



Gårdsø Mose

Teknisk forundersøgelse, LIFE14 NAT/DK/00012

Rebild Kommune
Center Natur og Miljø
Marts 2018

Udarbejdet af: Niels Riis
Kontrolleret af: Bent Aaby og Jette Nørgaard
Dato: 24-03-2018



INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. INDLEDNING	2
2. DATAGRUNDLAG	4
2.1 Opmåling	4
2.2 Højdemodel	4
2.3 Kortgrundlag	5
2.4 Jordbundsforhold	6
2.5 Hydrologi	7
2.6 Vandstandsforhold	10
3. ANALYSE OG VURDERINGER	13
3.1 Om mosens geologi og topografi	13
3.2 Om mosens hydrologi	16
3.3 Projektmuligheder	19
4. PROJEKTFORSLAG	21
4.1 Situationen ved arbejdets start og under udførelsen	21
4.2 Særlig Arbejdsbeskrivelse, SAB	23
5. KONSEKVENSER	28
5.1 Bygninger og tekniske anlæg mv.	32
5.2 Sagsbehandling	32
5.3 Økonomisk overslag	33
6. LITTERATUR	34

BILAGSFORTEGNELSE

	Skala
Bilag 1: Gårdsø Mose, Vandløbskort med vandspejle	1:2.000
Bilag 2: Gårdsø Mose, Højdeforhold 2015	1:2.000
Bilag 3: Gårdsø Mose, Projektkort	1:1.000

Forside: Søen og hængesækken i den nordlige del af Gårdsø Mose set mod vest i april 2016.

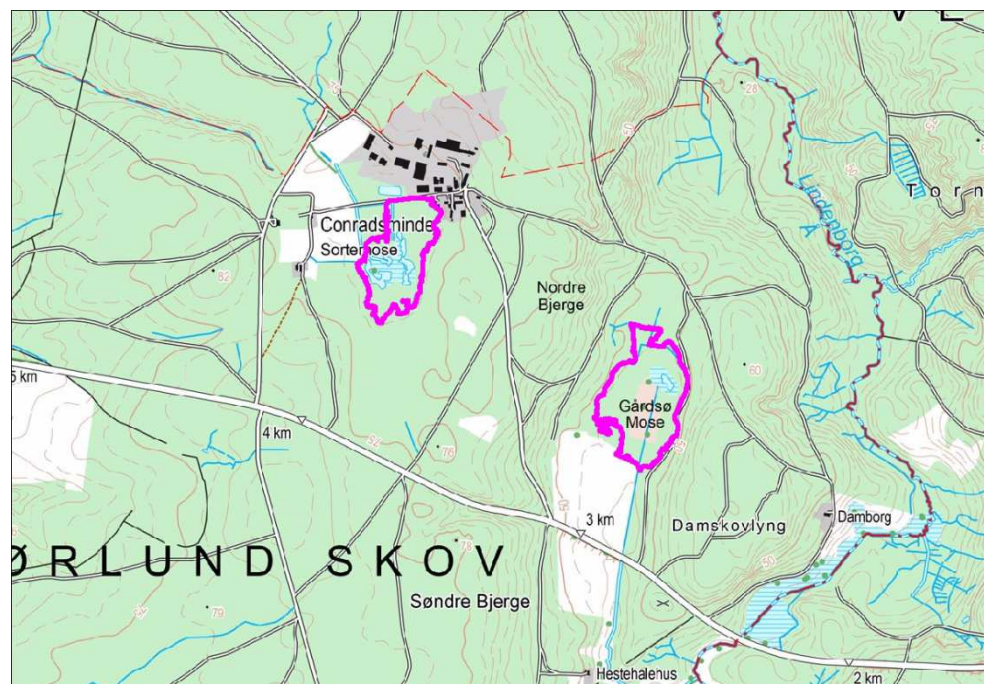


1. INDLEDNING

Gårdsø Mose er en lille højmoser i den vestlige del af Rold Skov vest for landsbyen Rold. Mosen er todelt af et gammelt kørespor igennem mosen. Gårdsø Mose har som følge af afvanding og tørvegravning mistet den struktur, som kendetegner en aktiv højmoser, og fremstår derfor i dag som den form for nedbrudt højmoser, der i den danske tolkning af habitatdirektivet kaldes for "skovbevokset tørvemoser", og som er i ugunstig bevaringsstatus. Et centralt område er registreret som habitatnaturtypen Hængesæk, hvilket er et stadie på vejen mod gendannelse af en højmoser.

Der er stadig betydelige tørveforekomster i Gårdsø Mose, og tørv er kun svagt nedbrudt. Der vurderes derfor at være et stort potentiale for en genopretning af arealer med højmoservegetation.

Rebild Kommune deltager i EU LIFE Nature projektet Højmoser i Danmark LIFE14 NAT/DK/00012, hvor et af delprojekterne omhandler genopretning af de hydrologiske forhold i Gårdsø Mose. LIFE projektets formål er bl.a. at genskabe aktiv højmoser på så stor en del af Gårdsø Mose som muligt med henblik på at bidrage til at opfylde målsætningerne i Natura 2000 planen for Rold Skov, Lindenebjerg Ådal og Madum Sø. Projektområdet i Gårdsø Mose er vist på Figur 1.



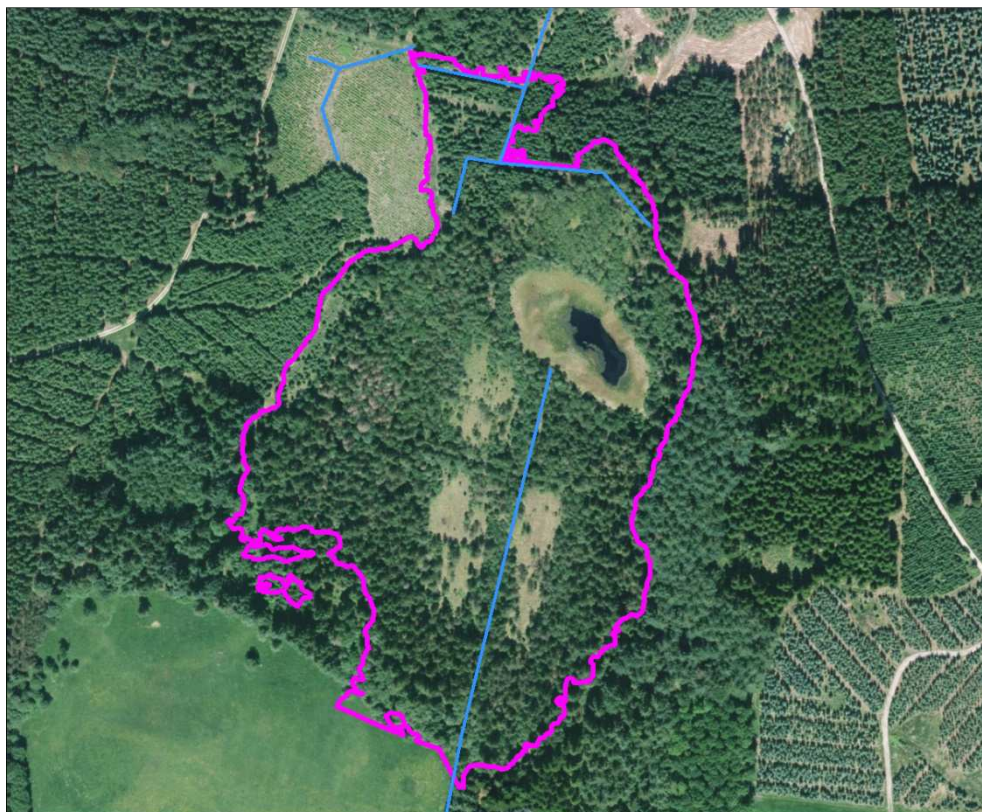
Figur 1. Oversigtskort med afgrænsningen af projektområdet i Gårdsø Mose vist med lys lilla streg sammen med projektområdet i Sortemose vest for i skala 1:25.000 på Kort25 fra 2017, Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering ©.

Rebild Kommune har på nuværende tidspunkt selv foretaget flere tekniske undersøgelser, der beskriver henholdsvis vegetationsforholdene og jordbundsforholde-



ne i den øverste meter i Gårdsø Mose. Der er endvidere den 28. april 2016 opsat to vandstandsmålestationer i mosen, som logger vandspejlet 4 gange i døgnet.

Rebild Kommune har efter et udbud anmodet NaturRådgivningen A/S om at udarbejde en teknisk forundersøgelse i det 8,5 ha store projektområde i Gårdsø Mose, som er vist på Figur 2. Forundersøgelsen skal kunne danne grundlag for udarbejdelse af et projektforslag i en detaljeringsgrad, som efterfølgende kan anvendes til indhentning af underhåndsbud fra indbudte entreprenører.



Figur 2. Kort over Gårdsø Mose med projektområdet vist med lys lilla streg og med vandløb vist i blå streg i skala 1:5.000 på baggrund af ortofoto DDO®2016, ©COWI optaget den 5. juni 2016.

Formålet med forundersøgelsen er at vurdere og beskrive hvilke fysiske anlæg, der er nødvendige for at etablere nye forbedrede vandstandsforhold i Gårdsø Mose. De nye vandstandsforhold skal skabe mulighed for, at projektområdet får gode hydrologiske betingelser for på sigt at kunne genoprettes til aktiv højmosse.

Ansvarsfraskrivelse

Indeværende rapport er udarbejdet som led i LIFE projektet LIFE14 NAT/DK/000012, der 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.



2. DATAGRUNDLAG

Der er foretaget forskellige forundersøgelser, hvis resultater er beskrevet nedenfor. Disse data danner grundlag for de efterfølgende analyser og vurderinger.

2.1 Opmåling

NaturRådgivningen har den 11. januar 2018 foretaget opmålinger af 26 punkter i og omkring Gårdsø Mose i form af terræn og åbne vandspejle samt bund i grøfter. Opmålingen er udført med Trimble R8 RTK-GPS/GLONASS tilknyttet kotesystemet Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90 gennem referencesignaler fra GPSnet til en målenøjagtighed på koter mindre end $\pm 0,03$ m. Koterne til de opmålte vandspejle er vist på vandløbskortet i Bilag 1.

Rebild Kommune har endvidere stillet 7 koterede målepunkter til rådighed opmålt i september 2013.

2.2 Højdemodel

Terrænforholdene i området er generelt beskrevet ved hjælp af Danmarks Højdemodel fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering.

Denne digitale højdemodel er fremkommet ved en laserskanning udført den 18. april 2015, hvor afstanden fra et fly til jordoverfladen målt med laserstråler fra et roterende spejl samtidig med, at flyets position løbende målt med GPS og en tredobbelt gyro. Målingerne er efterfølgende kalibreret til det anvendte kotesystem, DVR90, med et antal kontrolmålinger til veldefinerede flader på jorden. Efter en bearbejdning af målepunkter med fjernelse af afvigende målinger og en udtynding af måledata ligger højdemodellen i en hidtil uhørt detaljeringsgrad med en terrænkote for hver 0,4 m i planen bestemt med en middelfejl på koter, som er oplyst til at være på 0,05 m.

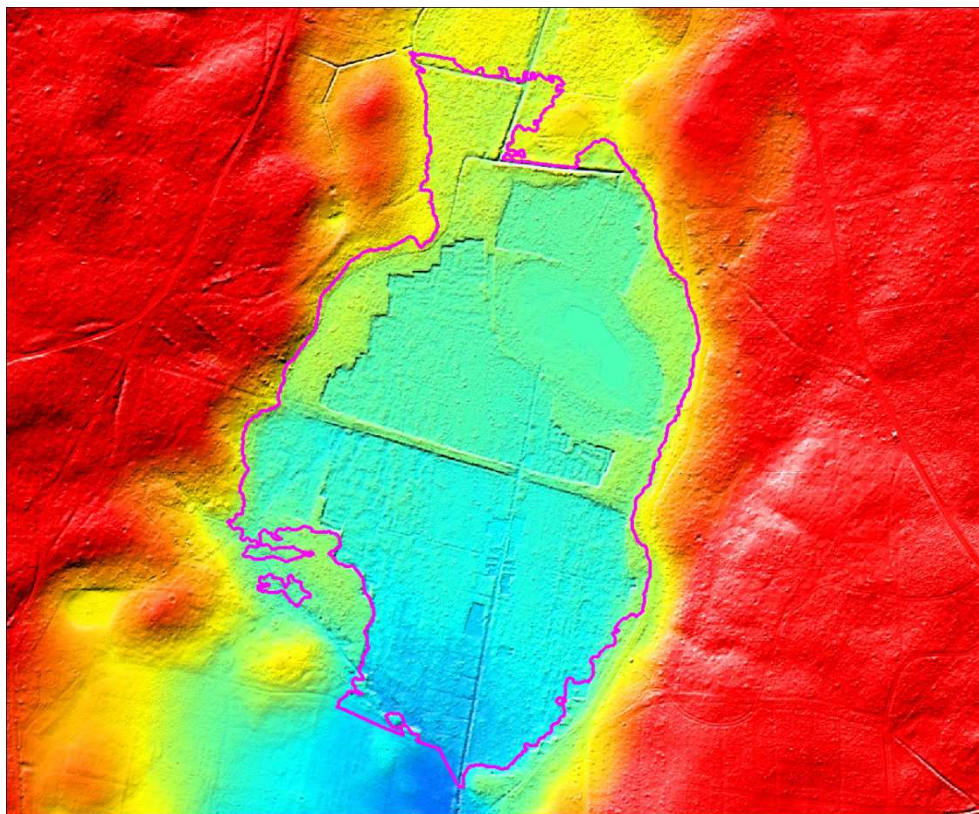
Danmarks Højdemodel er bearbejdet til et Vertical Mapper grid i system UTM 32N (Euref89/ETRS89) og DVR90 til brug i MapInfo. Højdemodellen kan anvendes til beregning af højdekurver eller højdekonturer for relevante områder og ned til en ækvidistance på 0,10 m.

Højdemodellen er hermed en meget detaljeret beskrivelse af terrænforholdene, som det kan ses på Figur 3.

Laserskanning har den fordel, at en del af laserstrålerne når ned igennem bevoksningen og reflekteres på jordoverfladen. Laserskanning kan derfor måle terrænoverfladen i for eksempel skov. Til gengæld registreres vandflader som om, at det var terræn, og metoden kan ikke skelne mellem vandflader og jordoverflader.



Der er beregnet højdekurver for projektområdet og de nærmeste omgivelser med 0,25 m ækvidistance fra kote 44,0 m til kote 52,0 m DVR90, som er vist på kortet i Bilag 2.



Figur 3. Den nye højdemodel af Gårdsø Mose, som blev opmålt i 2015, vist i skala 1:5.000 med en højdebestemt farvelægning i en regnbueskala fra mørkeblå i kote 44,0 m, gul i kote 48,0 m og rød i kote 52,0 m og derover samt med en indlagt 30° belysning, der fremhæver terrænkonturerne. Man kan således se hver eneste grøft eller hjulspor i moseoverfladen med få centimeters nøjagtighed i en pixel-opløsning på kun 0,40 m, Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering ©. Kortet er vist i samme udsnit som på Figur 2 og med projektområdet i lys lilla omrids.

2.3 Kortgrundlag

NaturRådgivningen har til opgaven anvendt sin brugsret til ortofoto DDO®2014 og DDO®2016. Ortofoto er et digitalt luftfoto, der er rettet for fejl, således at det er mål- og vinkelfast. De anvendte ortofoto er leveret af COWI A/S og er optaget henholdsvis den 10. juli 2014 og 5. juni 2016. Ortofotoene foreligger med en pixelstørrelse/opløsning på 0,12 m.

Der er endvidere anvendt GeoDanmarks ortofoto optaget den 2. maj 2017 før løvspring og leveret af Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, SDFE © med en pixelopløsning på 0,10 m.



Der er desuden anvendt tekniske korttemaer fra Danmarks Miljøportal, fra Miljøministeriets vand- og naturplaner, Kort10 og Kort25 fra GeoDanmark og SDFE ©.

GeoDanmarks vandløbskort fra Kort10 var ufuldstændigt og er blevet korrigeret for de registrerede og opmålte forhold, som vist på vandløbskortet i Bilag 1.

2.4 Jordbundsforhold

Landskabet i det centrale Himmerland har spor tilbage til kridttiden for 60-100 mio. år siden, hvor området var dækket af hav, og hvor der blev aflejret kridt på havbunden i form af skaller fra mikroskopiske små alger. I de følgende mange mio. år var området fortsat havdækket, og der blev i stedet aflejret ler oven på kridtet.

I en endnu fjernere fortid for 250-300 mio. år siden var der saltsøer i dele af Himmerland. Disse saltsøer tørrede ind og ligger nu dybt i undergrunden som salthorste, der er blevet lettere end lagene ovenover af kalk og ler. Det har gennem tiden presset kalkbakker op i terrænet, som det tydeligt ses ved kalkbrudene i det østlige Himmerland.

Det nuværende øverste morænelandskab er dannet ved slutningen af den sidste istid, også kaldet Weichsel-istiden. Her blev landskabet formet af en gletsjer, Nordøstisen, der for 23.000 år siden gled ned fra Norge og Sverige, og som for ca. 20.000 år siden nåede frem til hovedstilsandslinjen i Midtjylland. Under isens afsmeltning i de følgende ca. 3.000 år blev landskabet tilført store mængder frigjorte jordmaterialer først under isen og senere foran isfronten som randmoræner, mens isranden gradvist rykkede tilbage.

Under isen skabte smeltevand tunneldale ned i de underliggende jordlag, og smeltevandet kom ud gennem smeltevandsporte i isen. Oven på isen dannedes smeltevandssøer, hvor grus, sand og ler blev aflejret, og som siden blev afsat i landskabet som bakker, da isen omkring søerne smeltede bort. Isen efterlod dermed bakkede moræner med et stort indhold af ler, sand og grus. Nogle steder blev kæmpe isstykker i en tid liggende tilbage som dødis, der efterlod lavninger i terrænet, hvor der opstod søer og senere moser. Senere har den nedbørsbetingede afstrømning formet de dale og slugter, hvor flere af nutidens vandløb forløber.

Jordbunden i den øverste meter af jordlaget er beskrevet gennem det geologiske jordartskort fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS, som har været under løbende udarbejdelse siden 1888. Jordbunden i undersøgelsesområdet og den øvrige dalsænkning er herved kortlagt som postglacialt ferskvandssand, mens de omkringliggende bakker er glacialt moræneler.

Gårdsø Mose er opstået i en lavning imellem bakkerne mod øst, nord og vest, som det fremgår af højdekortet i Figur 3. Det er ikke muligt for os at sige, om det er et dødishul.

Rebild Kommune har i september 2016 hos COWI A/S fået udført 5 boringer til 1,0 m dybde i Gårdsø Mose (Anonym 2016a) med udtagning af jordprøver og be-



dømmelse heraf. Der er herved konstateret højmosetørv eller sumptørv til mindst en meters dybde i 4 af borerne i Gårdsø Mose, mens der i den sidste boring var tørv til 0,95 m dybde og derunder sand. Højmosetørven var generelt uomsat eller kun lidt omsat.

Ved en prøvesondering i januar 2018 med håndboregrej er den faste bund under det tværgående kørespor ved grøftens krydsning målt til 6,25 m under terræn svarende til kote 40,20 m DVR90, idet der var en stigende styrke igennem den nederste meter. Ved etableringen af de to målestationer i 2016 måtte der sættes 5,0 og 7,0 meter stålør til forankring i den faste bund svarende til, at tørvelaget og evt. underliggende gytjelag tilsammen har en tykkelse på 4-6 meter med den største dybde i søen.

2.5 Hydrologi

De hydrologiske forhold er i det følgende nærmere beskrevet i form af områdets vandbalance og i det senere underkapitel om vandstandsforhold.

Vandbalance

Set over tid vil der være en vandbalance i et område, der kan beskrives ved vandbalanceligningen

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

hvor N er den tilførte nedbør N, som udlignes af summen af den aktuelle fordampning F, den samlede afstrømning i dræn og vandløb A, import/eksport af indvundet vand P og ændringer i grundvandsmagasinet ΔR .

Undersøgelsesområdet i Gårdsø Mose ligger centralt i DMIs 20 * 20 km klimagrid nr. 20070. Ifølge DMIs klimagrid er der i referenceperioden 1961-90 en målt middelnedbør i området på 699 mm/år (Scharling 2000). Den målte nedbør afviger fra den faktiske nedbør pga. vindeffekter og andre målefejl. Den årlige nedbør er derfor korrigeret til 848 mm (Scharling og Kern-Hansen 2000). Den potentielle fordampning svarer til fordampningen fra en åben vandflade, og den er opgivet til 546 mm.

Der foreligger tilsvarende nedbørsdata for DMIs klimagrid for perioden 2001-2010, som angiver en middelnedbør på 800 mm/år og en korrigeret nedbør på 973 mm/år. Der er således antydning af en stigning i nedbøren på ca. 15 %, men der foreligger ikke tilsvarende tal for den potentielle fordampning. Vi har derfor valgt at benytte DMIs talmateriale for referenceperioden 1961-90.

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 i skove og rørskove med et stort bladareal, og hvor planterne har konstant adgang til grundvand eller overfladevand. Fra et bevokset



og næsten vandmættet moseareal, kan vi med en rimelig tilnærmelse sætte den aktuelle fordampning lig med den potentielle fordampning.

Hvis vi antager, at der ikke sker ændringer i grundvandsmagasinet, og vi ser bort fra vandindvinding, så bliver afstrømningen fra moseområdet ifølge vandbalance-ligningen lig med den korrigerede nedbør minus den potentielle fordampning. Med en korrigeret nedbør på 848 mm per år og en potentiel fordampning på 546 mm bliver afstrømningen fra området på årsbasis 302 mm.

Nøgletal fra vandbalancen kan opdeles på månedsbasis, som vist i Tabel 1.

Tabel 1 Måned- og årsdata til vandbalance for Gårdsø Mose baseret på DMIs klimadata for 20*20 km klimagrid nr. 20070 som middel for referenceperioden 1961-90. Nettonedbøren for en søflade er differencen mellem korrigeret nedbør og den potentielle fordampning. Endelig er vist den beregnede vandstand fra en teoretisk søflade uden anden udveksling med omgivelserne end nedbør og fordampning.

mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Året
Nedbør, målt	57	36	47	40	52	53	67	66	69	74	74	64	699
Nedbør korrigeret	80	51	63	50	59	59	74	73	77	84	91	88	848
Pot. fordampning	5	12	29	53	83	98	100	79	49	25	9	4	546
Nettonedbør, sø	75	39	34	-3	-24	-39	-26	-6	28	59	82	84	302
Vandstand, teori	75	114	149	146	121	82	56	49	77	136	218	302	-

Det ses af resultaterne i Tabel 1, at vandspejlet på en vanddækket flade uden anden udveksling med omgivelserne end nedbør og fordampning i et gennemsnitsår ikke bør variere mere end $302 \text{ mm} - 49 \text{ mm} = 253 \text{ mm}$. Så enkel er virkeligheden ikke. Der er som bekendt store variationer i både nedbør og fordampning fra dag til dag, fra måned til måned og fra år til år.

Ovenstående betragtning gælder kun for en vandmættet overflade. Hvis der er tale om en jordoverflade vil vandspejlsfaldet forstærkes af, at vandindholdet er begrænset til jordens porevolumen, som ofte langt fra er 100 %. Hvis porevoluminet f.eks. er 33 %, vil vandspejlsfaldet blive tre gange så stort som fra en åben vandflade.

Afstrømningsforhold

Gårdsø Mose har afløb mod syd igennem en grøft, som syd for Roldvej ved Hestehavehus drejer mod øst og løber ud i Lindenberg Å, der kun 600 m øst for mosen løber mod nord op igennem Rold Skov næsten til Støvring og der fra mod øst og nord til sit udløb i Limfjorden øst for Storvorde. Gårdsø Mose ligger således i den øverste del af oplandet til Lindenberg Å.

Hedeselskabet og efterfølgende Nordjyllands Amt har siden 1925 drevet en vandføringsmålestation i Lindenberg Å ved Lindenberg Bro og Gods. Målestationen har DMU nr. 14000022 og DDH nr. 14.01. Oplandet er opmålt til 213 km^2 . Målestationen er siden 1/1 2007 blevet videreført af statens styrelser.



I den seneste beregnede 30 års periode fra 1987 til 2016 inkl. blev der målt en middelfafstrømning på 11,6 l/(s km²) på målestationen svarende til 366 mm/år, hvilket er lidt over den i vandbalancen beregnede afstrømning på 302 mm/år. Når den målte afstrømning fra hele oplandet er lidt større end den beregnede for moseområdet, skyldes det primært, at fordampningen fra afvandede arealer er mindre end den potentielle fordampning. Hertil kommer udvekslingen af vand til eller fra grundvandsmagasinerne. Og endelig er det forskellige perioder, som vi sammenligner.

Miljøstyrelsen har leveret daglige vandføringsmålinger i form af døgnmidler fra målestationen i Lindenberg Å ved Lindenberg Bro for perioden 1987 til 2016 inkl.. De karakteristiske afstrømninger for perioden er beregnet og fremgår af Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristiske afstrømninger beregnet for Lindenberg Å ved Lindenberg Bro (DDH St. 14.01/DMU 14000022) for perioden 1987-2016 inkl., og omregnet til vandføringer i afløbet fra Gårdsø Mose ud fra oplandets størrelse.

Karakteristika	Lindenberg Å, Lindenberg	Gårdsø Mose afløbet
Opland (km ²)	213,2	0,43
	Afstrømning	Vandføring
	l s ⁻¹ km ⁻²	l s ⁻¹
Periode minimum, 30 år	6,4	3
Median minimum	7,9	4
10 % af tiden under	10,2	5
Sommer (50 % af V-IX)	11,3	6
Sommermiddel	11,6	6
Årsmiddel (50 % tid)	10,7	6
Årsmiddel	11,6	6
90 % af tiden under	15,6	8
Median maksimum	27,7	15
10 års maksimum	35,6	19
Periode maksimum, 30 år	54,7	29

Median minimum er den afstrømning eller vandføring, som i gennemsnit underskrides hvert andet år set over en lang årrække.

Median maksimum er den afstrømning eller vandføring, som i gennemsnit overskrides hvert andet år set over en lang årrække.

Som det fremgår Tabel 2, er der i oplandet til Lindenberg Å meget stabile afstrømningsforhold, idet årets median, som underskrides/overskrides i halvdelen af tiden, er næsten lig med årsmiddel, og der er under en faktor 2 mellem en median minimum situation og en median maksimum situation svarende til den typiske variation inden for to år. Dette afspejler et vandløb, hvis vandføring overvejende er grundvandsfødt.



Årsmiddel afstrømningen på $11,6 \text{ l/(s km}^2\text{)}$ er siden år 1999 steget fra de $10,9 \text{ l/(s km}^2\text{)}$, der er oplyst i Ovesen *et al.* (2000), og som er beregnet for perioden 1925-1999, hvilket sandsynligvis afspejler et stigende nedbørsoverskud.

Vi har i Tabel 2 tilladt os at overføre de målte afstrømninger fra hele oplandet til Lindenberg Å til det lille topografiske opland i og omkring Gårdsø Mose, som er målt til 53 ha, og herved omregnet afstrømningerne til vandføringer i afløbet fra Gårdsø Mose. Det er forbundet med stor usikkerhed, da vi ikke kan forudsætte, at afstrømningsmønstret kan overføres fra et stort opland til et lille delopland, hvor minimumsafstrømningerne normalt vil være mindre og ekstremafstrømningerne normalt vil være større. Sammenligningen giver dog en indikation af de vandføringer, som vi kan forvente fra oplandet til Gårdsø Mose, der ligger i størrelsesordenen 3-29 l/s.

2.6 Vandstandsforhold

De to permanente vandstandsmålestationer i Gårdsø Mose er etableret for LIFE-projektet og Rebild Kommune af NaturRådgivningen den 28. april 2016 dels i hængesækken i den nordlige del og dels i højmosetørv i den sydlige del af mosen. Målestationerne er sat i ca. 1,6 m dybe håndboringer ned i mosens tørvelag og er filtersat med et 2,0 m langt 63 mm filterrør i hængesækken og med et 1,0 m filterrør i ca. 0,6 m til 1,6 m dybde i den sydlige målestation. Begge måleopstillinger er fikseret til et nedrammet stålrør. I boringerne er ophængt en Van Essen/Schlumberger Minidiver, som logger trykhøjden hver 6. time. Der er samtidig i den sydligste af de to målestationer i fri luft ophængt en barometerlogger, som på samme tidspunkt måler lufttrykket til kalibrering af målingerne.

Vandstandsloggerne og den tilhørende barometerlogger er tappet for data den 11. januar 2018. Beregningsdata er korrigeret til vandspejlskoter ud fra pejlinger udført den 28. april 2016, den 21. september 2016, den 14. februar og 24. august 2017 samt den 11. januar 2018. Vandstanden i den sydlige målestation havde ikke stabiliseret sig ved den første pejling, og der blev pejlet igen den 13. maj 2016.

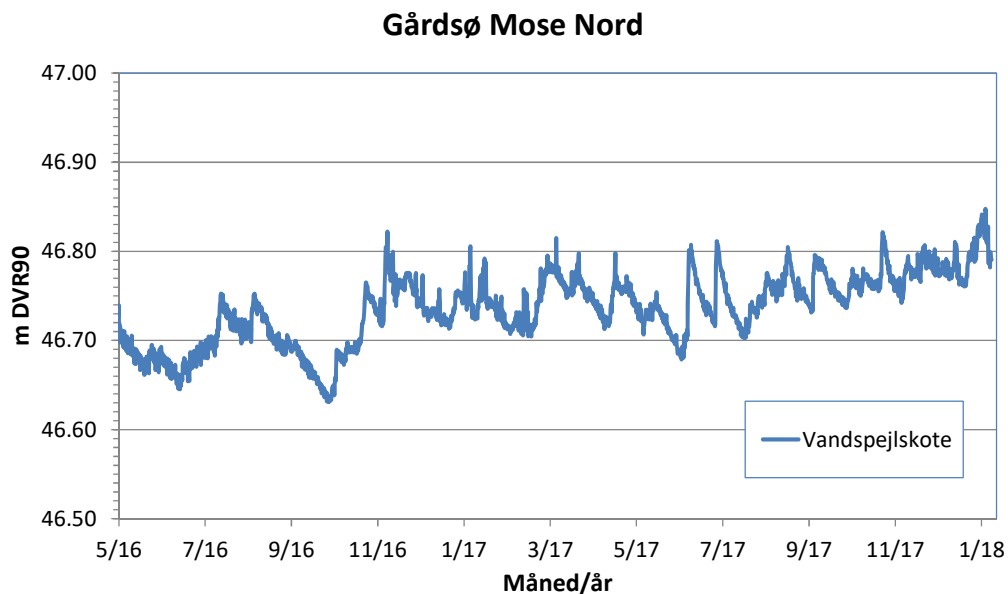
Resultaterne fra de første godt 20 måneders drift af vandstandsmålestationerne i Gårdsø Mose er beregnet i programmet Diver Office og er vist som koterede vandstandskurver på Figur 4 og Figur 5.

Den nordlige vandstandslogger i Gårdsø Mose er anbragt i en stor hængesæk, hvor vandspejlet antages at stå i hydraulisk kontakt med den åbne vandflade i den nærliggende sø. Der ses på Figur 4 en vandstandsvariation i de undersøgte 20,5 måneder på kun 0,22 m i den nordlige del af mosen. Vandstanden nåede det laveste niveau den 27. september 2016, mens den højeste vandstand ses den 7. januar 2018.

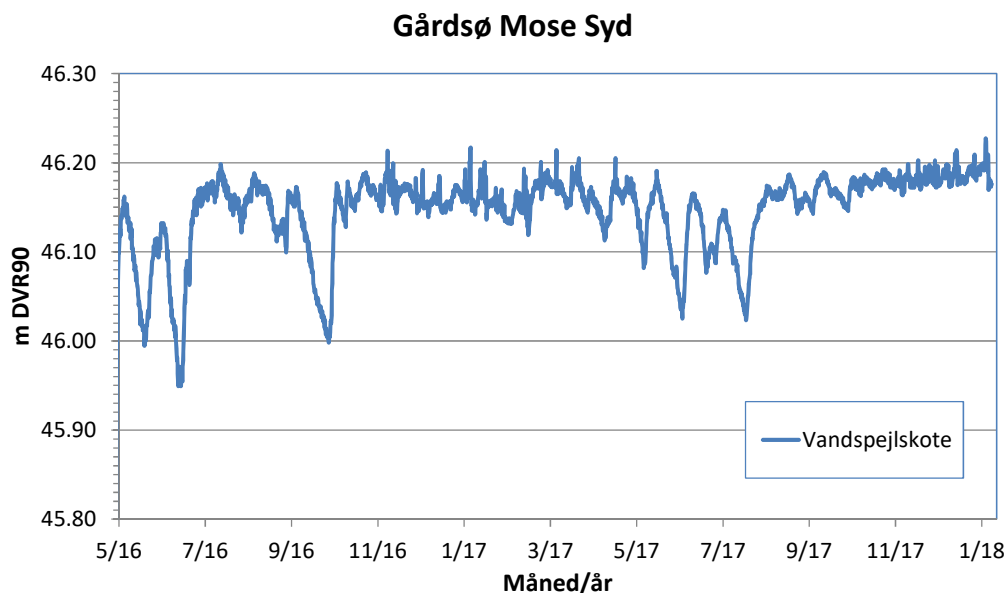
Den sydlige vandstandslogger i Gårdsø Mose er anbragt i en lille højmoseflade 15 meter fra den lille grøft, som afvander mosen. Der ses i Figur 5 en vandstandsvariation i undersøgelsesperioden over godt 20 måneder på 0,28 m. Vandstanden



toppede også her den 7. januar 2018 og nåede det laveste niveau den 14. juni 2016.



Figur 4. Kurve over det koterede vandspejlsforløb på den faste vandstandsmålestation i den nordlige del af Gårdsø Mose i perioden 1. maj 2016 til 11. januar 2018.



Figur 5. Kurve over det koterede vandspejlsforløb på den faste vandstandsmålestation i den sydlige del af Gårdsø Mose i perioden 1. maj 2016 til 11. januar 2018.

I begge de to måleserier har der igennem måleperioden været en stigende trend.



Medianvandstanden, svarende til 50 % af tiden, på den nordlige målestation var i måleperioden i kote 46,74 m DVR90. Ved opmålingen i januar 2018 var vandspejlskoten i 47,76 m DVR90. Til sammenligning var vandspejlet omkring målestationen i kote 46,58 m DVR90 ved laserskanningen den 18. april 2015 og i kote 46,57 m DVR90 ved en ældre laserskanning udført af fa. BlomInfo den 10. maj 2006, hvor middelfejlen på målingerne er oplyst til 0,08 m. Der er dermed tegn på, at vandstanden i søen i den nordlige del af mosen er steget med ca. 0,15 m igennem de seneste år.

Medianvandstanden på den sydlige målestation var i måleperioden i kote 46,16 m DVR90. Ved opmålingen i januar 2018 var vandspejlskoten i 46,18 m DVR90. Det er ikke muligt her at sammenligne med tidligere målinger.



Figur 6. Det centrale område i den sydlige del af Gårdsø Mose set i januar 2018.



3. ANALYSE OG VURDERINGER

3.1 Om mosens geologi og topografi

Der foreligger, så vidt vides, ingen undersøgelser af Gårdsø Moses dannelse og dermed ingen viden om højmosens alder. Bedømt ud fra terrænforholdene og den store tørvetykkelse anses det for sandsynligt, at højmosen er opstået ved tilgroning og tilfyldning af en sø med organisk materiale som f.eks. en hængesæk (en terrestrialisation) og ikke ved *Sphagnum*-vækst direkte fra en meget fugtig og dermed forsumpet overflade (en paludifikation).

Generelt kan tørvlagene i en højmose opdeles i følgende hovedtyper:

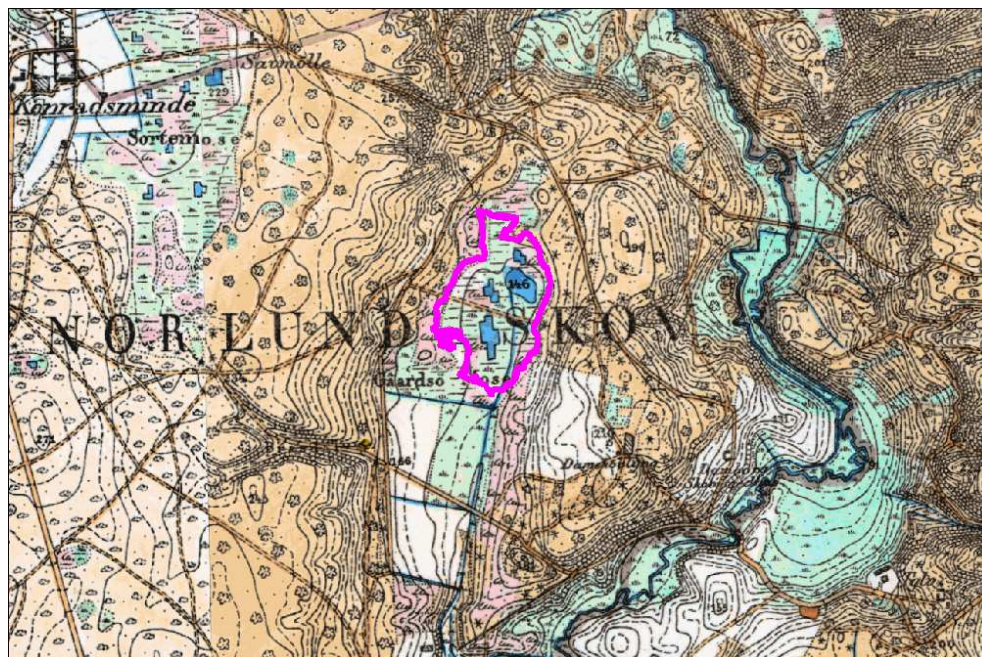
Sumptørven findes nederst og er det ældste tørvlag dannet over gytje eller mineraljord. Den nederste sumptørv indeholder ofte rester af planter som f. eks. tagrør. Med tiden ændres vegetationens sammensætning, og der afsættes en sumptørv opbygget af sumpurter og mosser. I toppen kan der ofte findes lag med rester af arter, der vokser på våd bund under næringsfattige forhold som f. eks. blomstersiv. Sumptørven vil derfor typisk vise en udvikling fra ret næringsrige forhold til næringsfattige forhold i løbet af den tid, hvor sumptørven dannedes.

Kærtørven (fattigkærstørv) er et ofte tyndt overgangslag og består hovedsagelig af tørvemosser (af slægten *Sphagnum*), som er dannet under våde forhold og med kun ringe grundvandspåvirkning, hvorfor det var næringsfattigt.

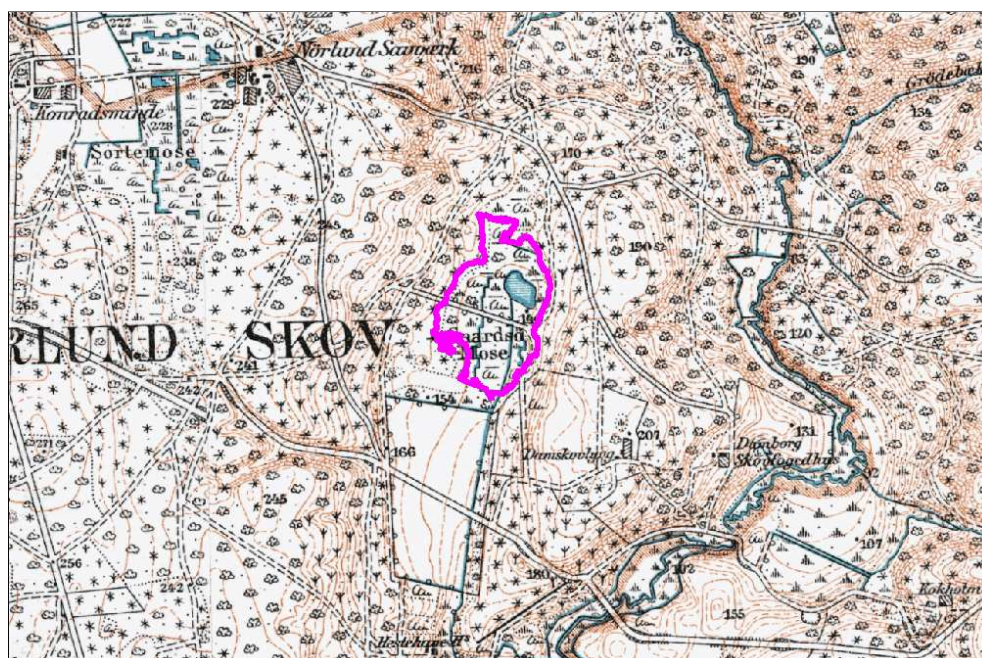
Højmosetørven udgør det øverste tørvlag. Det er dannet uden grundvandspåvirkning, og er derfor den mest næringsfattige tørv. Lagtykkelsen blev i 4 ud af de 5 boringer registreret til at være på over 100 cm. Højmosetørv består hovedsagelig af tørvemosser med indslag af blandt andet tue-kæruld, hedelyng og tranebær.

På det høje målebordsblad fra 1880, som er vist i Figur 7, kan det ses, at Gårdsø Mose dengang lå i omgivet af skovklædte bakker og at der allerede dengang var 4 store tørvegrave i mosen. Denne tørvegravning går tilbage til årene 1835 til 1857, hvor tørven blev gravet til brug som brændsel og emballage på Conradsminde Glasværk, der lå ved Sortemose ca. 1300 m mod VNV. Vandspejlet i den nuværende sø er på kortet angivet til 146 fod, hvilket svarer til 45,8 m over daglig vande i havet, som ikke er et eksakt defineret kotesystem, men som antyder, at vandstanden i mosen dengang var lavere end i dag. På det lave målebordsblad fra 1929 ses kun den nuværende sø, hvilket tyder på, at de øvrige tørvegrave på dette tidspunkt var groet til.

Selve Gårdsø Mose er vist med mosesignatur sammen med signatur for hedelyng. Dette kan være udtryk for, at området enten var højmose eller et ekstremfattigkær dækket af hængesæk. Der er ikke vist opadrettede højdekurver i mosen, som på de høje målebordsblade ellers er tegnet for hver 5 fod (1,57 m). Vi kan derfor ikke sige, om mosen havde udviklet den karakteristiske hvælvede højmose form, eller om højmosen er sunket sammen som følge af afvanding og tørvegravning.



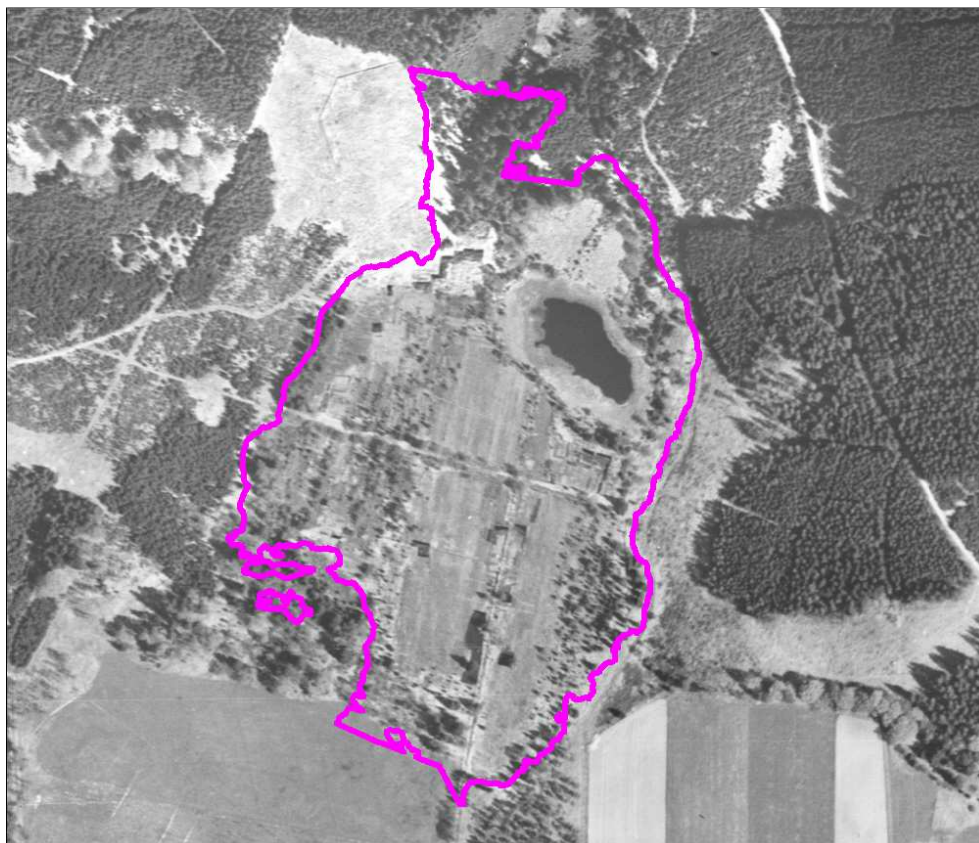
Figur 7. Gårdsø Mose vist på det høje målebordsblad fra 1880 i skala 1:20.000, Styrelsen for Dataforsyning og Effektivitet, SDFE © med det aktuelle undersøgelsesområde fremhævet med lys lilla streg.



Figur 8. Gårdsø Mose vist på det lave målebordsblad fra 1929 i skala 1:20.000, Styrelsen for Dataforsyning og Effektivitet, SDFE © med det aktuelle undersøgelsesområde fremhævet med lys lilla streg.



Afvandingen og tørvegravningen af Gårdsø Mose fremgår også af kortet i Figur 9 fra US Airforces Basic Cover luftfotografering i maj 1954. Her ses det, at mosen fortsat var næsten træløs, og at der var afgravede syd og sydvest for den nuværende sø, hvor der var store afgravede flader og mod syd flere mindre, rektangulære tørvegrave, som var vandfyldte. Der ses en tydeligt veludviklet hængesæk rundt om den nuværende sø, som derfor ikke har været omfattet af tørvegravningen i 1940-erne. Man ser også tydeligt køresporet på en tørvebalke på tværs af mosen.



Figur 9. Gårdsø Mose med projektområdet vist med lys lilla streg i skala 1:5.000 på baggrund af ortofoto DDO®1954, ©COWI optaget af US Airforce i maj 1954 og vist i det samme udsnit som på Figur 2.

På den mindre skarpe luftfotografering udført af Royal Air Force i sommeren 1945, som kan ses på arealinformation.miljoportal.dk, genfinder man de åbne afgravede flader på hver side af den grøft, som løber fra søen mod syd, men man kan ikke se de firkantede sydlige tørvegrave, som altså først må være blevet gravet imellem luftfotograferingerne i 1945 og 1954.

En gennemgang af historiske luftfotos i Anonym (2016a) viser, at de tørvegravede flader i Gårdsø Mose var lysåbne frem til slutningen af 1970-erne, hvorefter der er sket en gradvis tilgroning af mosen frem til i dag i det omfang, som kan ses på Figur 2. Det er nærliggende at antage, at højmoservegetation har bredt sig på de i 1940-erne afgravede flader, som siden gradvist er groet til med træopvækst.



Mosens ejer, Nørlund Fonden, har fremsendt sit nyeste skovkort, hvoraf det fremgår, at der er plantet rødgran rundt om den sydlige halvdel af mosen i 1942 og plantet rødgran rundt om den nordlige halvdel af mosen i 1970.

3.2 Om mosens hydrologi

Den opstillede vandbalance i Tabel 1 viser, at der ved en gennemsnitsbetragtning for en åben vandflade på årsbasis er et nedbørsoverskud i området på ca. 300-350 mm, og at variationen hen over året beregnet på månedsbasis ikke er større end ca. 253 mm. Vandbalancen for en mose er meget lig forholdene i en sø, så længe mosen er vandmættet, og vegetationen dermed har rigelig adgang til vand.

Målingerne fra de to etablerede vandstandsmålestationer i Gårdsø Mose viser, at der igennem undersøgelsesperioden på godt 20 måneder kun har været en variation på ca. 217 mm i den nordlige del af mosen og en variation på ca. 278 mm i den sydlige del. Vandstandsvariationen i begge dele af mosen svarer til det forventede lave niveau i en intakt højmoser, og i den nordlige del er variationen endda lidt under det forventede i en højmoser. Den lille variation igennem undersøgelsesperioden skal ses i sammenhæng med, at sommeren og efteråret 2016 var mere tør end normalt, mens sommeren og efteråret 2017 var mere våd end normalt.

Den lidt større variation i den sydlige del af mosen end i den nordlige del skyldes antageligt en afvandingseffekt fra den grøft, som løber igennem mosen mod syd, og som har et pænt stort fald på ca. 6 ‰ over de 210 meter fra det tværgående kørespor og ned til den sydlige projektgrænse. Vandet kan derfor løbe relativt hurtigt væk fra denne del af mosen. Resultaterne med den forholdsvis lille variation i vandspejlet på den sydlige målestation viser samtidig, at højmosetørven på stedet har en meget stor evne til at tilbageholde vand. Det bekræfter samtidig antagelsen om, at der er et meget vandtæt lag under mosen og dermed ingen ned-sivning.

Vandspejlskoterne i og omkring Gårdsø Mose fra januar 2018 er målt efter en regnfuld periode, hvor der stod åbent vand overalt i lavninger i mosen og rundt om mosen, og hvor den højeste vandstand igennem 20 måneder på begge målestationer var blevet målt 4 dage forinden.

Vandstanden i den nordlige del af mosen ligger i to niveauer. Det er dels ca. kote 46,76 m DVR90 i og omkring den nordlige sø omgivet af hængesæk, og dels ca. kote 46,60 m DVR90 i den vestlige del af mosen. Forskellen skyldes, at der er en svag tørvebalk rundt om søen og hængesækken, som har afløb til en grøft mod syd, hvortil den vestlige del af mosen har afløb igennem en svagt defineret grøft ca. 40 meter længere mod syd, hvor vandspejlet er lavere. Grøftens vandføring løber i dag hen over det tværgående hjulspor, som det kan ses på fotoet i Figur 10. Der har sandsynligvis tidligere været en rørunderføring for grøften under køresporet, som har kunnet sikre et lavere vandspejl i grøften, men som nu tilsyneladende er defekt og har medført det højere nuværende vandspejl i den nordlige del af mosen opstrøms for hjulsporet.



Figur 10. Afløbet fra den nordlige del af Gårdsø Mose til højre sker i dag hen over det tværgående hjulspor midt i billedet og til venstre mod syd, set i januar 2018.

Vandspejlet i den sydlige del af mosen, syd for køresporet, ligger omkring kote 46,28 m DVR90, men der ses her en tydelig vandspejlsgradient mod den gennemgående grøft, hvor vandspejlet stod i ca. 46,08 m DVR90. Desværre var det ikke teknisk muligt at måle vandspejlskoter i grøften under de høje graner i den sydlige del af mosen.

Udstrømningen af vand igennem jord eller tørv kan beregnes ved brug af Darcy's ligning:

$$Q = k * A * (h_1 - h_2) / L$$

hvor:

- Q er grundvandsstrømning i det givne tværsnitsareal, f. eks. i m³/s
- K er hydraulisk ledningsevne, i m/s
- A er udstrømningsareal/tværsnitsareal, i m²
- h₁-h₂ er potentialeforskel/højdeforskel mellem to punkter, i m
- L er den horisontale afstand mellem de to punkter, i m.

Darcys ligning viser, at udstrømningen er ligefremt proportional med grundvandsgradienten $(h_1 - h_2)/L$. Det betyder, at udstrømningen halveres, hvis højdeforskellen i vandspejl mellem to punkter halveres, og dermed at vandstanden, rundt regnet, kun vil falde med det halve inden for en bestemt periode.



Darcys ligning viser også, at udstrømningen er proportional med udstrømningsarealet. Det betyder, at udstrømningen forøges med størrelsen/længden af den front, hvorigennem der sker udstrømning.

Endelig viser Darcys ligning, at udstrømningen er proportional med den hydrauliske ledningsevne i jorden. Den hydrauliske ledningsevne er den hastighed, hvormed en væske kan strømme igennem et porøst medie/jorden, og som afhænger af jordens porevolumen og andre fysiske egenskaber kaldet permeabiliteten.

Den hydrauliske ledningsevne kan variere enormt fra ca. 1 m/s i velsorterede sten og groft grus og ca. 10^{-3} m/s i sand til ca. 10^{-10} m/s i fed intakt ler. Den hydrauliske ledningsevne i gytje kan være lige så lav som i ler, mens den er større i intakt tørv, ca. 10^{-5} m/s (Hougaard og Frohn 2009).

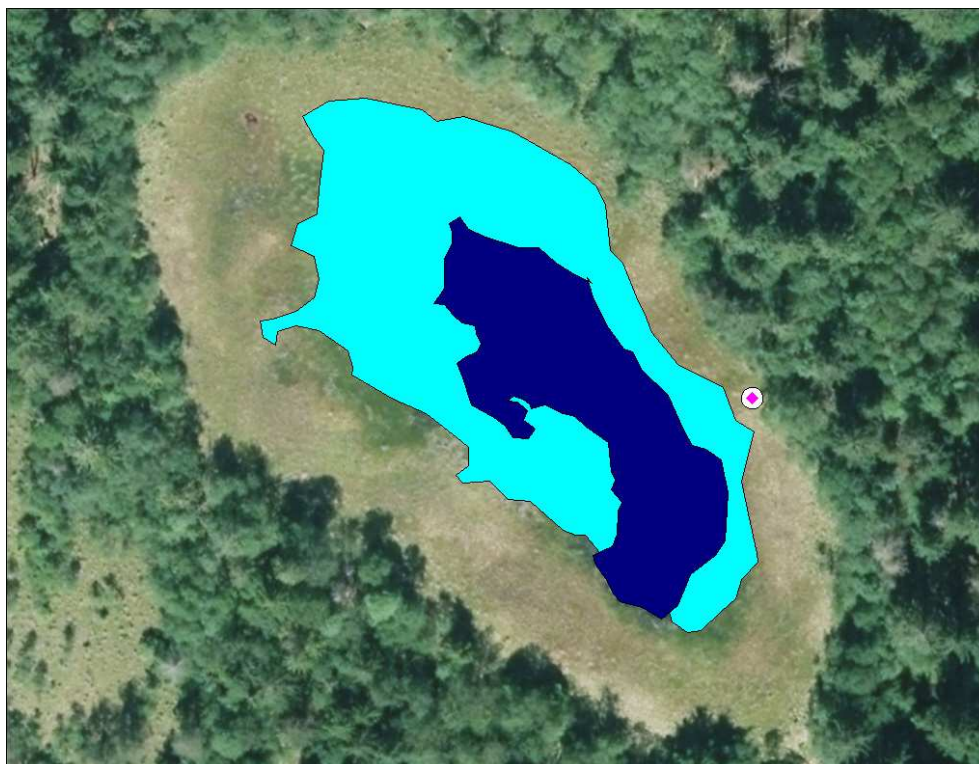
De udførte boringer viser, at der er uomsat højmosetørv i mindst 0,5 m og ned til over 1,0 m dybde. Den aktuelle udstrømning i en højmose sker normalt igennem de øverste 0,3-0,5 m af tørv, som kaldes acrotelm, og som består af levende planter, rødder, døde planterester og løst lejret tørv.

Vandstandsmålingerne i mosen viser, at vi kan negligere nedsivning til underliggende grundvandslag. Vandstanden i mosen styres dermed i det væsentlige af udsivning gennem tørvlaget og grøften/vandløbet mod syd ned igennem mosen.

Da afløbet fra mosen sker igennem tørvlag i kun én retning mod syd, har mosen kunnet opretholde sin vandbalance med en forholdsvis stor vandspejlsgradient på flere promille. Samtidig har den tværgående tørvbalke under køresporet, som ses på i Figur 10, og en mindre tørvbalke rundt om den nordlige sø været med til at holde på vandet i mosen.

Vi kender ikke dybden på den nordlige sø, men der har igennem en lang årrække fra længe før det første luftfoto fra 1945 udviklet sig en hængesæk rundt om søen, som det i dag er muligt at færdes på med forsigtighed trods en dybde på over 5 meter til fast bund. Hængesækken uden træbevoksning og søen har i dag et samlet areal på 0,53 ha, hvilket er næsten sammenfaldende med de 0,46 ha, som søen er vist til at være på det høje målebordsblad fra 1880 på Figur 7. Selve søens areal er skrumpet over tid efterhånden, som hængesækken har udviklet sig. Søens areal var 0,23 ha på luftfotoet fra 1954, og det er siden reduceret til 0,08 ha i 2016, som det er vist på Figur 9. Med den hidtidige tilgrønningshastighed forventes hængesækken at dække søen i løbet af 20-30 år.

Vandstanden i søen er ifølge Figur 4 meget konstant, og hængesækken er i fortsat god udvikling. Der er derfor ikke noget behov for at ændre vandstandsforholdene i søen. Den resterende del af mosen er til gengæld præget af tilgrønning med træer, som gradvist skygger højmosevegetationen væk. Disse lavere liggende dele af mosen vil have fordel af, at vandstanden holdes så tæt på moseoverfladen som muligt. Vandstandsforholdene ved opmålingen i januar 2018 er tæt på det optimale, men vandstanden vil igen falde igennem sommerhalvåret. Udfordringen er derfor at kunne fastholde den høje vandstand i mosen så længe som muligt.



Figur 11. Kort over søen med hængesækken i Gårdsø Mose, hvor søens udstrækning i maj 1954 er vist med lyseblå farve og søens udstrækning i juni 2016 med mørkeblå farve i skala 1:1.000 på baggrund af ortofoto DDO®2016, ©COWI.

3.3 Projektmuligheder

Naturgenopretningsprojektet i Gårdsø Mose har til formål at genskabe aktiv høj-mose på så stor en del af Gårdsø Mose som muligt. Det forudsætter et passende vådt og næringsfattigt miljø til, at tørvemosser fortsat kan brede sig i området og skabe den sure jordbund med aflejring af plantemateriale, der er grundlaget for dannelse af først fattigkær og som med tiden, når tørvlaget mister kontakten til grundvandet, ender med genskabelse af højmoser (Risager 2005, 2015).

Tørvemosser vokser optimalt, når vandstanden er så tæt ved terræn som muligt, og vandstanden bør højst ligge 0,3 m under eller over terræn.

Den nordlige del af Gårdsø Mose er i en gunstig udvikling som hængesæk, der er et stadie på vej til at blive en højmoser. Vi finder derfor ingen anledning til at ændre på det nuværende vandstands niveau. Vandstanden i mosens sydvest for hængesækken havde også gunstige vandstandsforhold på opmålingstidspunktet, men den aktuelle vandstand skyldes tilsyneladende et tilstoppet rør under vejen.

Vandstanden er kun holdt oppe af en svag tørvevold langs nordsiden af køresporet. Vandstanden vil kunne ændre sig, hvis der køres med skovmaskiner på køresporet. Vi finder det derfor nødvendigt at sikre køresporet og den nordlige kant af



balken mod fremtidige skader, der vil kunne sænke vandspejlet. Som løsning har vi valgt at pege på etablering af en plastspunsvæg, som vil skulle sættes helt ned til den faste mineraljord under mosen, som vi ved en prøvesondering har bestemt til kote 40,20 m DVR90 med en stigende styrke igennem den nederste meter.

I den sydlige del af mosen var der også på opmålingstidspunktet en nærmest optimal vandstand. Vandstandskurven i Figur 5 viser tegn på afvanding til grøften, som løber ned igennem mosen. Denne grøft er meget forsumpet på strækningen igennem selve mosen, men ændrer sig til en normal skovgrøft i den sydlige del af projektområdet, hvor den fortsætter som en afvandingsgrøft i skovbrynet langs østsiden af marken syd for mosen. Grøften har ifølge højdemodellen et stort fald på ca. 1,35 meter på den 210 m lange strækning fra køresporet og ned til den sydlige kant af projektområdet ud af mosen, svarende til godt 6 ‰ fald.

En mulighed for at fjerne grøftens afvandingseffekt vil være at kaste grøften til. Det vil dog blive vanskeligt at få en gravemaskine ind i mosen uden at beskadige vegetationen. En mulighed kunne til gengæld være at skodde grøften til med et antal nedsatte stem. Det vil dog kræve et større antal stemmeskodder, der bør sættes for hver ca. 0,15 meter vandspejlsfald, hvilket vil kræve 6-8 skodder ned igennem grøften. En ulempe ved metoden vil være, at afstrømningen til dels vil blive tvunget ned over terræn parallelt med vandløbet, hvilket vil kunne være til skade for skoven og marken syd for. Der vil derfor kunne blive behov for at grave en tværgående afvandingsgrøft til opsamling af afstrømningen, som til gengæld risikerer i sig selv at få en afvandingseffekt på mosen.

Vi er derfor kommet frem til den løsning, at der sættes en membran på tværs af den sydlige del af mosen i det område, hvor jordbundsforholdene har givet mulighed for udvikling af højstammede graner. Membranen vil bremse den terrænnære afstrømning og dermed afvanding mod syd samtidig med, at grøften kan oprettholdes som afløb fra området med et stem ved membranens krydsning af grøften og et enkelt opstrøms stem i kanten af den nuværende lysåbne del af mosefladen.

Mosen er omkranset af store rødgraner og enkelte lærketræer, som dels skygger og dels kaster frø. Dette kan ses i form af en opvækst af unge nåletræer i og omkring mosen. Træerne øger fordampningen fra mosen. En del af disse unge nåletræer vil senere drukne, men de udgør tilsammen en trussel mod mosens udvikling. Det anbefales, at der foretages fældning af alle større nåletræer i hele mosens randzone. Samtidig bør der foretages en rydning af hele mosen for opvækst af yngre nåletræer.

Det herved fremkomne projektforslag er nærmere beskrevet i det følgende kapitel og vist på projektkortet i Bilag 3.



4. PROJEKTFORSLAG

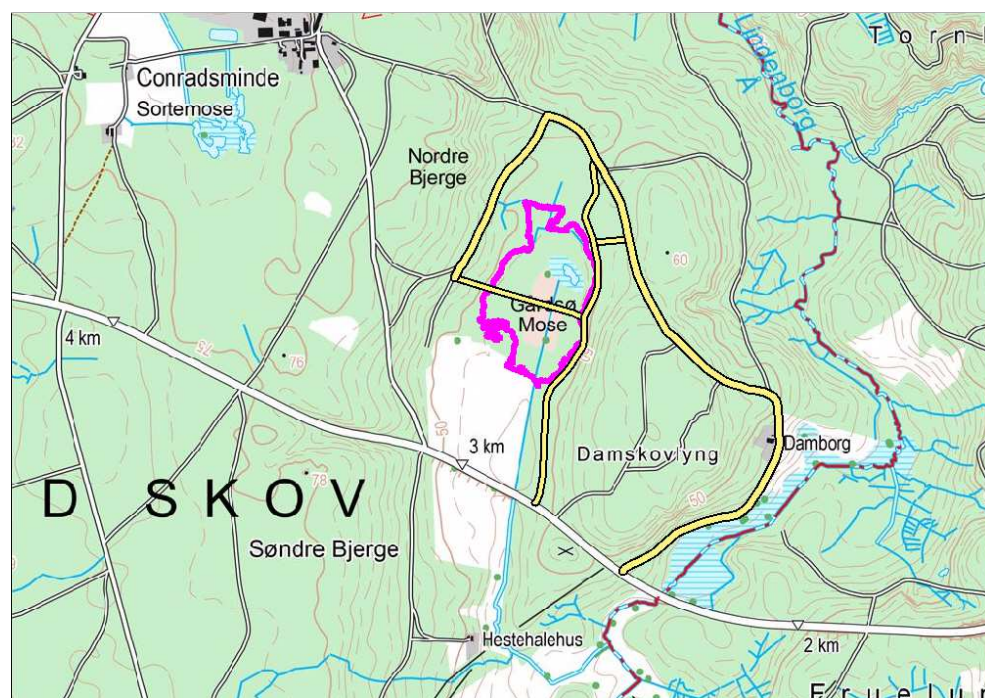
Projektbeskrivelsen for genopretningsprojektet i Gårdsø Mose fremgår af det følgende, der er udformet som en arbejdsbeskrivelse til entreprenøren.

De projekterede tiltag er vist på projektkortet i Bilag 3.

4.1 Situationen ved arbejdets start og under udførelsen

Adgangsforhold

Adgangen til projektområdet i Gårdsø Mose sker ad en god, grusbefæstet skovvej fra Roldvej forbi ejendommen Damborg, som vist på kortet i Figur 12, idet vejen fortsætter i en bue nord om mosen. Damborg har adressen Roldvej 185, 9610 Nørager. Den videre vej ind til mosen sker ad ubefæstede skovspor efter nærmere aftale med lodsejeren, Nørlundfonden. Det ene skovspor når mod syd ned til Roldvej, hvor indkørslen er lukket med en kæde.



Figur 12. Oversigtskort med adgangsveje vist med gule streger ind til projektområdet i Gårdsø Mose i Rold Skov (afgrænset med lys lilla streg) i skala 1:20.000 på Kort25, SDFE ©.

Nødvendig etablering, vedligeholdelse og forstærkning af arbejdsveje til opretholdelse af deres farbarhed påhviler entreprenøren.

Ved arbejdets afslutning skal vejene efterlades i en mindst lige så god stand, som ved arbejdets overdragelse. Entreprenøren kan anmode om et vejsyn ved arbejdets opstart.



Entreprenøren må selv sørge for mandskabsfaciliteter, el, vand, telefon samt opsamling og miljømæssig forsvarlig bortskaffelse af afløbsvand og affald.

Opmålinger og fikspunkter

Alle koter i dette projekt er med reference til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90. Alle koordinater angives i meter i projektion UTM 32 N ETRS89/Euref89.

NaturRådgivningen har som beskrevet i afsnit 2.1 foretaget en mindre opmåling i Gårdsø Mose med RTK-GPS/GLONASS udstyr.

Der er afsat fikspunkter på top af stålør på de to vandstandsmålestationer, som er vist på Bilag 1 og 3, med kote 47,47 m DVR90 på den nordlige og 46,89 m DVR90 på den sydlige målestation.

Ledninger

Der er ved projekteringen i januar 2018 foretaget en søgning i Ledningsejerregisteret, LER, hvor der er fremkommet oplysninger fra følgende mulige ledningsejere i de områder, hvor der skal udføres gravearbejde:

- Eniig Fiber A/S
- Eniig Forsyning A/S
- Global Connect A/S
- Mariagerfjord Vand A/S
- N1 A/S
- TDC A/S

Alle de nævnte ledningsejere har efterfølgende oplyst, at de ikke har ledninger i området.

Geoteknisk undersøgelse

Der er udført de 5 håndboringer til 1,0 m dybde og de 3 dybe sonderinger til fast bund, der er beskrevet i afsnit 2.4, og som alle viser tørv til mindst 0,95 m dybde.

Rydning

Forud for opstart af anlægsarbejderne er det aftalt med Nørlundfonden, at der skal udføres en rydning af træbevoksningen på et 5,27 ha stort område ekskl. søen og hængesækken på i alt 0,53 ha. I forbindelse med dette projekt er der ændret lidt på den foreslåede rydning, som herved er rykket lidt mod syd med et uændret areal, som vist på projektkortet i Bilag 3.

Rydningerne vil omfatte al træopvækst inkl. de store rødgraner med undtagelse af birketræer, som ellers risikerer at brede sig ved rods kud. Opvæksten afskæres med buskrydder eller motorsav. Det afskovede materiale kan enten neddeles og efterlades på stedet eller udtrækkes og fjernes fra området, idet tørvefladerne så vidt muligt efterlades uberørte. I en afstand af 8 meter fra de beskrevne anlægstiltag skal der ske fuld afskovning og fjernelse af træ.

Rydningsopgaven er ikke en del af nærværende projektbeskrivelse og forudsættes udført inden opstart af anlægsarbejdet.



4.2 Særlig Arbejdsbeskrivelse, SAB

Materialer og normer

Alle synlige membraner, skodder, spunse og evt. rørledninger skal være sorte eller i dæmpede naturfarver som mørkebrun, mørkegrøn eller grå.

Ledninger etableres i overensstemmelse med gældende forskrifter i DS 475, "Norm for etablering af ledningsanlæg i jord" suppleret af DS 430 "Lægning af fleksible rør af plast i jord og DS 436 - Norm for dræning af bygværker".

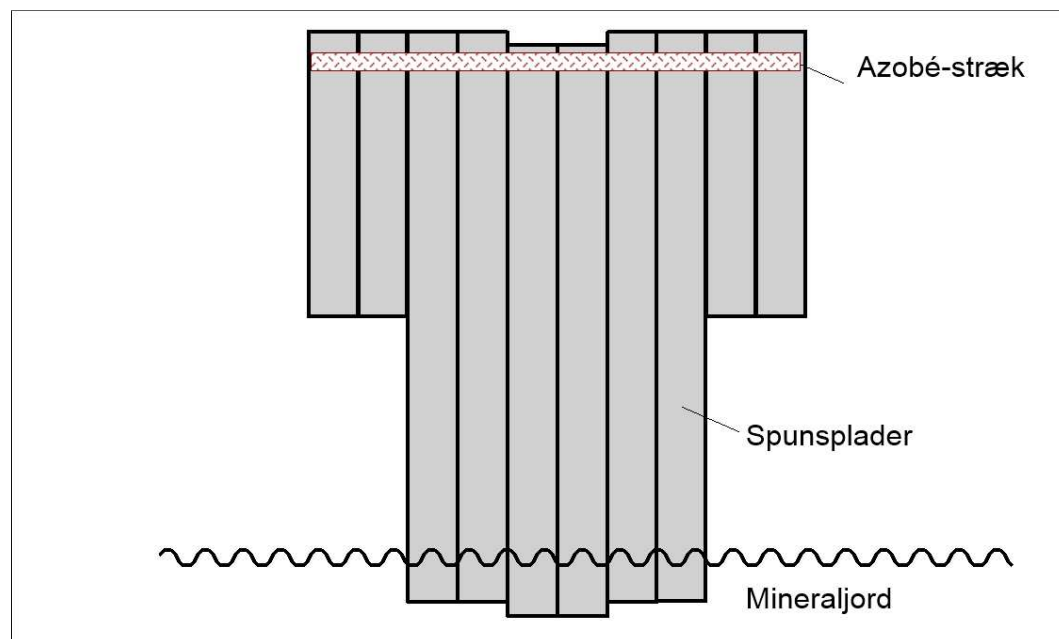
Plastspuns er kompositprofiler i mørk farve svarende til CMI type SG325 eller Eco-lock GW-610-6.4, som etableres med forseglingsbånd/-masse (seal) i låse for vandtæt samling af spunspladerne. Mulig leverandør er Lesanco (tlf. 39 61 12 06).

Plastplader omfatter 20 mm hårde plastplader af f. eks. PVC, acryl, HDPE eller komposit med en stivhed (Youngs modulus) på min. 1000 MPa, der er bestandige for vand, pH = 3 og sollys.

Membraner er en HDPE membran leveret i 1,5 mm tykkelse, mørk svarende til GSE HD. Mulige leverandører er Byggros eller John Hunderup (mobil 22 12 97 01).

Etablering af plastspunsvæg

På nordsiden af lavningen i køresporet (til højre på foto i Figur 10) skal der etableres en plastspunsvæg som styrtkarm for mosens afløb, som vist på tegningen i Figur 13.



Figur 13. Skitse af en plastspunsvæg med stræk etableret som overløb i grøften på nordsiden af hjulsporet igennem Gårdsø Mose og vist i skala 1:100.



Plastspunsvæggen etableres af 6 stk. plastspunsprofiler af 0,61 m bredde og af 7,0 m længde og 4 stk. plastspunsprofiler af 0,61 m bredde og af 3,5 m længde med en 1,20 m bred udsparring, der fremkommer ved, at de 2 centrale spunsplader er sænket 0,17 m i forhold til resten.

Spunsen udføres lodret uden, at der sker brud eller skader på profiler og låse, eller at profiler går ud af låse.

Spunsvægsprofilerne skal rammes enkeltvis i flere trin i den fastsatte flugt.

Arbejdet med nedføring af spunsvæggene skal ledes af en formand med erfaring i rammearbejde. Det første spunsprofil skal nedføres under guidning af et stålprofil. Nedføring ved vibration tillades.

I tilfælde af ramning skal der anvendes originale rammehoveder eller anden foranstaltning, som sikrer mod, at spunsprofilerne tager skade ved nedbringningen. Rammematerialet, inkl. faldvægt og faldhøjde skal være tilpasset i forhold til opgaven og egnet til ramning/vibrering i sand, silt og gytje. Ramningen må ikke være hårdere end angivet i DS 415 for krav til "blød" ramning.

Entreprenørens valg af metode og materiel skal forelægges tilsynet til godkendelse, inden nedføringen af spunsprofiler påbegyndes.

Leverandørens forskrifter for ramning af spunsprofiler og for tætning af låse med der til egnet fugemasse (sealing) skal i øvrigt overholdes.

Ramningen af plastspunsvæggen skal afsluttes med intakt overkant, som om nødvendigt må renskæres.

Entreprenøren skal træffe de nødvendige foranstaltninger for spunsvæggens stabilitet under arbejdets udførelse.

Skulle der vise sig hindringer for nedføringen af spunsprofilerne som følge af f.eks. sten eller træstammer, må hindringen overvindes efter metoder, som skal aftales med tilsynet.

Spunstop og udsparringen afdækkes med en minimum 10 mm hård neoprenplade og der over et topcover/cap i plastbelagt aluminium i samme farve som spunsvæggen, som klemmes ned over spunstop på alle frie flader og ind over topcover/cap samt boltes til spunsvæggen med en M10 rustfri A4 bolt pr. spunsplade.

Spunsvæggene etableres med stræk i min. 100 * 150 mm azobe påboltet to gange per spunsprofil med M12 rustfrie A4 bolte.

Entreprenøren skal foretage den fornødne vandstandssænkning for montage af stræk ved en passende midlertidig afspærring af grøften og lænsning af vand med mobil pumpe.



Plastspunsvæggen etableres med færdig overkant af udsparringen i kote 46,48 m DVR90 og overkant af siderne i kote 46,65 m DVR90.

På den nedstrøms side af spunsvæggen udlægges en faskine af 1-4 lag 50-100 mm træstammer i 3,0 m længde lagt på tværs af køresporet og op til ca. 50 mm under overkant af spunsvæggen. Spunsvæggens landfæster sikres om nødvendigt ved udlægning og indbygning af tørv op til minimum 0,10 m over spunsvæggen.

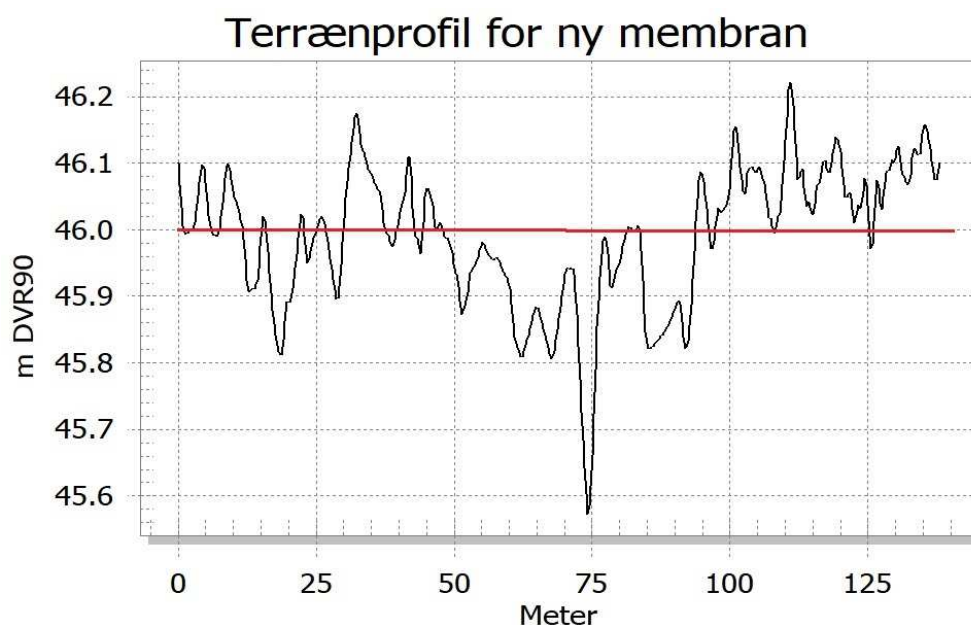
Træstammer forventes leveret fra rydningen af træbevoksningen og lagt i stabel. Tørv kan afgraves lokalt i op til 0,5 meters dybde i mosen mindst 5 meter fra køresporet.

Etablering af membran

På tværs af den sydlige del af Gårdsø Mose mellem terræn i kote 46,1 m DVR90 i hver side af dalen etableres en 138 m lang og 1,4 m dyb lodret plastmembran af 1,5 mm HDPE ført fra minimum kote 46,00 m DVR90 og ned. Membranen nedgraves så vidt muligt ved nedpløjning i et ikke over 1,0 m bredt spor, som vist på projektkortet i Bilag 3.

Der skal anvendes en membranudlægger med afskærmet lodret rulleholder, der løbende kan trækkes lodret frem i udgravningen. Tilbagefyldning skal udføres på den ene side af membranen med løbende komprimering af fyldet med maskinskovlen og så vidt muligt med samme lagfølge, som opgravet.

Et længdeprofil af terrænet over membranen er vist i Figur 14.



Figur 14. Terrænprofil udtrukket af den laserskannede højdemodel fra 2015 i forløbet af membranen i Gårdsø Mose set fra vest mod øst. Membranens overkant i minimum kote 46,00 m er vist med rød streg.



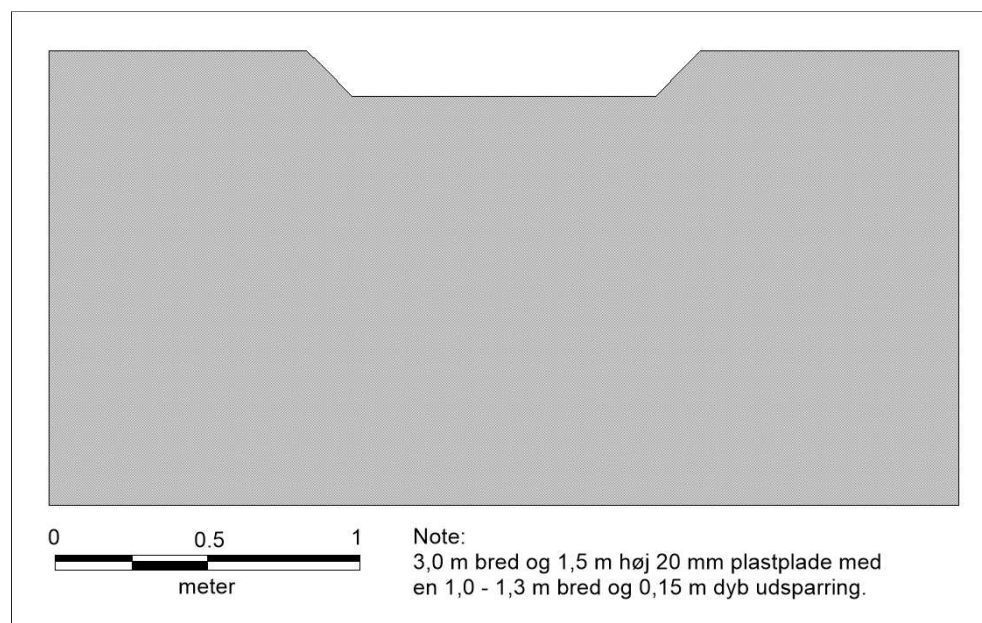
Hvor membranen passerer terræn under kote 46,00 m DVR90 etableres en lav tørvevold omkring membranen med en kronebredde på 1,0 m i kote 46,10 m DVR90 og skråningsanlæg ca. 1:2 ned til terræn. Tørvevolden etableres af tørv afgravet af de øverste 0,5 m i en afstand af mindst 5 meter fra membranen.

Ved membranarbejdet gælder:

- Membraner skal så vidt udføres i ubrudte baner og om nødvendigt med mindst 1,0 m tæt overlæg mellem hver bane.
- Hvor der evt. påtræffes al-lag, må disse ikke gennembrydes, men membranen føres tæt ned til al-lagets overside og gerne med overlæg mod al-laget.
- Overskydende membran afskæres lige under terrænniveau.

Etablering af overløb i grøften mod syd

Der, hvor membranen krydser grøften igennem den sydlige del af Gårdsø Mose, skal der etableres et overløb. Overløbet udføres som en fast overløbsvæg bestående af en 3,0 m bred og 1,5 m høj plastplade med en 0,15 m dyb trapetz-formet udsparring med en bundbredde på 1,0 m og en ovenbredde på 1,3 m, som vist i Figur 15.



Figur 15. Skitse af en plastplade til brug som overløb i grøften igennem den sydlige del af Gårdsø Mose og vist i skala 1:25.

Plastpladen indbygges lodret på tværs af grøften med bund i kote 44,47 m DVR90 og dermed bund i udsparringen i kote 45,82 m DVR90. Indbygningen udføres med de omkringliggende jordlag suppleret af råjord, idet der fyldes op til 0,5 m fra udsparringen og videre op til kote minimum kote 46,10 m omkring plastpladen. På sydsiden af plastpladen udlægges 5 m³ singels-sten som sidestøtte fra 50 mm un-



der udsparringen og nedstrøms som et lille stenstryg i grøften med jævnt fald ned til den nuværende grøftebund.

Membranen fæstnes tæt ind til plastpladen med en kraftig aluminiumsskinne, minimum 5x40 mm, som fastgøres med rustfrie bolte og spændeskiver per 0,5 m. 33 m nord for det omtalte overløbsskod etableres endnu et overløbsskod på tværs af grøften bestående af en tilsvarende plastplade, som forsigtigt presses lodret ned i tørven på tværs af grøften med bund i kote 44,67 m DVR90 og dermed bund i udsparringen i kote 46,02 m DVR90.



Figur 16. Det centrale område i den sydlige del af Gårdsø Mose set mod syd i april 2016. Den sydlige vandstandsmåler er siden opstillet i den bagerste del af den åbne del af mosen.



5. KONSEKVENSER

Vandstandsforhold

Med det foreslåede overløb fra den nordlige del af Gårdsø Mose vil vandspejlet ved overløbet blive hævet til kote 46,50 m DVR90 ved årets median og årsmiddel vandføring, hvilket svarer til de opmålte forhold i januar 2018. Kun i situationer hvor fordampningen overstiger tilstrømningen fra tørvelagene omkring mosen vil vandspejlet falde til under kote 47,48 m DVR90, og det vurderes, at vandspejlet fremover ikke kommer under 47,40 m DVR90. Ved den maksimale afstrømning på ca. 24 l/s vil vandspejlet her stå i kote 47,53 m DVR90.

Vandstanden i området nord for køresporet vil ikke påvirke vandstanden i søen og den omkringliggende hængesæk, hvor vandspejlet ved opmålingen var i kote 46,76 m DVR90, og hvor der var et synligt vandspejlsfald på de øverste metre af den grøft, som danner søens afløb mod syd. Projektet vil derfor heller ikke ændre vandstanden i den øst-vestgående grøft, som ligger i den nordlige kant af projektområdet, og som har afløb til søen.

Tilsvarende vil vandspejlet lige opstrøms membranen ved det sydlige afløb fra Gårdsø Mose blive hævet til kote 45,85 m DVR90 ved årets median og årsmiddel vandføring. Kun i situationer, hvor fordampningen overstiger tilstrømningen fra tørvelagene omkring mosen, vil vandspejlet her falde til under kote 45,82 m DVR90, og det vurderes, at vandspejlet fremover ikke kommer over kote 45,90 m DVR90. Ved det andet overløbsskod, som placeres 33 m længere opstrøms i grøften bliver de tilsvarende vandspejle 0,20 m højere.

Overløbsbygværkerne er konstrueret således, at der senere vil kunne foretages en vandstandshævning i mosen på 0,05 m eller 0,10 m, når tørvedannelsen vurderes at være tilstrækkelig til, at vegetationen og hængesække kan tåle en sådan ekstra vandstandshævning. I praksis kan dette ske ved at bolte et ekstra overløbsskod på plastfiberpladernes og plastspunsvæggens udsparringer, som hæver bunden med 0,05 eller 0,10 m, som man måtte ønske det. I samme forbindelse vil det skulle sikres, at terrænet langs køresporet igennem mosen fortsat ligger i kote min. 46,70 m DVR90.

Afvandingsforhold

Vi har kortlagt de nuværende afvandingsforhold i og omkring Gårdsø Mose på grundlag af de opmålte vandspejle den 11. januar 2018 og de to måleserier af vandspejlskoter, som viser, at vandspejlet ved de to målestationer i halvdelen af tiden i den knapt to år lange måleserie stod 0,02 m lavere end ved opmålingen. De opmålte vandspejle er derfor fratrukket de 0,02 m for at give et billede af vandstandsforholdene i den nuværende mediansituation.

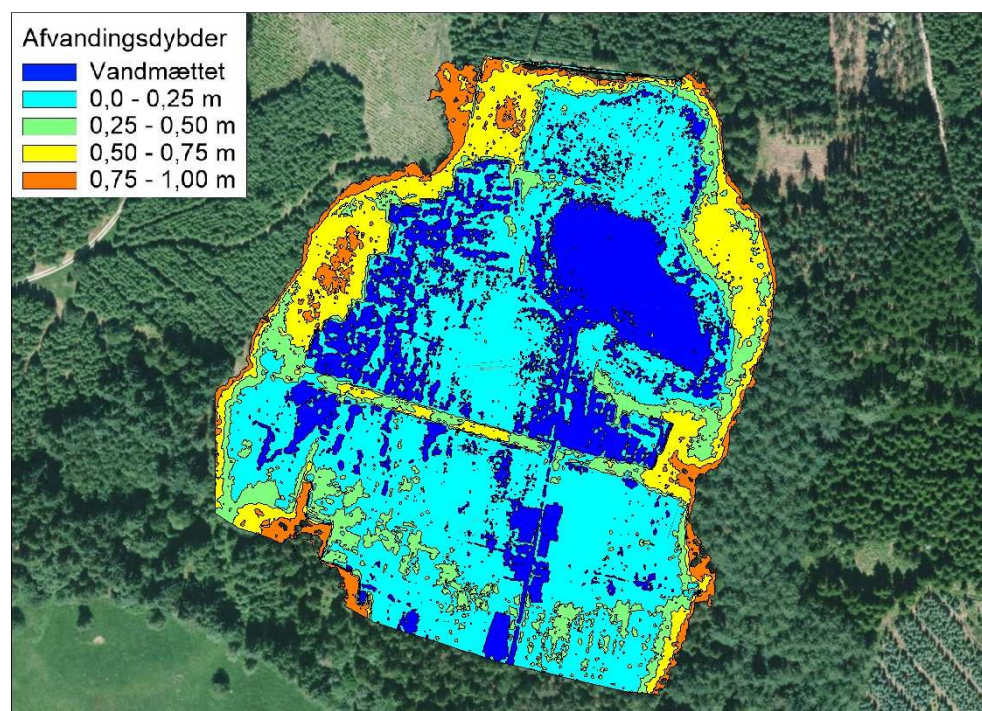
Ved den anvendte metode beregnes der fra vandspejlskoterne overalt ud igennem det omgivende terræn med en valgt gradient til de koter, som det teoretisk set vil være muligt at afvande ned til med det givne fald til det nærmeste åbne vandspejl. Derefter beregnes dybden fra terrænet i højdemodellen ned til de beregnede afvandingskoter.



Herved fremkommer en model af afvandingsdybden i terrænet i og rundt om mosen, der anvendes til en konturering, som viser afvandingsdybden i intervaller af 0,25 m op til en afvandingsdybde på 1,0 m, der normalt anses for fuldt tilstrækkelig for at kunne opnå en optimal rodudvikling af afgrøder og bevoksninger. De arealer, hvor den beregnede afvandingskote ligger over terræn, betegnes som vandmættet jord, der ikke nødvendigvis vil blive en vandflade, hvis der sker overfladisk afstrømning.

Der er anvendt et fald på 2 ‰, som er det i praksis mindste anvendte fald ved dræning med drænrør. Der er også en typisk grundvandsgradient igennem sandjord. Den anvendte gradient er lidt større end den normale gradient i de øverste lag i en højmosse, men meget mindre end de gradienter, som ses i intakt tørv. Metoden er derfor egnet til at beskrive den overfladiske afstrømning i mosen og afvanding igennem sandjordslagene rundt om mosen, men metoden kan omvendt ikke give en korrekt beskrivelse af gradienter og strømninger igennem tørv.

Den beregnede udstrækning af vandmættede arealer og de fire intervaller af afvandingsdybder per 0,25 m ved de nuværende forhold er vist på kortet i Figur 17. Trods metodens begrænsninger giver beregningen en rimelig god beskrivelse af de observerede vandstandsforhold i mosen den 11. januar 2018.



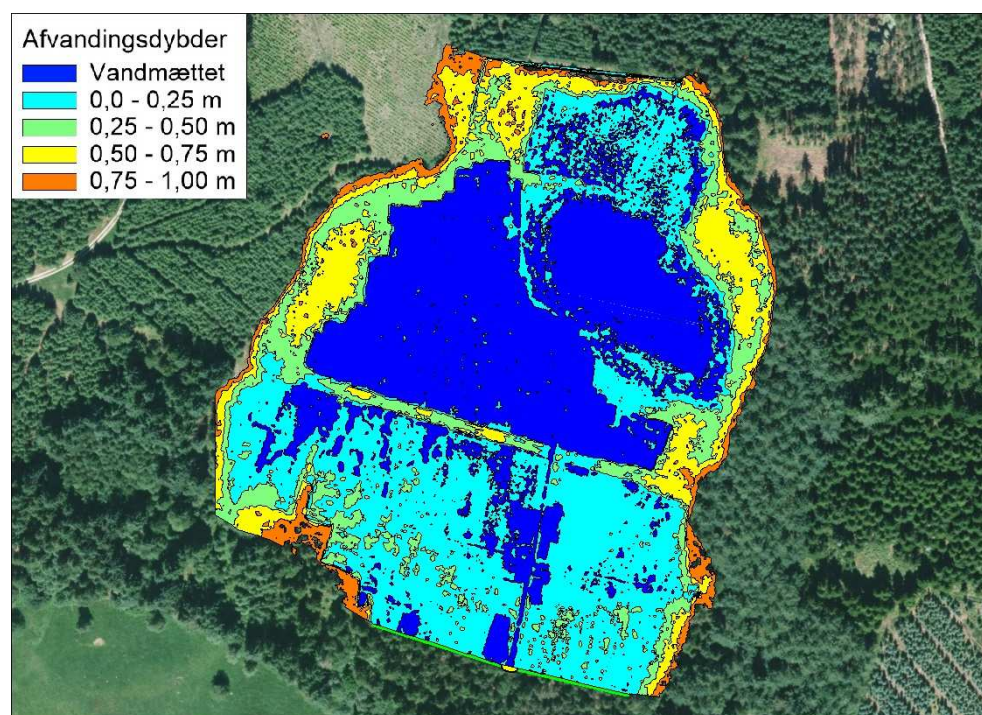
Figur 17. De beregnede afvandingsforhold i Gårdsø Mose under de projekterede forhold med vandmættede arealer vist med mørkeblå farve og med 4 intervaller af afvandingsdybder per 0,25 m vist i skala 1:4.000 på baggrund af DDO®2016, ©COWI.

Vi har tilsvarende kortlagt de fremtidige afvandingsforhold rundt om Gårdsø Mose på grundlag af et vandspejl ved afløbet fra den nordlige del af mosen i kote 46,50



m DVR90 og ved de to sydlige overløbsskodder i henholdsvis kote 45,85 m og 46,05 m DVR90.

Den beregnede udstrækning af vandmættede arealer og de fire intervaller af afvandingsdybder per 0,25 m ved de projekterede forhold er vist på kortet i Figur 18.



Figur 18. De beregnede afvandingsforhold i Gårdsø Mose under de projekterede forhold med vandmættede arealer vist med mørkeblå farve og med 4 intervaller af afvandingsdybder per 0,25 m vist i skala 1:4.000 på baggrund af DDO®2016, ©COWI.

Arealer med en afvandingsdybde på over 1,0 m er ikke kortlagt, da de betragtes som optimalt afvandet. Vi har samtidig tilladt os at fjerne arealer nord for den øst-vestgående grøft i den nordlige del af mosen, hvor der ikke vil ske nogen ændring af afvandingsforholdene, men hvor der allerede i dag og dermed også fremover er arealer med en afvandingsdybde på mellem 0,5 og 1,0 m.

Arealerne af de kortlagte flader i de 5 arealkategorier med en afvandingsdybde på under 1,0 m på kortet i Figur 18 er opgjort i Tabel 3. Da vandstandshævningen tager udgangspunkt i mest muligt at fastholde de opmålte vandstandsforhold i januar 2018, og da vi ikke har en fuld beskrivelse af de aktuelle vandstandsforhold i en middel eller median situation, er der ikke udført tilsvarende beregninger for de nuværende forhold.

Det ses af opgørelsen i Tabel 3, at det vanddækkede/vandmættede areal forventes at blive på 2,57 ha, mens det samlede påvirkede areal bliver på 7,01 ha.



Tabel 3 Opgørelse af arealer i den vestlige del af Gårdsø Mose opdelt efter afvandingsdybde før og efter projektets gennemførelse.

Areal-kategori	Afvandingsdybde (m)	Før projektet (ha)	Efter projektet (ha)
Vandmættet	≤ 0,00	1,46	2,57
Meget våd mose	0,00 - 0,25	3,45	2,52
Våd mose	0,25 - 0,50	0,79	0,86
Fugtig mose	0,50 - 0,75	0,86	0,77
Tør mose	0,75 - 1,00	0,37	0,29
		6,93	7,01

Det vanddækkede/vandmættede areal vil øges fra 1,46 ha til 2,57 ha, men det vil ikke få karakter af åben vandflade bortset fra den nuværende vandflade på 0,08 ha. Dette skyldes, at *Sphagnum* vegetationen som en hængesæk vil følge med vandet op, således som det kunne iagttages under opmålingen den 11. januar 2018.

Tilsvarende vil arealet af meget våd mose blive reduceret med 0,93 ha til 2,52 ha. Det samlede påvirkede areal vil blive forøget fra i dag 6,93 ha til 7,01 ha.

Det vurderes, at de valgte vandstandsforhold vil være mest mulig optimale for en fortsat vækst af *Sphagnum* på de store flader i de centrale dele af mosen, som er det område, hvor vandstandshævningen bliver størst og som median ca. 0,15 m. Den beskedne vandstandshævning vil også medføre en reduceret afvanding af tørvepartierne i kanten af mosen.

Det vil være hensigtsmæssigt, at anlægsprojektet udføres sidst på sommeren eller i det tidlige efterår på det tidspunkt, hvor vandstanden i mosen normalt er lavest.

Særligt beskyttede arter

I habitatområde nr. 20 er der følgende særligt beskyttelseskrævende arter på områdets udpegningsgrundlag: kildevældsvindelsnegl, skæv vindelsnegl, bred vandkalv, havlampret, bæklampret, stor vandsalamander, damflagermus, odder, grøn buxbaumia, blank seglmos og fruesko, hvilket der er nærmere redegjort for i Natura 2000-plan 2016-2021 for Natura 2000-område nr. 18, Rold Skov, Lindenberg Ådal og Madum Sø.

I forbindelse med det aktuelle LIFE-projekt har der været særlig fokus på arten bred vandkalv og dens mulige forekomst i projektområderne samt mulighederne for at forbedre artens levevilkår. Der er ikke ældre oplysninger om forekomst af bred vandkalv i Gårdsø Mose. Sweco (2016) har forgæves eftersøgt bred vandkalv i Gårdsø Mose ved hjælp af fældefangst.



Bred vandkalv lever i rene søer med klart eller svagt brunt vand og med individrige sommerbestande af større vårfluelarver, som udgør larvens føde. Dyrene opholder sig gerne i kanten af søerne, hvor der er bevoksninger af star eller langs kanten af flydende hængesæk. Levestederne er oftest skovsøer, men arten kan også leve i tørvegrave, i moser eller i grus- eller brunkulsgrave, der nu er fyldt med vand. Den kan leve i ret surt vand. Søen skal have en stor vandflade uden tæt vegetation og en vanddybde på mindst 1 m på det dybeste sted. Langs bredden findes ofte en lav sumpbevoksning. De typiske levesteder har åbne bevoksninger af sumpplanter eller brinker med kærvegetation så som forskellige arter af star, hvid åkande, tørvemosser og vandaks, hvor larverne opholder sig (Rasmussen 2007).

Sweco (2016) vurderede, at søens bredzone med en brat overgang fra kanten af hængesækken og ned til en dybde af mindst 1,5-2,0 m uden forekomst af tæt stivstænglet vegetation gjorde lokaliteten uegnet som levested for bred vandkalv. Som følge af den omfattende hængesæk, der har dannet sig ud i søen, har vi ikke fundet det muligt, at forbedre levestederne for bred vandkalv, da det i givet fald vil blive på bekostning for mulighederne for genskabelse af højmosen.

Rydningsbehov

Langs vestsiden af mosen og i dalsænkningen nord for mosen er der lavtliggende arealer på tilsammen ca. 2 ha, som med fordel også burde ryddes for bevoksningen. Delområdet vest for mosen er omfattet af det konsekvensberegnete areal, og beplantningen i dette område vil næppe udvikle sig gunstigt fremover. Det lavtliggende delområde omkring grøfterne nord for mosen vil ikke blive påvirket af projektet, men en rydning af bevoksningen og genetablering af en lysåben vegetation vil efter en kort overgangsperiode medføre en reduceret udvaskning af næringsstoffer til søen og mosen og dermed forbedre områdets bevaringsstatus.

5.1 Bygninger og tekniske anlæg mv.

Der er ingen bygninger og ikke kendskab til nogen ledningsanlæg i projektområdet, som vil blive påvirket af projektet.

5.2 Sagsbehandling

Projektforslaget forudsætter, at der ved ansøgning kan opnås godkendelse af projektet efter planloven (VVM-screening), naturbeskyttelsesloven og vandløbsloven. Projektområdet er registreret dels som mose og dels som sø omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3.

Grøften fra søen og mod syd ned igennem mosen er kortlagt som vandløb omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. De beskrevne ændringer af naturtilstanden i mosen og i grøften kræver dispensation fra naturbeskyttelsesloven.

Området er omfattet af bestemmelser om international naturbeskyttelse, Natura 2000, hvilket kræver en konsekvensvurdering efter reglerne om internationale naturbeskyttelsesområder i habitatbekendtgørelsen.

Projektområdet er fredskov, og der kræves måske en skovlovstilladelse.



Opstemningen af afløbet fra projektområdet med en plastspunsvæg, plastskodder og en membran er ændringer af de bestående vandløbs- og afløbsforhold, som kræver godkendelse efter vandløbslovens bestemmelser om vandløbsregulering. Det kræver ifølge Bekendtgørelse 1436 om vandløbsregulering mv., at projektet først offentliggøres i høring i 4 uger blandt de lodsejere, som vurderes at blive berørt eller at have en væsentlig interesse i projektet.

Rebild Kommune er myndighed på de omtalte lovområder, og hvortil ansøgningen om dispensation og godkendelse skal sendes.

Alle de nævnte afgørelser vil inden for en frist af 4 uger kunne påklages af de som måtte have en væsentlig interesse i afgørelsen samt en række anerkendte landsdækkende organisationer til Miljø- og Fødevarerklagenævnet.

Ved sagens behandling efter vandløbsloven vil følgende lodsejer skulle inddrages:

Matr. nr.	Ejer	Adresse
1g, 2b Nørlund Hgd. Ravnkilde	Nørlundfonden	Conradsminde 23, 9610 Nørager

Projektet finansieres med støtte fra EU LIFE14 NAT/DK/00012 af Rebild Kommune. Ansøger afholder alle omkostninger til projektets gennemførelse.

5.3 Økonomisk overslag

Omkostningerne til gennemførelse af projektet er anslået i nedenstående Tabel 4:

Tabel 4 Overslag over anlægsomkostninger ved gennemførelse af naturgenopretningsprojektet i Gårdsø Mose, ekskl. moms og ekskl. de forudgående trærydninger.

	Mængde	Delsum
Arbejdsplads, mobilisering og rydning	Sum	30.000 kr.
Levering og etablering af membran	138 m	55.000 kr.
Levering og etablering af plastskodder	2 stk.	18.000 kr.
Levering og etablering af stenstryg	5 m ³	5.000 kr.
Levering og etablering af plastspunsvæg	34 m ²	34.000 kr.
Eventualydelse	15 %	21.000 kr.
Omkostningsoverslag i alt		163.000 kr.



6. LITTERATUR

Aaby, B. & Berglund, B., 1986: Characterization of peat and lake deposits. In: Berglund, B. (ed.) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology, John Wiley & Sons Ltd. p. 231-246.

Anonym 2016a: LIFE14 NAT/DK/000012 LIFEraisedbogs. Restaurering af højmoser i Rold Skov. A1 Biologiske og geologiske undersøgelser. Rapport august 2016. Mariagerfjord Kommune og Rebild Kommune.

Anonym 2016b: Restaurering af højmoser i Rold Skov. LIFE14 NAT/DK/000012 LIFE raisedbogs. D1 Overvågning af habitatnaturtyper, Hjorth's Mose, Langemose, Sortemose og Gårdsø Mose. Rapport august 2016. Rebild Kommune.

Hougaard T., Frohn L., 2009: Beregning af indeklimabidrag fra forureninger under bygninger uden støbt terrændæk, *Jordforurening.info. nr. 2, 2009.*
www.jordforurening.info/filer/udgivelser/andre/18/Indeklimabidrag.pdf

Korsgaard, P., 2006: Kort som kilde – en håndbog om historiske kort og deres anvendelse. Dansk Historisk Fællesråd. Sammenslutningen af lokalarkiver. 147 pp.

Ladekarl, U.L., Beier, C., Dellwik, E., 2005: Fordampning fra landbrug og skov. Vand og Jord 2, maj 2005, s 44-47.

Lønberg, P., 2006: Conradsmindes skønne glas. I: Folk fortæller. Årsskrift fra Bolstrup Museumsforening, 29. udgave, s. 37-44.

Naturstyrelsen, 2016: Natura 2000-plan 2016-2021. Rold Skov, Lindenberg Ådal og Madum Sø. Natura 2000-område nr. 18, Habitatområde nr. 20, Fuglebeskyttelsesområde F3 og F4. Miljø- og Fødevarerministeriet, Naturstyrelsen.

Nielsen, J., og Pedersen, K., N. (Ed) 2004: Glasværker i Nordjylland. Vejgaard Lokalhistoriske forening, s. 1-2.

Ovesen, N. B., Iversen H.L., Larsen S.E., Müller-Wohlfeil D.-I. & Svendsen L.M., Blicher, A.S. og Jensen, Per M., 2000: Afstrømningsforhold i danske vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 238 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 340.

Rasmussen, J., F. 2007: Bred vandkalv *Dytiscus latissimus* - I: Søgaard, B. & Asferg, T. (red.): Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV – til brug i administration og planlægning. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. – Faglig rapport fra DMU nr. 635: s. 178-182.

Riis, N., 2005. Påvirkning af højmoserealer i Lille Vildmose fra afvanding og tørvegravning. Rapport fra COWI til Aage V. Jensens Fonde. 79 sider.

Risager, M., 2005: Sphagnum- og lyngforsøg på tidligere tørveindvindingsareal i Lille Vildmose. Foreløbig afrapportering. Nordjyllands Amt, Teknik og Miljø, Naturkontoret, 121 s.



Risager, M., 2015: Vurdering af behov for forvaltningstiltag på EU LIFE projektet Østdanske Højmoser, LIFE12 NAT/DK/000183, Aktion A1. Åmosen – Verup og Sandlyng Moser. Rapport fra RisagerConsult til Sorø og Guldborgsund kommuner, 64 s.

Scharling, M., 2000: Klimagrid Danmark. Normaler 1961-90. Måned- og årsværdier. Nedbør 10x10, 20x20 & 40x40 km, Temperatur og potentiel fordampning 20x20 & 40x40 km metodebeskrivelse & datasæt. DMI Technical Report 00-11. Danish Meteorological Institute, Ministry of Transport. København.

Scharling, M. og Kern-Hansen, C., 2000: Klimagrid Danmark. Praktisk anvendelse af nedbørskorrektion på gridværdier. Tabeller samt kort over sammenhæng mellem nedbørkorrektionsregioner og gridceller. DMI Technical Report 00-21. Danish Meteorological Institute, Ministry of Transport. København.

Sweco 2016: Eftersøgning af bred vandkalv (*Dytiscus latissimus*) i Rebild Kommune, LIFE14 NAT/DK/000012, LIFEraised Bogs. Notat til Rebild Kommune.

Trap, I. P., 1961: Danmark, 5. udgave. Aalborg Amt, Bind VI. G.E.C. Gads Forlag.