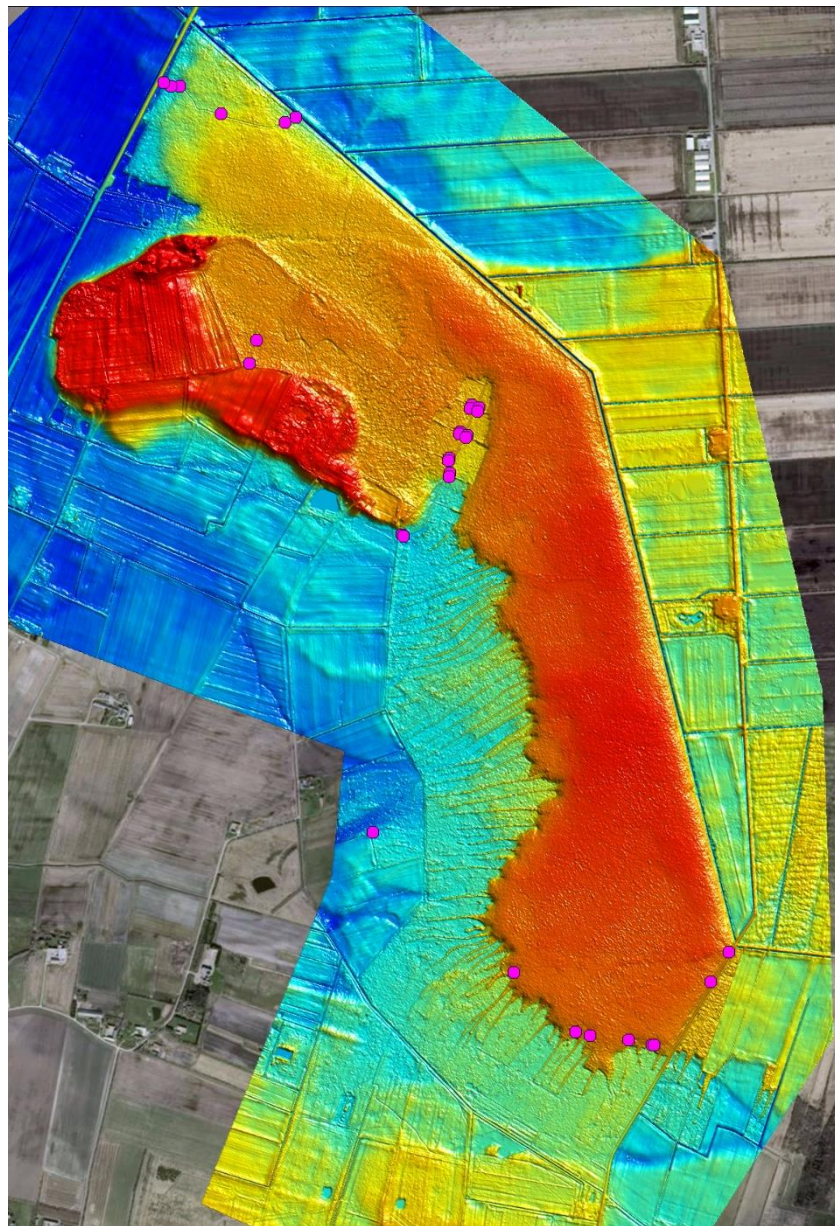
Ad 1. Da der forventes et overskud af tørv, som fjernes ifm. anlæg af dæmningen mod øst, er det oplagt at bruge dette frem for at afgrave tørv lokalt fra den eksisterende mose.

Ad 2. Udjævning af balker kan jf. kapitel 6 være fordelagtig for at mindske tilgroningen. Til gengæld kan balkerne hindre bølger i perioder med blæst og høj vandstand. Dette er afgørende for tørvemossernes (især *S. cuspidatum*) etablering.

Ad 3. Nødvendigheden af en membran afhænger af permeabiliteten af den tørv, som tilføres. Det er usikkert, i hvilket omfang HDPE- membran vil gøre en stor forskel, da der kun vil være begrænset udsivning gennem digerne, hvis nedsivning forventes at være en større udfordring. Beslutning omkring evt. anvendelse af membraner og type af dæmningsfyld fastlægges ved detailprojekteringen.

7.5 Lukning af grøfter

Der er anvist 31 steder, hvor grøfter lukkes ved tilkastning/tilpropning med tørv eller med skotter (Figur 7-17).



Figur 7-17

Placering af grøfter som kan lukkes ved tilkastning eller med skot. Vist på udtræk fra Den danske Højdemodel, 2015.



Figur 7-18 *Eksempel på afvandringsrende gravet ind i højmosefloden. Lukning af disse render med skot/spuns eller tørvepropper kan mindske vandtabet betragteligt.*

Der er flere muligheder for valg af typer af spunsplader. Som tommelfingerregel kan vandfaste krydsfinerplader bruges i mindre grøfter, mens plastplader eller plastspunsplader er at foretrække ved større grøfter.

Ved større afløb med meget svingende vandstand kan en spuns med regulerbart overløb etableres (se Figur 7-20), men vi vurderer at dette ikke vil være nødvendigt i nogen af området's afløb. Et sådant anlæg kræver også efterfølgende både administration og drift (pasning).

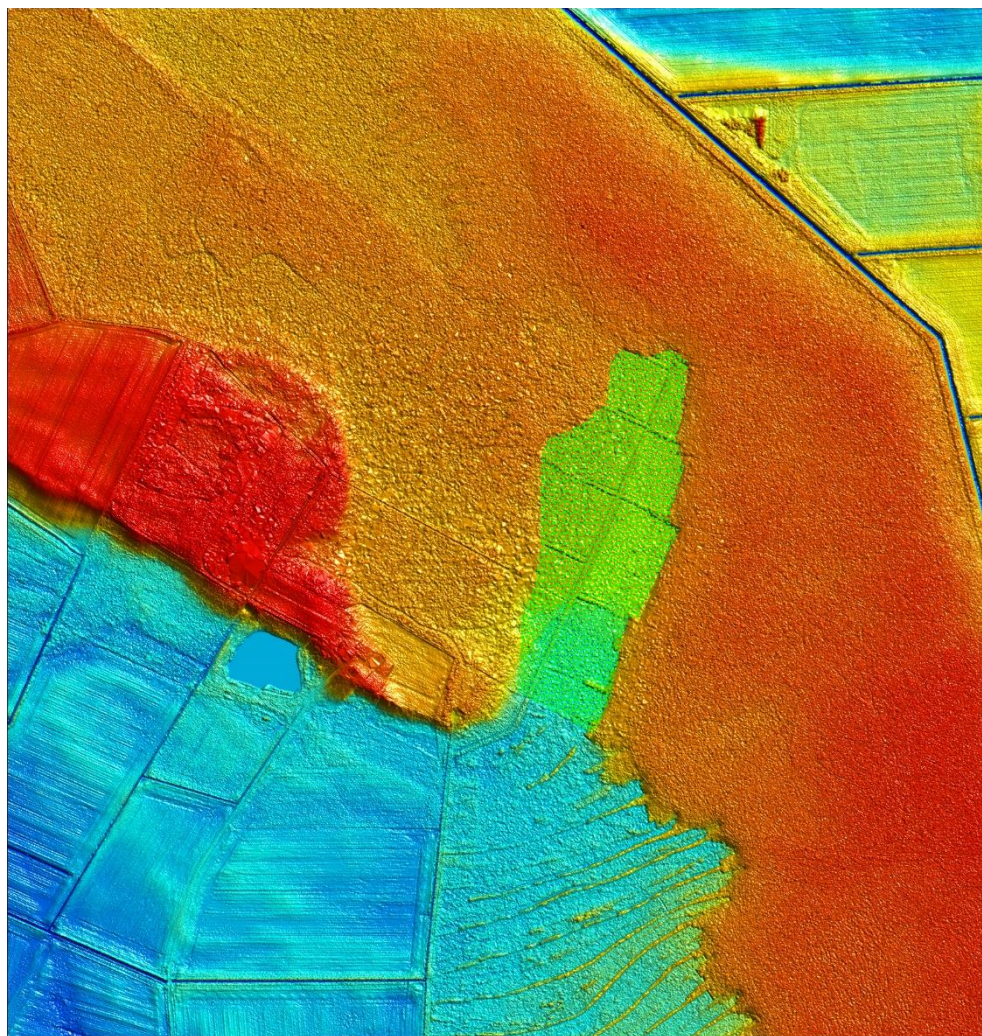


Figur 7-19 Eksempel på skot i grøft (COWI, i Lille Vildmose).



Figur 7-20 Eksempel på grøft med regulerbart overløb.

7.6 Opfyldning i stor lavning



Figur 7-21 Opfyldning af lavningen i vest. Det markerede areal er 5,6 ha. Der plads til at fylde ca. 1 m på for at komme i niveau med den omliggende højmosseflade, men der er ikke så meget tørv i overskud fra den østlige dæmning.

Vandstanden foreslås hævet i den store lavning øst for Johannesbjerg ved etablering en-flere parallelle tørvedæmninger. Lavningen er dannet ved tørveindvinding frem til begyndelsen af 1900-tallet. En hævnning af vandstanden, evt. regulerbart, så vandstanden kan hæves i etaper vil føre til, at afvandingen af de tilstødende højmossearealer mindskes, og at tilgroningen i området på sigt mindskes. Muligheden for indledningsvist at etablere en egentlig sø er overvejet. Dette kunne også ske ved etablering af en bentonitdæmning som på østsiden af mosen. Det vurderes dog, at vandafstrømningen er utilstrækkelig til at etablere en egentlig permanent sø.

Det foreslås, at overskuddet af tørv fra dæmningen mod øst anvendes til terrænregulering i den store lavning. Mængden anslås til 28.500 m³ svarende til 1 m over 2,9 ha. Det er mindre end den mængde, der skal til for at bringe hele lavningen på niveau med den omgivende højmosseflade. En mere detaljeret beregning bør gennemføres under detailprojekteringen. Jordvejen gennem området vil hermed naturligvis forsvinde. Tørven, som placeres i området, vil give området karakter af hæn-

gesæk. Hvis der skal være adgang til mosen netop her, må der etableres en boardwalk. Det forventes dog, at her relativt hurtigt vil etableres levende tørvemosser, tuekæruld o.lign.

Forud for udspredning af overskydende tørv må træerne fældes.



Figur 7-22 Fotos af den store lavning v. Johannesbjerg. Dele af lavningen er stærkt tilgroet. I østenden er der lave trapper op til højere, oprindelige niveauer.

Der vil dannes nogle render eller vandløb gennem opfyldningen, og der vil derfor formentlig være et behov for efterregulering for at sikre, at de forløber hensigtsmæssigt og ikke bliver for dybe. Der skal i samme omgang etableres dæmninger i den sydlige ende, som vist på Figur 7-15, måske flere steder i lavningen, for at holde på vandet og den påfyldte tørv.

Transport af tørv fra mosens østside til denne lavning er en væsentlig økonomisk udfordring, som skal tackles i detailprojekteringen. Kørsel på lastbiler hele vejen rundt om mosen er meget dyrt, og kørsel over mosen på køreplader vil formentlig ødelægge mosen. Det bør derfor overvejes, om der kan etableres et midlertidigt transportbånd, som kan føre tørven over, eller et transportrør, hvor tørven trykpresses på tværs af mosen (ca 220 m).

Balancen for tørv er:

Tabel 7-1 Balance for tørv

Forslag	Rumfang m ³
Dæmning øst og nord	40.000
Lave diger	-9.000
Grøfter	-2.500
Fyld vest/Johannesbjerg	-28.500

7.7 Forstærkning af jordvej

Mod sydvest er der et 1,0 km langt kørespor/jordvej langs grænsen til projektområdet. Det foreslås, at vejen forstærkes og forhøjes med udlæg af ca. 1200 m³ stabilgrus, således at vejen kan standse/forsinke overfladisk afstrømning, ligesom digerne nærmere mosen, men i en lavere vandspejlskote. Den specifikke kote afhænger af højden på de tilstødende arealer uden for projektområdet.



Figur 7-23

Foto taget mod nord fra projektområdets sydvestligste hjørne. Her tænkes vandstanden hævet i den østlige, tilgroede del ved etablering af nord-sydgående tørvedæmninger lidt højere end de eksisterende øst-vestvendte balker. I den vestlige del, som ses på billedet, kan vandstanden hæves ved at hæve og forstærke "vejen", det nuværende hjulspor langs vestgrænsen. Træerne i mellemgrunden vokser på en balke.

Det nuværende overløb i områdets nordvestlige hjørne bevares, men hæves efter behov. Udvidelse og genopretning af højmosen sker således i terrasser i den sydlige del. En hævet og forbedret vej vil også være gavnlige i rekreativt øjemed fremover og til kørsel i genopretnings/rydningsfasen.

7.8 Rydning

Som beskrevet i kapitel 6 giver rydning af træbevoksning på nedbrudte, afvandede højmoser kun mening, hvis der samtidig kan ske en vandstandshævning. Vandstandshævning kan i nogen tilfælde gøre rydning overflødig, da langvarig oversvømmelse dræber træerne. Genvækst af fældede løvtræer hæmmes ligeledes markant ved vandstandshævning. Nåletræer har sjældent stødsrud/genvækst.

Der har været mange strategiske og økonomiske overvejelser om rydninger i projektet. I det omfang, der kan etableres kørespor tæt på områder med markant rydning foreslås en rydningsindsats med fjernelse, flisning og salg af flis, da det vurderes at fremskynde genopretningen af højmosen og være mest hensigtsmæssigt og økonomisk pga. træernes store størrelse (Tine Eggertsen og Jens Vinge, pers com). På det meste af arealet, hvortil kørsel ikke er mulig, foreslås fældning af træerne, hvor opskårne stammer og grene efterlades i de gamle tørvegrave efter en grov opskæring. Samtidig foreslår vi, at arealer mod nord (hvor vandstanden ikke umiddelbart kan ændres) sammen med en bred, langstrakt bræmme mod vest ikke ryddes aht. jagtinteresser. Denne bræmme og tykninger i nord kan fortsat sikre skjul for kronvildtet. En del af disse træer mod vest forventes på længere sigt at gå ud som følge af vandstandshævningsarbejdet. Der kan laves tre overordnede indsatser mod vedplanter, samt en mulig 4. indsats, hvis jagtinteresserne på et tidspunkt har mindre betydning (se Figur 7-28 og Bilag C):

1. Rydning af spredte nåletræer på højmosen (ca. 114 ha), Bevoksningen er meget spredt på den største del af arealet. Opvæksten ryddes ved håndkraft, skæres i grove stykker og efterlades på stedet. Grene og stammer synker gradvist ned og integreres i tørv. Kan evt. laves af frivillige.



Figur 7-24 Dronefoto som viser tilgroning i form af opvækst af nåletræer på højmosen. Til højre ses også den tilgroede kantzone langs afvandingskanalen.

2. Rydning af al trævækst på en stor del af det vestlige område (Delområde 3). Der kan evt. efterlades et bælte af bevoksning på ydersiden mod vest af hensyn til vildtet. Desuden kan trævæksten på nogle af balkerne efterlades af samme grund. Vedplanter i lavningerne mellem balkerne ryddes helt ("renafdrift"), mens stammer og grene (skåret i grove stykker) efterlades i lavningerne, hvor der ikke kan laves kørselsveje. Grenene bidrager til at hæve vandstanden, bryde evt. bølger samt på sigt at sikre "hæfte" for tørvemosserne. Dette omfatter ca. 62 ha.



Figur 7-25

Dronefoto som viser tilgroning med birk på både de gamle tørvegrave og efterladte balker på vestsiden af mosen.

3. Rydning af al trævækst langs kanten mod øst, hvor der etableres dæmninger (ca. 10 ha). Se Figur 7-2. Disse træer forventes at kunne fjernes/køres væk på den del af højmossekanten, som skal bortgraves for at gøre plads til dæmningen. Det er muligt at køre på de ryddede træer, som herefter kan fjernes, flises og sælges. Denne indsats er obligatorisk, hvis der skal laves en dæmning. Såfremt det på et tidspunkt bliver muligt at erhverve arealer øst for afvandingskanalen kan rydningen ske herfra.
4. Såfremt jagtinteresserne på et tidspunkt har mindre betydning i prioriteringen, foreslår vi, at der gøres en markant indsats mod nåletræsbevoksningerne omkring Johannesbjerg: Fældning, flisning, fjernelse. Bevoksningerne vokser tæt på mosekanten, og på tidligere brændte arealer. Mosen er her tørrere og forholdvis mere fast. Vi vurderer derfor, at arbejdet med fældning, kørsel evt. ved brug af køreplader og fjernelse kan gøres uden at ødelægge mosen. Indsatsen kan laves i den udstrækning, det kan gøres udgiftsneutralt. Dette er muligt, da salg af træ/flis vurderes at kunne betale for rydningsomkostningerne.

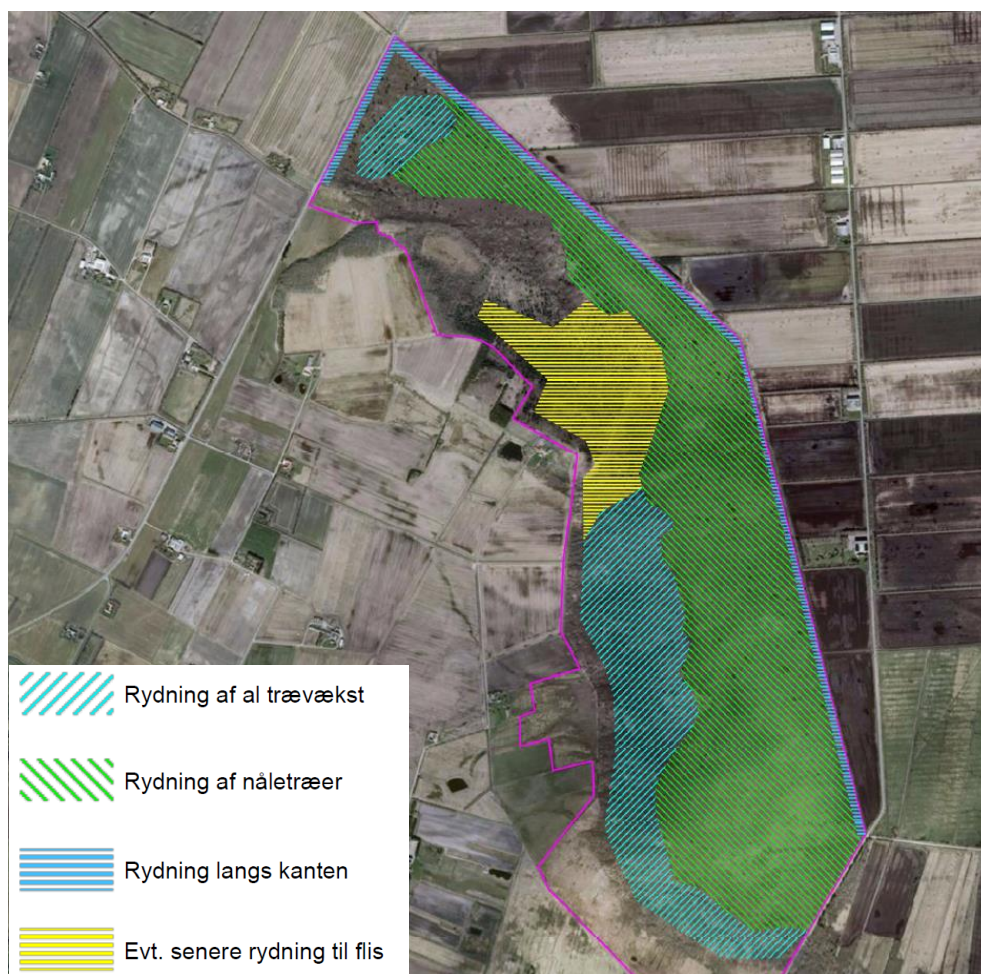


Figur 7-26 *Luftfoto fra forår 2017 viser den massive tilgroning med nåletræer nord og øst for Johannesbjerg.*

Der kan muligvis blive behov for en vis grad af genrydning, f.eks. af nåletræer på højmosefladen. Det forventes imidlertid, at en hævnning af vandstanden generelt vil kunne hæmme genvæksten her markant.



Figur 7-27 *Projektområdet nordlige del er under stærk tilgroning, men den har stadig høj dækningsgrad af tørvemosser*



Figur 7-28 Oversigt over forslag til rydninger, se også Bilag C.

Rydningen bør ske tidligt forår og umiddelbart før hævnning af vandstanden. Det har i lignende projekter vist sig nødvendigt med en opfølgende rydning om efteråret og evt. 2x2, dvs. også forår og efterår det følgende år (stedvist i LI. Vildmose, Jens Vinge, pers. com).

Det forventes, at den efterladte trævækst på nogle balker vil lide under hævet vandstand. På sigt vil store dele af de efterladte træer dø, hvor vandstanden hæves.

7.9 Anlægsoverslag

Anlægsforslagene kan bringes i spil hver for sig. Den vigtigste post i anlægsoverslaget er dæmningen mod øst. Omkostningen hertil afhænger bl.a. af mulighederne for at skaffe egnet mineraljord til en rimelig pris i nærheden af projektområdet. Der er anvendt en pris på 2.600 kr./m, som er et oplyst erfaringstal fra Lille Vildmose, men prisen er dog nedsat for den lavere liggende strækning C.

Tabel 7-2 *Anlægsoverslag, baseret på erfaringstal. Der er markante usikkerheder tilknyttet priser på rydning, da meget afhænger af, om dele af rydningen laves af frivillige eller udelukkende et entreprenørfirma som må anvende tunge maskiner, mange køreplader mm.*

Post	Kr. ekskl. moms
Dæmning A (syd) 1770 m	4.500.000
Dæmning B 600 m	1.700.000
Dæmning C 900 m	2.400.000
Dæmning D (nord) 485 m	400.000
Rydning langs kanten mod øst, 10 ha, salg af flis	280.000
Manuel rydning af trævækst i Delområde 2, ca. 47 ha (efterlades, 6000 kr/ha)	61.560
Spredt rydning af nåletræer på højmosen, 114 ha (efterlades, 500 kr/ha)	15.000
Mulig maskinel rydning af nåletræsskov ved Johannesbjerg, salg af flis, 24,5 ha	0
Lave tørvedæmninger mod vest, 9.000 m ³	1.400.000
Lukning af 31 grøfter med tilfyldning eller skot	100.000
Terrænregulering i vest, 32.000 m ³	1.000.000
Forstærkning af jordvej/dige, 1,0 km	600.000
Detailprojektering og tilsyn, 15%	1.000.000
I alt	13.456.560

8 Konsekvenser

8.1 Hydrologiske og biologiske forhold

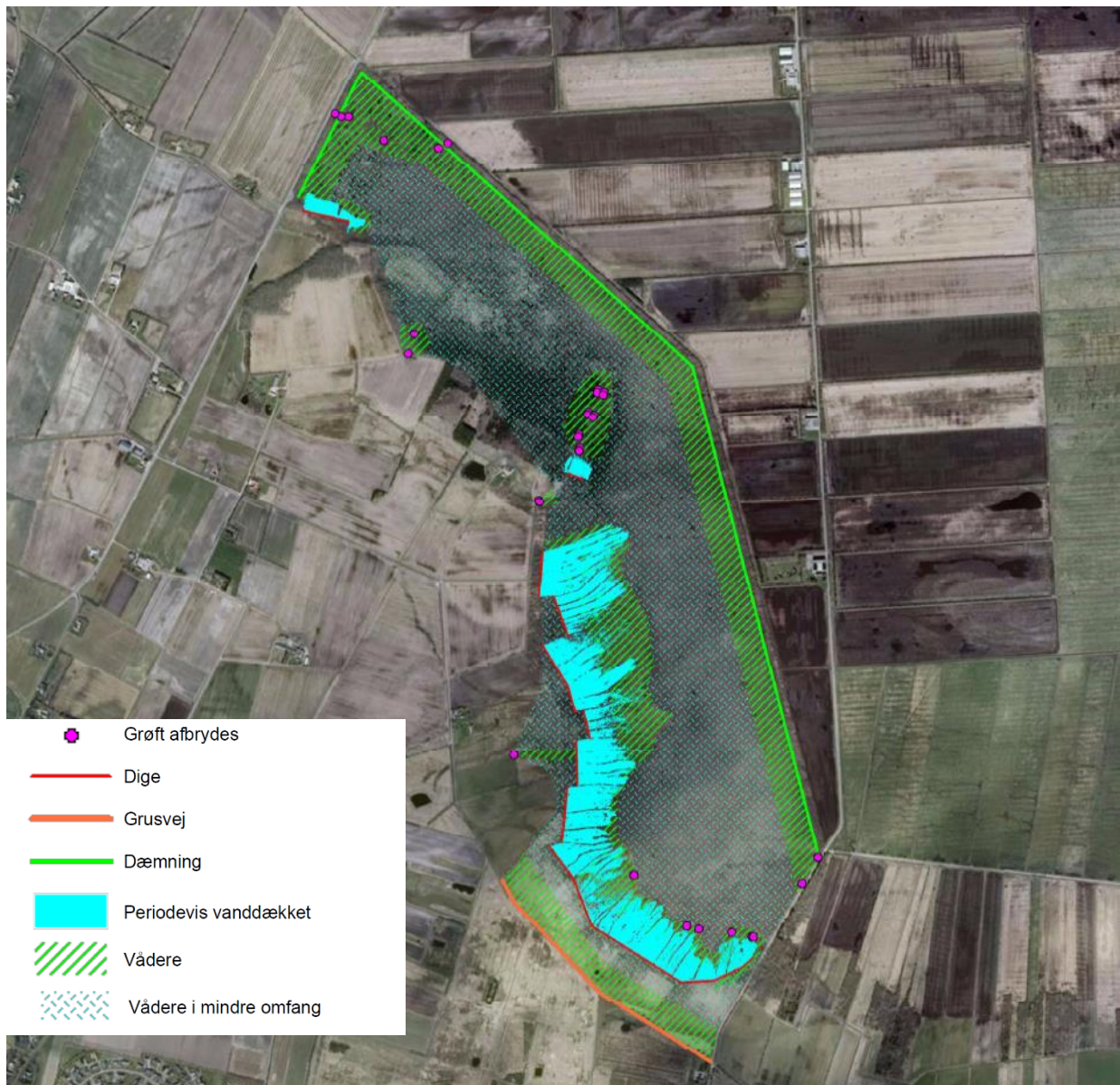
Projektet vil mindske afvandingen fra højmosen ved at lukke grøfter, standse udsivning mod øst og nord med membran og mod vest med lave diger. Desuden vil evt. rydning af træbevoksninger mindske fordampningen og dermed også bidrage til at gøre mosen vådere.

Dæmningen med membran mod øst og nord forventes at decimere afstrømningen fra mosens kant effektivt, således at vandtab denne vej reelt stoppes.

Grøftelukningerne og de lave vestlige diger vil reducere tabet af vand mod vest. Det er usikkert, om der vil kunne skabes permanente vandflader bag de lave vestlige diger, og lavningen ved Johannesbjerg, men i våde perioder vil digerne bremse overfladisk afstrømning og dermed i væsentlig grad tilbageholde vand i projektområdet. En del af vandet vil nedsive lokalt, og vurderingen af, hvor stor en effekt tiltaget vil have / i hvilket omfang, der vil kunne dannes permanent vandspejl over terræn, henvises til nedsivningsforsøg før eller under detailprojektfasen. Mosen er oprindeligt udviklet som en forsumpningsmose, og tiltaget forventes sammen med grøftelukningerne at bidrage til at genoprette denne tilstand.

Rydningen 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 dette kun sker i begrænset omfang.

Arealerne vest for selve mosen vil samlet set gradvist blive vådere, der skabes mulighed for vækst af tørvemosser, og højmosen vil brede sig mod vest.



Figur 8-1

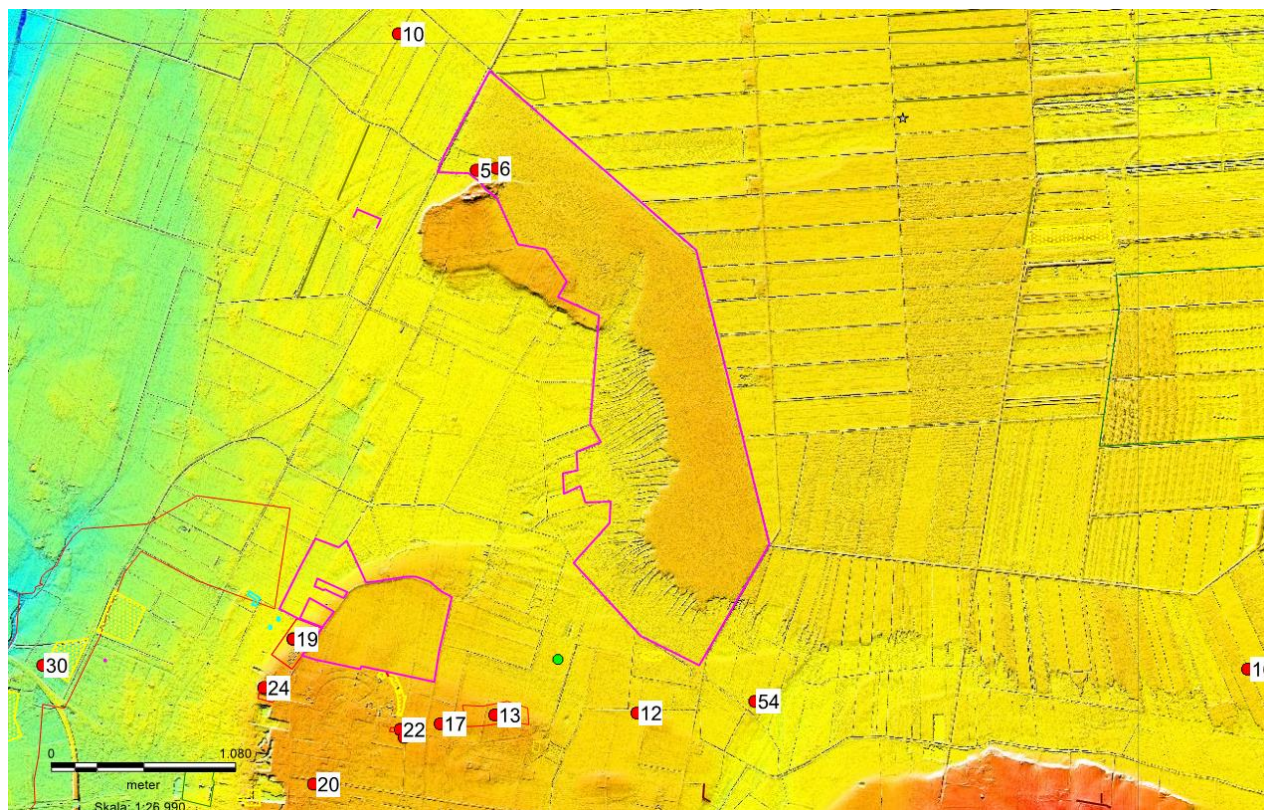
De foreslåede tiltag fører til vådere forhold på i området, som det vises her. I tilknytning til de beskrevne dæmninger vil det blive markant vådere, og i dele af året vanddækket, mens det på de centrale dele af mosen bliver vådere i mindre omfang, men nok til at sikre genetablering af en aktiv højmosse.

8.2 Arkæologi

Aalborg Historiske Museum er kontaktet med henblik på at give en vurdering af eventuelle konflikter med arkæologiske interesser. Deres svar af 4. december 2017 gengives her:

Nordjyllands Historiske Museum skal hermed gøre opmærksom på, at museet har væsentlige arkæologiske interesser i det pågældende område. Umiddelbart inden for planområdet mod N er registreret en 70 m lang trædestensrække fra jernalderen (nr. 5). Stenrækken, som er fredet, ligger synlig. Mod syd uden for det pågæl-

dende område findes en lang række af fund fra oldtiden og jernalderen, der vidner om stor aktivitet i oldtiden.



Figur 8-2 Den sydlige dell af Store Vildmose med angivelse af kendte fortidsminder (rød cirkel).

Der er således sandsynlighed for at påtræffe fortidsminder i forbindelse med anlægsarbejderne. Moseområder blev således typisk brugt som offerområder, ligesom man flere steder kender oldtidsveje. Jeg skal derfor anbefale, at Jammerbugt Kommune (Cowi) inddrager Nordjyllands Historiske Museum i projektet måske i form af overvågning af anlægsarbejderne for at få af- eller bekræftet tilstedeværelsen af fortidsminder inden for det pågældende område. En sådan overvågning betales af kommunen. På baggrund af de resultater, der måtte fremkomme i forbindelse med overvågningen, tager museet stilling til, om der er behov for en egentlig arkæologisk udgravning på området.

8.3 Jagtinteresser

Der er væsentlige jagtinteresser i projektområdet, ikke mindst tilknyttet bukkejagt og bestanden af kronvildt. 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 er der allerede en stor bestand som bl.a. bruger projektområdet. En æn-

dring i vandstandsforholdene, som gør randområderne vådere vurderes ikke at give en væsentlig påvirkning af bestandene og jagtmulighederne, da hjortevildtet ofte færdes på tværs af arealer med sjåpvand. Der vil stadig være tørre arealer/balker med oplagte muligheder for at veksler kan etableres på tørre dele.

Rydning af træbevoksninger vil potentielt kunne have en betydning for bestandsstørrelsen i området. Råvildt og især kronvildt søger levesteder, hvor der tæt på fourageringsarealerne er skjul i form af tætte bevoksninger af træer. Birketræerne giver rigeligt skjul i sommerhalvåret, men nåletræerne (rød-, sitka- og hvidgran samt bjerg-fyr) giver skjul og læ hele året. Derfor vil renafdrift af træerne i dele af området betyde, at kronvildtet formentlig vil forsvinde eller i det mindste vil bestanden decimeres voldsomt.



Figur 8-3 Jagt på kronvildt forventes at være et væsentligt fokuspunkt i forbindelse med indgåelse af aftaler om genopretning. (Foto Per Hallum, COWI).

Et delvis rydning af birkeskoven samt rydning af al nåletræ vil dermed have en betydning for bestandstætheden i området. Jagtmulighederne og udbyttet vil ikke nødvendigvis blive påvirket heraf, da veksler, lysninger og placering af jagttårne bedre kan vurderes. Ved kun at fælde dele af randskoven i laggzonen 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 bruge de åbne mosevidder. Men det anbefales, at der laves specifikke aftaler med ejeren om, hvor der efterlades tykninger som skjul til vildtet, på bekostning af rydning andre steder.



Figur 8-4 Dronefoto af den sydvestlige del af mosen taget mod nord. I forgrunden ses en balke med et skydetårn. Denne balke vil ikke ændres og vil fortsat være tilpas fast på toppen til færdsel, hvis projektet gennemføres som foreslået.



Figur 8-5 Dronefoto af den østlige del af højmosen. Her ses en tykning af arter af fyr og gran, med et skydetårn centralt. Bevoksninger som denne med invasive arter på fladen foreslås ryddet. Skydetårnet vil derfor formentlig skulle flyttes.

8.4 Ledninger, bygninger og tekniske anlæg

Der er ikke registreret ledninger i LER, bygninger eller fundet tekniske anlæg, som vil blive berørt af de foreslåede tiltag. Egntlige veje vil ikke blive påvirket, men der er et kørespor i det lave østlige område, som foreslås dækket med tørv.



Figur 8-6 *Arter af soldug findes i alle faser af højmosseudviklingen. Her ses liden soldug, som ofte er hyppig på nye tørveflader.*

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 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.

- 10 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.
- 11 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.
- 12 Jammerbugt Kommune. Biologisk rapport for delprojekt 3 Store Vildmose i Life14 NAT/DK/000012. Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs)
- 13 Jammerbugt Kommune. Jordbundskortlægning, Life Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs, Life14 NAT/DK/000012). Delområde 3 Store Vildmose. Aktion A1
- 14 Jammerbugt Kommune. Overvågning af habitatnaturtyper i LifeRaisedbogs. Delprojekt 3, Store Vildmose D1. Del af Life14 NAT/DK/000012. Raised Bogs in Denmark (Liferaisedbogs)
- 15 Jensen, J. 1970. Engene - Fattigkær og rigkær. I: Böcher, T., Nielsen, C. And Schou, A. (eds) Hede, overdrev og eng. Danmarks Natur.
- 16 Jensen, K. H. 2005. Matematisk og numerisk grundlag for Grundvandsmodellering. Geologisk institut, Københavns universitet.
- 17 Jørgensen, A. K. g Hansen, N., 2011: På vej mod næste klimarapport. I "Aktuel Naturvidenskab" (3, 2011)
- 18 Miljøministeriet, 2008. Danmarks bidrag til Art. 17 afrapporteringen. http://cdr.eionet.europa.eu/dk/eu/art17/envrlq_ka
- 19 Petersen, S.O. et al. 2011: Tørvens Klimabalance. I "Aktuel Naturvidenskab" (3, 2011)
- 20 Reimers, M. 2011. Pers. com.
- 21 Risager, M. 2009: Afrapportering af de første 2 ½ år efter udspredning af *Sphagnum* på St. Økssø Mose, Action A.4. i LIFE højmoseprojektet LIFE05 NAT/DK000150. RisagerConsult
- 22 Risager, M., 2005: *Sphagnum* og lyngforsøg på tidligere tørveindvindingsareal i Lille Vildmose. Rapport til Nordjyllands Amt.
- 23 Risager, M., 2009: Forventede vegetationstyper på Purkerfennen i relation til efterbehandlingsplanen. Rapport fra RisagerConsult til Aalborg Kommune, Park og Natur. 11 sider.
- 24 Stenild, J., Glerup, K, Kjær, S. (Eds), 2011. Restaurering af højmoser i Danmark - et LIFE-Nature projekt. Miljøministeriet, Naturstyrelsen.

- 25 Sønderjyllands Amt og Aabenrå Statsskovdistrikt, 1999: Pleje og naturgenopretning i Frøslev Mose 1987-1999. Sønderjyllands Amt og Skov- og Naturstyrelsen.
- 26 Theilby 2008: Analyse af det bedst egnede eksisterende udstyr til brug for restaureringsopgaver på højmoser. Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 44-2008. Skov & Landskab, Københavns Universitet, Hørsholm.
- 27 Tuittila, E.-S., Vansander, H, Laine, J. 2003: Success of re-introduced *Sphagnum* in a cut-away peatland. Boreal Env. Res. 8: 245-250.
- 28 Tønder Kommune, 2010: Life + nature and Biodiversity, Part B - technical summary and overall context of the project.
- 29 Vinther, E., 1993: Enge og moser. I: Ovesen, C.H. (ed). Naturplejebogen - en håndbog i pleje af naturområder og kulturlandskab. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.
- 30 Walker, D., 1970: Direction and rate in some British Post-Glacial Hydroseres. I: Walker, D. and West, R.G. Studies in the Vegetational History of the British Isles. Cambridge University Press.
- 31 Aaby, B., 2004: Rapport vedrørende stratigrafi og lagdiagnose for boringer foretaget i Lille Vildmose i forbindelse med naturgenopretningsprojekt.
- 32 Åby, Bent. 1990 Geologi og mosedannelse i Store Vildmoseområdet. I: Landet og loven, s. 145-151. Miljøministeriet

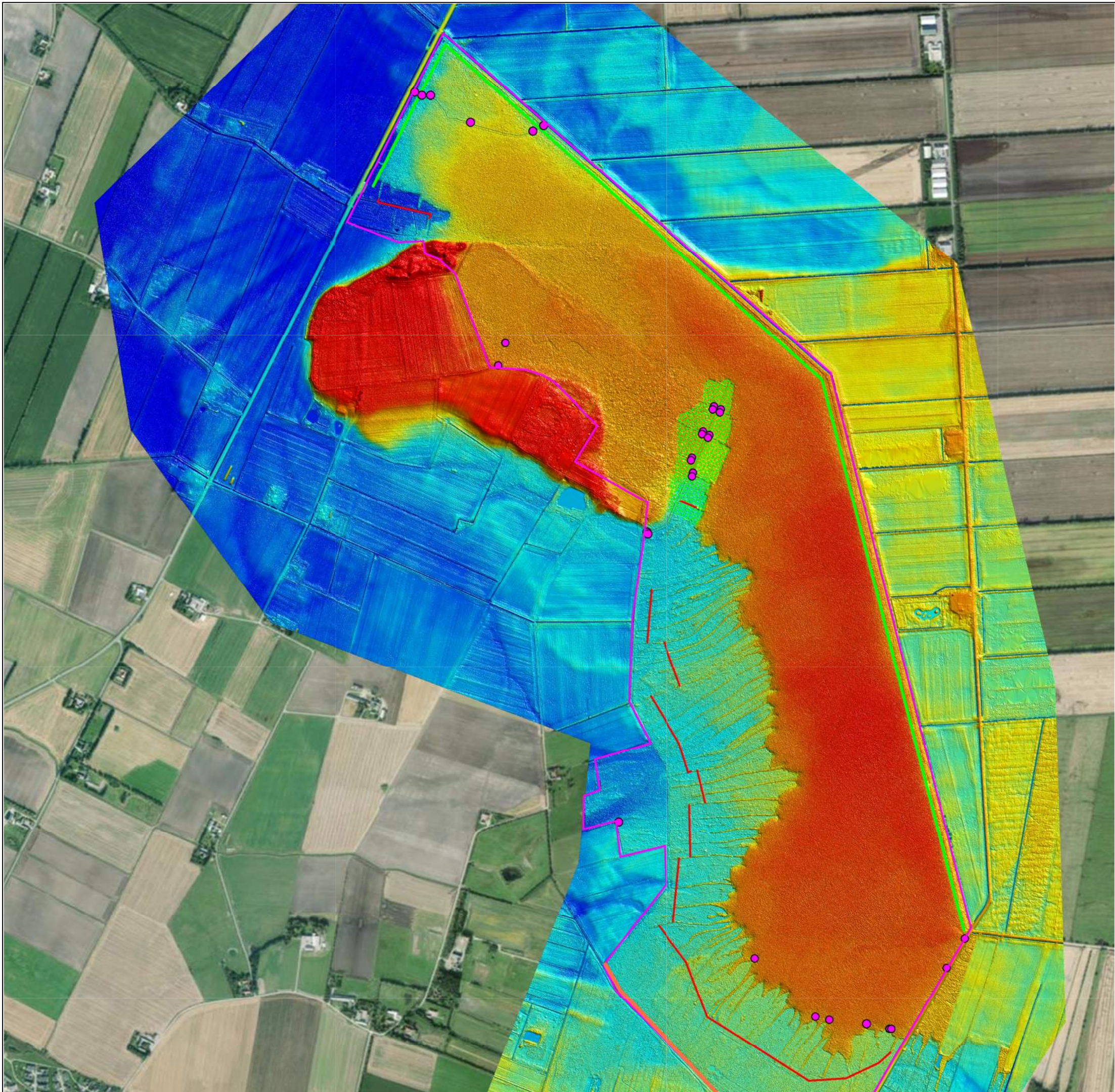
Bilag A Hydrologiske tiltag, forslag



- Membran og dæmning af mineraljord
- Lavt dige af tørv fra østsiden
- Grøft afbrydes
- Terræn hæves med tørv fra øst (overskud)
- Jordvej forstærkes

Jammerbugt Kommune
Store Vildmose - tiltag

Bilag B Højdemodel m. hydrologiske tiltag



- Membran og dæmning af mineraljord
- Lavt dige af tørv fra østsiden
- Grøft afbrydes
- Terræn hæves med tørv fra øst (overskud)
- Jordvej forstærkes

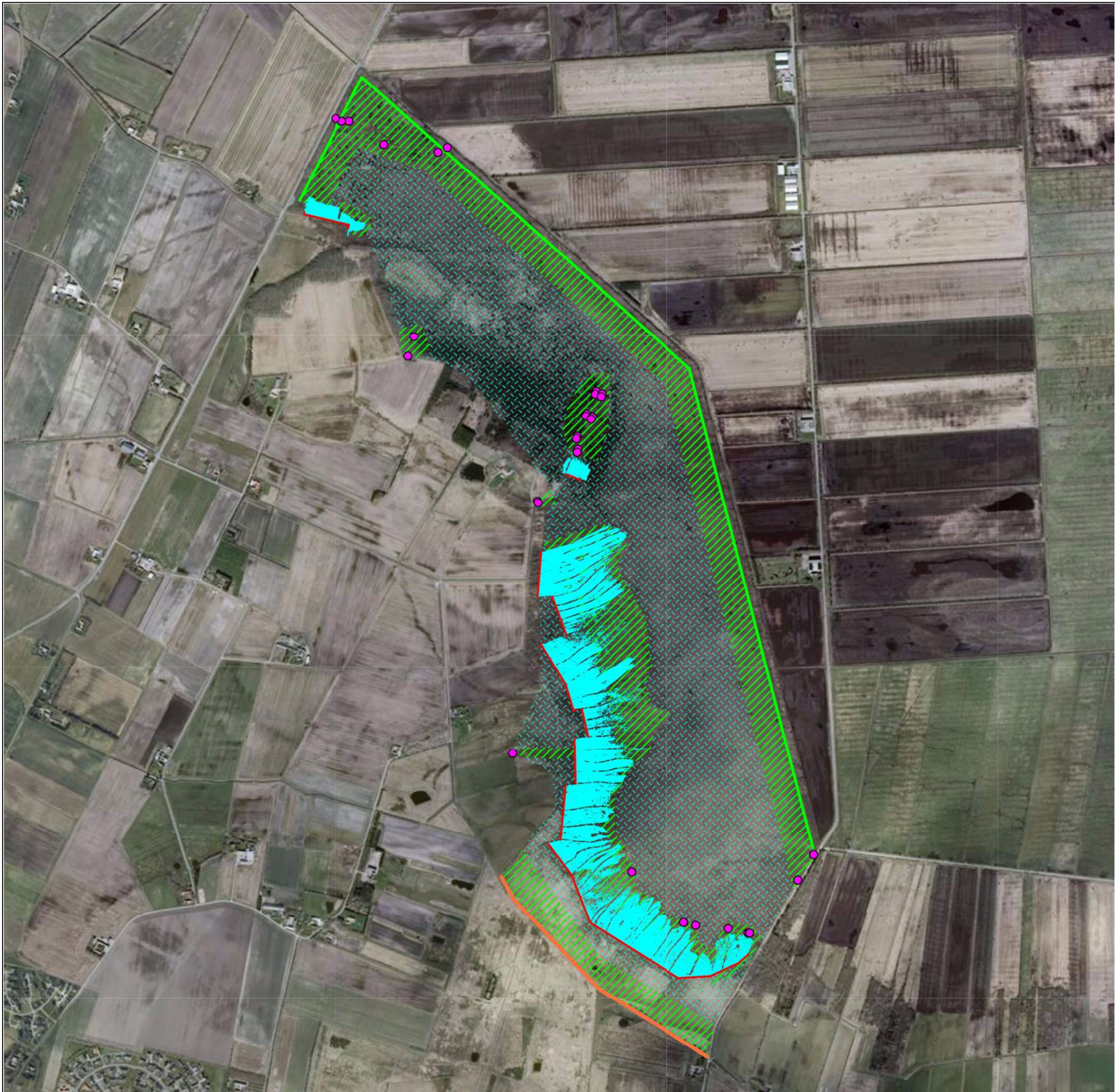
Jammerbugt Kommune
Store Vildmose - tiltag

Bilag C Forslag til rydninger



-  Rydning af al trævækst
-  Rydning af nåletræer
-  Rydning langs kanten
-  Evt. senere rydning til flis

Bilag D Hydrologiske konsekvenskort



- Grøft afbrydes
- Dige
- Grusvej
- Dæmning
- Periodevis vanddækket
- Vådere
- Vådere i mindre omfang