



**STRUER
KOMMUNE**

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne



**Natur
Rådgivningen**



Vådområdeprojekt Odby Sø Teknisk forundersøgelse og projektforslag

Struer Kommune
Plan og Miljø
August 2015

Udarbejdet af: Niels Riis
Dato: 14-08-2015

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

	Side
1. INDLEDNING	3
2. BAGGRUND	6
3. DATAGRUNDLAG	11
3.1 Opmåling	11
3.2 Højdemodel	11
3.3 Kortgrundlag	12
3.4 Oplandsforhold	12
3.5 Jordbundsforhold	13
3.6 Hydrologi	14
3.7 Afvandingsforhold	19
3.8 Kvælstofafstrømning	24
3.9 Fosforundersøgelse	27
3.10 Tekniske anlæg	32
3.11 Natur-, plan- og vandløbsforhold	36
4. ANALYSE AF PROJEKTMULIGHEDER	39
4.1 De bestående forhold	39
4.2 Fremtidsscenarier	41
4.3 Odby Sø som en kystlagune	42
4.4 Om kvælstoffjernelse	43
5. PROJEKTFORSLAG	47
6. KONSEKVENSVURDERING	50
6.1 Vandstandsforhold	50
6.2 Kystlagunens karakteristika	51
6.3 Afvandingsforhold	52
6.4 Kvælstof	53
6.5 Fosfor	56
6.6 Naturkvalitet	58
6.7 Bygninger og tekniske anlæg mv.	59
6.8 Natur-, plan- og vandløbsforhold	61
6.9 Økonomisk overslag	62
7. LITTERATUR	63

Forside: Odby Sø set fra Gl. Landevej nr. 14 mod sydvest med jernbanen og Hovedvejen, Rute 11 i forgrunden og diget med pumpehuset og Limfjorden i baggrunden, august 2014.



BILAGSFORTEGNELSE

	Skala
Bilag 1: Vandløb, dræn og vandspejle	1:4.000
Bilag 2: Højdeforhold og vandløb	1:4.000
Bilag 3: Nuværende afvandingsforhold	1:4.000
Bilag 4: Tekniske anlæg	1:4.000
Bilag 5: Projektkort	1:4.000
Bilag 6: Projektets afvandingsforhold	1:4.000
Bilag 7: Projektets tekniske forhold	1:4.000
Bilag 8: Regneark med kvælstofberegninger	
Bilag 9: To regneark med resultater af fosforundersøgelse	

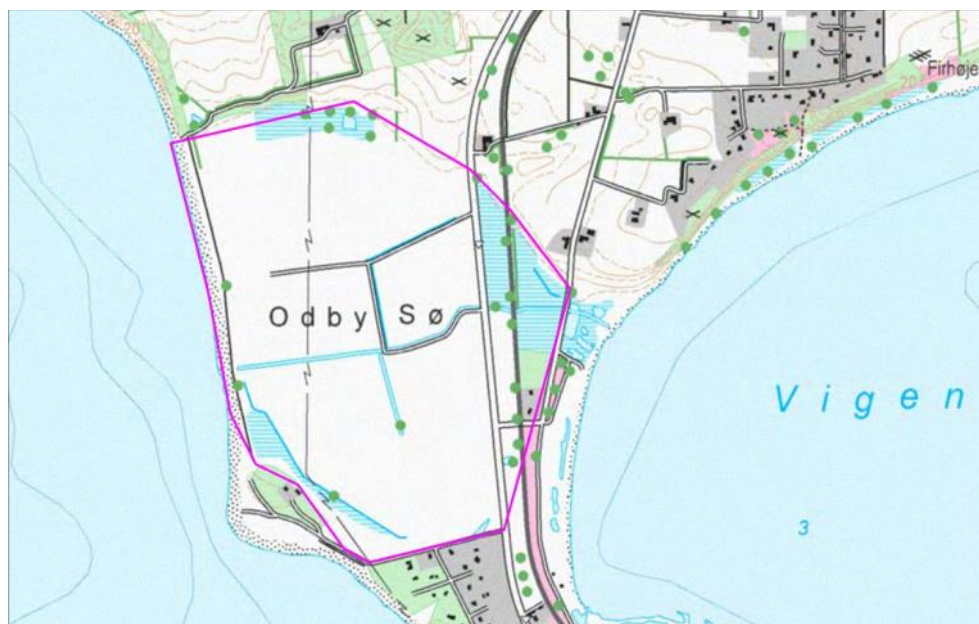
Forside: Odby Sø set fra Gl. Landevej nr. 14 mod sydvest med jernbanen og Hovedvejen, Rute 11 i forgrunden og diget med pumpehuset og Limfjorden i baggrunden, august 2012.



1. INDLEDNING

Med udgangspunkt i EU's vandrammedirektiv og aftalen om Grøn Vækst ønsker Struer Kommune at gennemføre en forundersøgelse af mulighederne for at etablere et vådområde med et areal på ca. 80 ha i den tidligere Odby Sø, som ligger ud mod Limfjorden på Thyholm lidt nord for Oddesund.

Undersøgelsesområdet er vist på oversigtskortet i Figur 1.



Figur 1. Oversigtskort for Odby Sø med afgrænsning af undersøgelsesområdet (pink streg) vist i skala 1:20.000 på Kort25, Geodatastyrelsen ©.

Projektet har til formål at reducere kvælstofafstrømningen til Limfjorden på en omkostningseffektiv måde. Samtidig ønskes den naturlige vandbalance i projektområdet genskabt.

Odby Sø er opstået på hævet havbund og har tidligere først været en strandsø omgivet af strandvolde og strandenge. Området er siden blevet beskyttet mod havet af diger og pumpeafvandet til intens landbrugsdrift. Odby Sø har i dag afløb gennem pumpestationen ved kystdiget mod vest og direkte ud i Nissum Bredning i Limfjorden.

Struer Kommune har i 2014 hos NaturRådgivningen A/S fået udarbejdet en indledende teknisk forundersøgelse og projektforslag for etablering af et hydrologiprojekt i Odby Sø til forbedring af naturværdierne i området til gavn for udpegningsgrundlaget af ikke mindst fugle i det tilstødende Natura 2000-område nr. 28: Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø. Projektet blev gennemført med støtte fra Natur og Miljøprojektpuljen under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.



Figur 2. Pumpehuset med diget og Odby Klint i baggrunden i juli 2015.



Figur 3. Pumpekanalen set mod øst i juli 2015.



Et af løsningsforslagene er en kystlagune med fuld uddigning ved nedlæggelse af pumpestationen og åbning af diget mod Limfjorden, som vil skabe en ny kystlagune i Limfjorden med en vandflade på ca. 45 ha, der vil svinge med fjordens vandstand og herunder en tidevandsforskel på ca. 0,25 m. Der vil derfor blive en fri dynamik med en næsten konstant vandstrøm ind og ud af kystlagunen, der vil få karakter af en salt strandsø med åben forbindelse til havet. I løbet af en normal tidevandscyklus vil der skulle over 100.000 m³ vand ind og ud af lagunen. Projektarealet er ca. 78 ha.

Struer Kommune ønsker undersøgt mulighederne for at etablere et vådområde, som kan medføre en kvælstoffjernelse på min. 113 kg N/år/ha projektområde svarende til kravet ved etablering af vådområder efter vandplanerne. Projektet skal være omkostningseffektivt samtidig med, at forringelser af værdifulde biotoper og miljøtilstanden i vådområder skal undgås. Projektet skal udformes på en måde, som sikrer, at arealer uden for det endelige projektområde sikres den for dyrkning nødvendige afvanding.

Umiddelbart vurderet vil der blive en tilstrækkelig kvælstoftilførsel i form af såvel fersk- som saltvand til at udnytte områdets kapacitet til kvælstoffjernelse, idet Naturstyrelsens vejledning til Kvælstofberegninger af 23. maj 2014 angiver en skønnet kvælstoffjernelse i tidevandspåvirkede vådområder på max. 200 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

Projektet skal indgå i VandOplandsPlanen for Limfjorden, der administreres af Limfjordsrådet som Vandoplandsstyregruppe. Forundersøgelsen skal opfylde de faglige kriterier for vådområder, der er opstillet af Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, FødevarerErhverv samt Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Forundersøgelsen skal således være et fyldestgørende grundlag for en ansøgning til Naturstyrelsen om midler til realisering af projektet.

Struer Kommune har på dette grundlag anmodet NaturRådgivningen A/S om at udvide den foreliggende forundersøgelse og videreudvikle projektforslaget i overensstemmelse med Naturstyrelsens vejledninger og anbefalinger for vådområdeprojekter. Forundersøgelsen skal herunder leve op til de krav, som er fastsat i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 109 af 30. januar 2015 om kriterier for vurdering af kommunale vådområdeprojekter.



2. BAGGRUND

Odby Sø var tidligere en del af Nissum Bredning i Limfjorden, som indtil omkring år 1100 stod i åben forbindelse til Nordsøen. Havets erosion af kysten og klinerne ned langs sydsiden af Thy og vestsiden af Thyholm medførte en materialetransport ned langs kysten mod syd, som gradvist aflejrede sig syd for Odby som et marint forland med odden Sunddraget ned mod Oddesund. Under oddedannelsen blev der efterladt en stor lavning mellem de forskellige strandvoldsystemer, der stod tilbage som en stor strandsø eller kystlagune, Odby Sø, som det ses af Videnskabernes Selskabs Konzeptkort fra 1789 i Figur 4.

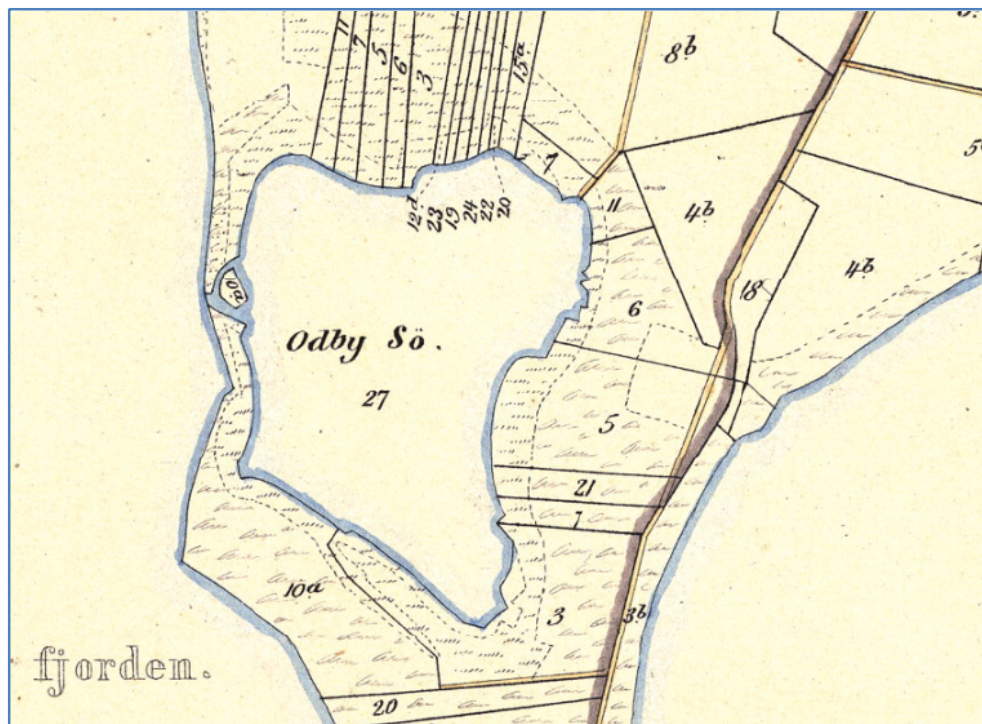


Figur 4. Odby Sø og det sydlige Thyholm vist på Videnskabernes Selskabs Konzeptkort fra 1789. Odby Sø til venstre på kortet er navngivet Gud Søe.

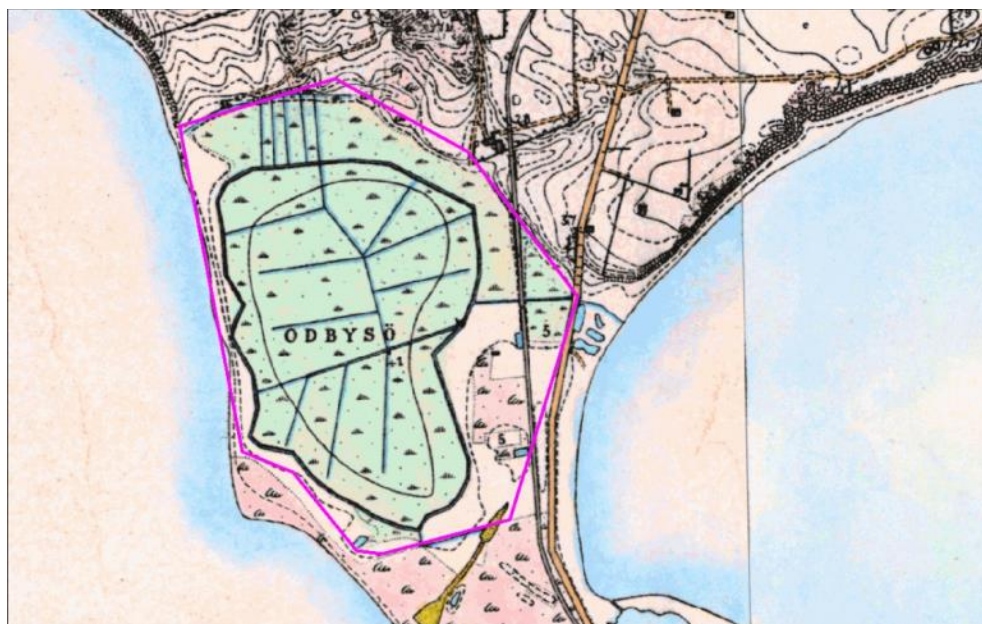
En anden og endnu kraftigere materialetransport ned langs Jyllands vestkyst skabte tilsvarende Agger Tange og Harboøre Tange ud mod Nordsøen, som i begyndelsen af middelalderen helt lukkede for Limfjordens udløb mod vest. Herved blev Nissum Bredning til en nærmest fersk fjord. Odby Sø må igennem dette forløb have skiftet mellem at være en salt lagunesø og en fersk sø, som det ses på sognekortet fra 1816 i Figur 5.

Den ferske periode varede til en stormflod i februar 1825 gennembrød Agger Tange, og senere ved en ny stormflod i 1862 skabtes Thyborøn Kanal. Med den nye åbne forbindelse til Nordsøen blev Nissum Bredning igen fyldt af saltvand.

Den 14. januar 1878 oprettede en kreds af lodsejere interessentskabet I/S Odby Sø for sammen at afvande søen, som det ses gennemført på det høje målebordsblad fra 1881, der er vist i Figur 6.



Figur 5. Odby Sø som den fremstod på Matrikelvæsenets sognekort fra 1816 med den ældste matrikulering og med udløbet til Limfjorden mod vest.



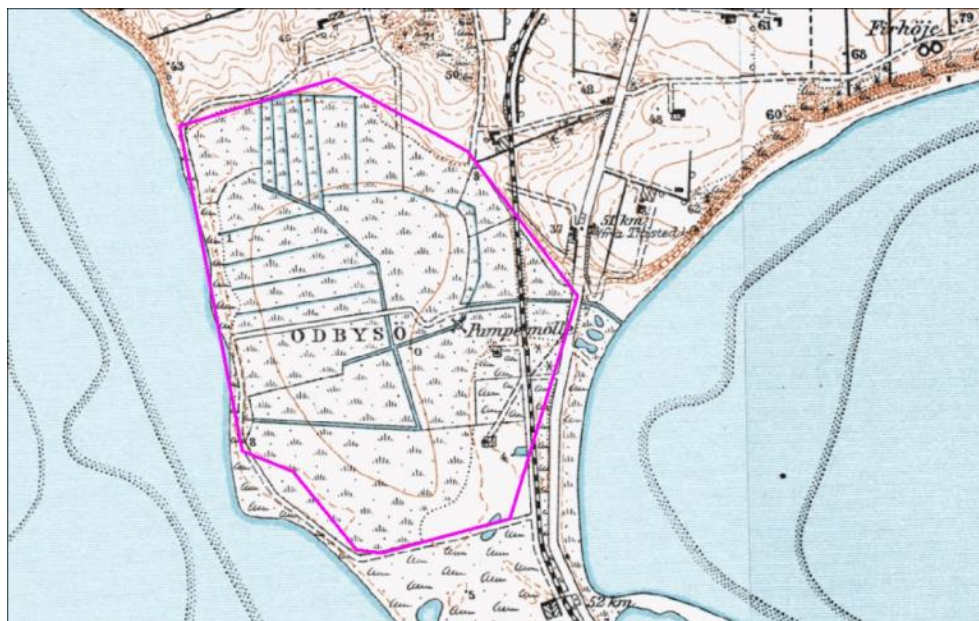
Figur 6. Den nyafvandede Odby Sø vist på de høje målebordsblade fra 1881 i skala 1:20.000, Geodatastyrelsen © med det aktuelle undersøgelsesområde fremhævet med lilla streg.



Afvandingen blev gennemført ved at forstærke strandvolden mod vest som et ca. 850 m langt dige med krone 2,5 m over daglig vande. Samtidigt etablerede man en ringformet landkanal, som opsamlede oplandsafstrømningen og ledte den til en ny afløbsgrøft mod øst under den nyetablerede jernbane og den gamle landevej ud til udløb i Odby Vig. Selve søen blev afvandret gennem et system af afvandingsgrøfter frem til en hollandsk pumpemølle, der blev opført på østsiden af søen, og som pumpede vandet op i afløbsgrøften.

Pumpemøllen blev kun anvendt til at pumpe vand ud om foråret for at sikre græsafgrøder på arealerne. Inddæmningen var udsat for stormfloder med digebrud og oversvømmelser i december 1917 og i 1921, hvor dæmningen hver gang blev repareret og forstærket. Pumpemøllen fungerede frem til 1928, hvor den blev erstattet af en pumpe, der først blev drevet af en vindmotor og senere en elmotor.

Som det ses af det lave målebordsblad fra 1931 i Figur 7 var den ringformede landkanal næsten blevet nedlagt, således at en del af oplandsafstrømningen blev pumpet med ud i afløbet, som stadig var mod øst til Odby Vig.

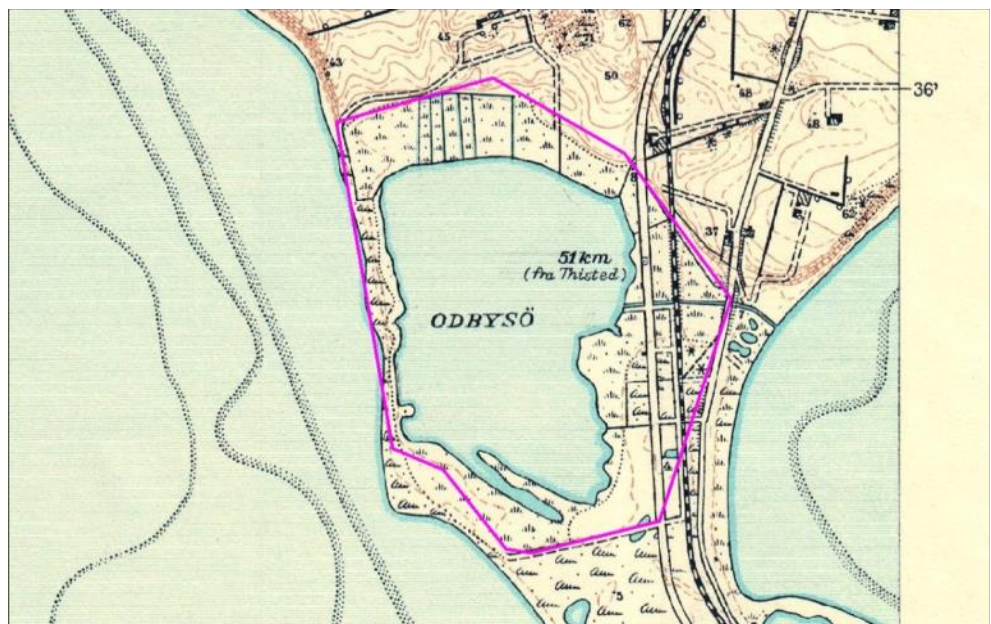


Figur 7. Undersøgelsesområdet i Odby Sø vist med lilla streg på det lave målebordsblad fra 1931 i skala 1:20.000, Geodatastyrelsen ©.

Under en storm den 17. januar 1954 brød havet igen igennem diget fra Nissum Bredning og ind i Odby Sø. Hullet i diget var 25-30 meter bredt, pumpeanlægget blev ødelagt. Skaderne var omfattende og nåede helt ind til Hovedvej 11, der var blevet anlagt på vestsiden af jernbanen i forbindelse med opførelsen af Odde-sundbroen i 1938. Som det ses af US Airforces Basic Cover flyfotografering af Danmark i Figur 8 stod søen fortsat under vand i maj 1954. Og det gjorde den derefter i flere år, som det fremgår af målebordsbladet fra 1958 i Figur 9, hvor der under de salte forhold opstod en strandengsvegetation.



Figur 8. Undersøgelsesområdet i Odby Sø vist med lilla streg i skala 1:20.000 på baggrund af US Airforces Basic Cover flyfoto fra maj 1954 bearbejdet til ortofoto, Danmarks Miljøportal og COWI ©.



Figur 9. Odby Sø som den fremstod på Geodætisk Instituts målebordsblad M 1803 Nørrenissum Kirke efter revisionen i 1958 og med det nuværende undersøgelsesområde vist med lilla streg i skala 1:20.000. Geodatastyrelsen ©.

Den 6. september 1956 havde lodsejerne i og omkring Odby Sø nedsat et udvalg, som henvendte sig til Statens Landvindingsudvalg med et andragende om statsstøtte til gennemførelse af et projekt til forbedret højvandsbeskyttelse og afvan-



ding af arealerne under I/S Odby Sø. Projektet var udarbejdet af Hedeselskabet den 21. august 1956. Projektet omfattede en tilbagerykning af diget mod vest, som samtidig blev forhøjet. Der skulle etableres en ny pumpestation bag det nye dige med afløb til Nissum Bredning samtidig med, at det gamle udløb til Odby Vig under Gl. Landevej skulle lukkes. Pumpekanalens bundkote ved den nye pumpestation blev foreslået sænket 2,1 m i forhold til det daværende afløb.

Projektet modtog støtte fra Statens Landvindingsudvalg den 5. december 1958, og projektet blev gennemført i 1959-60. Samtidig blev det hidtidige interessentskab omdannet til Odby Sø Landvindingslag ved landbrugsministeriets resolution af 25. februar 1959.

I de følgende år blev jorden igen udvasket for salt og tilført gødning. Herved blev det med den nye afvanding muligt at dyrke kornafgrøder i Odby Sø. Områdets anvendelse har i store træk været uændret siden, således som det fremgår af kortet i Figur 1.



Figur 10. Strandenge, strandsump og strandsøer nord for Oddesund.



3. DATAGRUNDLAG

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

3.1 Opmåling

NaturRådgivningen har den 16. og 17. august 2014 samt den 16. juli 2015 foretaget en opmåling af 246 punkter i undersøgelsesområdet. Opmålingen er udført med Trimble R8 RTK-GPS/GLONASS tilknyttet kotesystemet Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90 gennem referencesignaler fra GPSnet.

Opmålingerne omfatter 60 koter til vandspejle i grøfter, kanaler og søer. Der er endvidere opmålt bundkoter til grøfter, rør og brønde samt koter på tekniske anlæg, diger og veje. De opmålte vandspejlskoter er vist på Bilag 1 i det omfang, der ikke er overlap.

Ældre koteangivelser fra f.eks. vandløbsregulativer i kotesystem Dansk Normal Nul, DNN er omregnet til koter i DVR90 ved at fratække talværdien 0,076 m, som er den gennemsnitlige afvigelse mellem de to kotesystemer i den tidligere Thyholm kommune ifølge oplysninger fra Geodatastyrelsen.

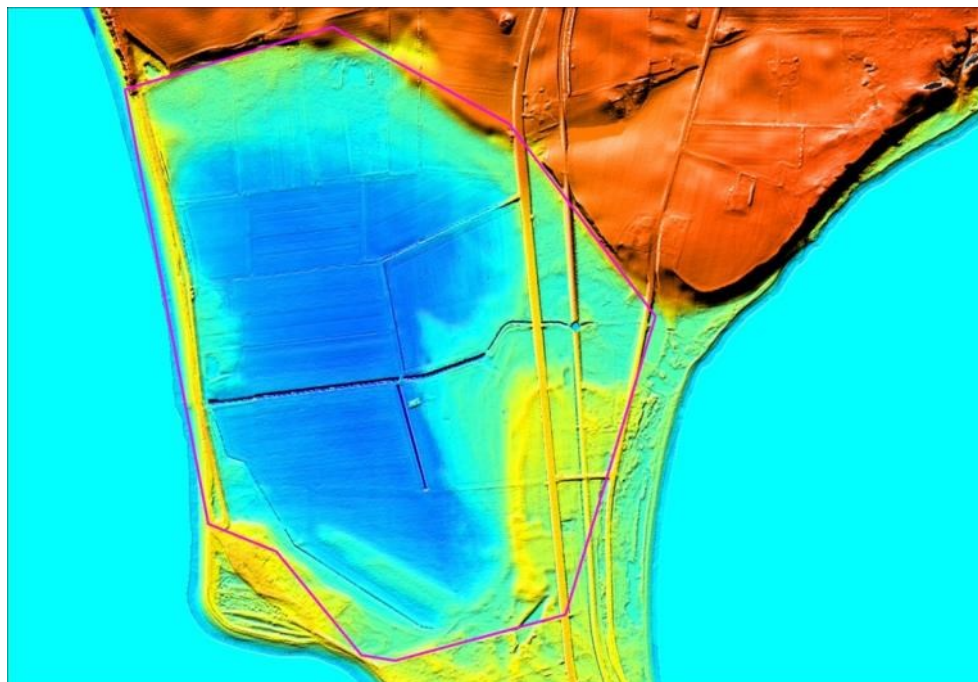
3.2 Højdemodel

Terrænforholdene i området er beskrevet ved hjælp af Danmarks Højdemodel fra Geodatastyrelsen. Denne digitale højdemodel er fremkommet ved en laserskanning udført af firmaet BlomInfo den 31. marts 2007, 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 af veldefinerede flader på jorden. Efter en bearbejdning af målepunkter med fjernelse af afvigende målinger og en udtynding af måldata, ligger højdemodellen med en terrænkote for hver 1,6 m i planen bestemt med en middelfejl på koter bedre end 0,10 m og som landsgennemsnit 0,059 m.

Højdemodellen er hermed en meget detaljeret beskrivelse af terrænforholdene, som det kan ses på Figur 11.

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.

Højdemodellen er indledningsvist anvendt til beregning af 25 cm højdekurver, der er vist med konturering op til kote 3,0 m på Bilag 2.



Figur 11. Den digitale højdemodel af Odby Sø og omgivelser vist med en højdebestemt farvelægning i en regnbueskala fra mørkeblå i kote -2,0 m, lyseblå i kote 0 m, gul i kote 2,0 m samt orange i kote 4,0 m og derover med en indlagt 30° belysning, der fremhæver terrænkonturerne. Udsnit af Danmarks Højdemodel fra Geodatastyrelsen © vist i skala 1:15.000. Undersøgellesområdet er fremhævet med en pink streg.

3.3 Kortgrundlag

NaturRådgivningen har til opgaven anvendt sin brugsret til ortofoto DDO®2012 og DDO®2014. Ortofoto er et digitalt luftfoto, der er rettet for fejl, således at det er mål- og vinkelfast. De to ortofotos er leveret af COWI A/S © og er optaget henholdsvis den 23. maj 2012 og den 26. juli 2014. Ortofotoet foreligger med en pixelstørrelse/opløsning på 0,125 m.

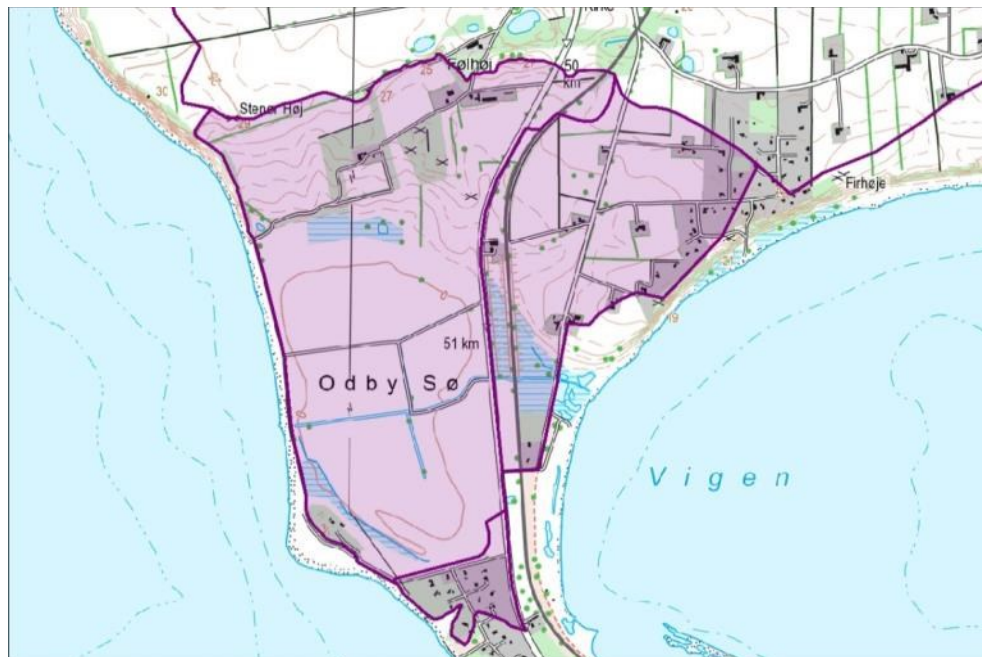
Der er endvidere anvendt FOT-ortofoto optaget i foråret 2013 før løvspring og leveret af Geodatastyrelsen © med en pixelopløsning på 0,10 m.

Der er desuden anvendt tekniske korttemaer fra Danmarks Miljøportal, fra Miljøministeriets vand- og naturplaner, samt de nyeste matrikelkort, Kort10 og Kort25 fra Geodatastyrelsen ©.

3.4 Oplandsforhold

Oplandsgrænserne omkring Odby Sø er i denne undersøgelse blevet fastlagt på grundlag af 0,25 m og 1,0 højdekurver beregnet ud fra den digitale højdemodel.

Oplandsgrænserne fremgår af kortet i Figur 12, hvor det direkte opland til pumpestationen i Odby Sø er fremhævet ved lilla farvetoning.



Figur 12. Oplandet til Odby Sø fremhævet med lilla farve og med oplandsgrænser i lilla streg vist i skala 1:25.000 på Kort25 fra Geodatastyrelsen ©.

Oplandet til Odby Sø's Pumpestation er herved opgjort til 1,89 km², men oplandet er vanskeligt at afgrænse mod syd i det marine landskab af strandvoldsdannelser.

3.5 Jordbundsforhold

Jordbunden i de øverste jordlag i undersøgelsesområdet i og omkring Odby Sø 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 er i hele undersøgelsesområdet kortlagt som saltvandssand, mens bakkerne umiddelbart nord for består af moræneler.

Jordbunden i 0-20 cm dybde er kortlagt ved Den Danske Jordklassificering, som blev udført i 1975-79, og som opdeler jordbunden i 8 jordtyper efter dens dyrkningsmæssige sammensætning (tekstur) i forhold til indhold af ler, sand, grus og organisk jord. Ifølge jordklassificeringen består de øverste 0-20 cm i undersøgelsesområdet helt overvejende af lerblandet sandjord, mens der længst mod nordvest er sandbladet lerjord og længst mod sydvest samt øst for Hovedvejen, Rute 11 er grovsandet jord, som vist på Figur 13.

Ifølge GEUS' boringsdatabase Jupiter er der i 1951 foretaget to dybdeboringer ved Søvej i det sydvestlige hjørne af undersøgelsesområdet. Disse boringer blev begge udført i terræn lidt over kote 2,0 m og ned til ca. 45 m dybde i forbindelse med en indledende olieeftersøgning. Den ene boring viste øverst et lag sand og grus, som nåede ned i 3,1 m dybde, hvorefter der var ler, sand og grus til 10,7 m



dybde og derunder ler til den borede dybde af 44,5 m. Den anden boring viste sand og grus til 6,1 m dybde og derunder ler til den borede dybde af 45,7 m.



Figur 13. Jordbunden i oplandet til Odby Sø vist i skala 1:25.000 på Kort25 fra © Geodatastyrelsen på grundlag af Den Danske Jordklassificering. Med orange farve er fremhævet arealer med lerblandet sandjord, med bleg gul farve arealer med grovsandet jord og med brun farve sandblandet lerjord. Oplandsgrænsen til pumpestationen i Odby Sø er vist med lilla streg.

3.6 Hydrologi

De hydrologiske forhold er i det følgende nærmere beskrevet i form af afstrømningsforholdene i vandløbene, områdets vandbalance, og fjordens vandstand.

3.6.1 Afstrømningsforhold

Der findes ingen langvarige måleserier af vandføringer fra de små vandløb på Thyholm eller i det sydligste Thy.

Der findes til gengæld serier af daglige vandføringsmålinger fra to vandløb med udløb i Nissum Bredning sydøst for Oddesund. De to vandløb er Fald Å og Resenkær Å.

Vi har i det følgende valgt at anvende de daglige målinger af vandføringer fra Resenkær Å målt opstrøms udløbet i Nissum Bredning ved Remmerstrandvej. Oplandet til målestationen er opmålt til 22,2 km². Denne målestation har med start i 1986 været drevet af først Ringkjøbing og siden Naturstyrelsen til og med året 2008, hvor målestationen blev nedlagt. Keld Jessen, Holstebro Kommune har venligst leveret daglige vandføringsmålinger (døgnmidler) fra stationen i årene 1989 til og med 2008. De beregnede karakteristiske afstrømninger fremgår af den midterste kolonne i Tabel 1.



Sommer median er den afstrømning eller vandføring, der overskrides/underskrides i halvdelen af tiden i månederne maj-september. Median minimum er den afstrømning eller vandføring, der underskrides i gennemsnit hvert andet år set over en lang årrække. Tilsvarende er median maksimum den afstrømning eller vandføring, der overskrides i gennemsnit hvert andet år set over en lang årrække.

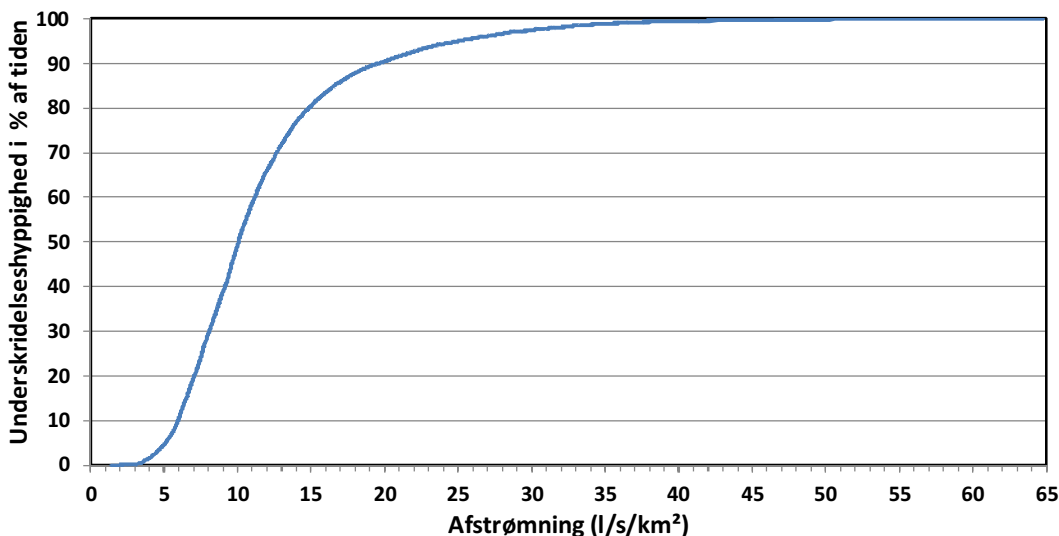
Fordelingen af de karakteristiske afstrømninger fra målestationen i Resenkær Å afspejler et vandløb uden væsentlig grundvandstilstrømning og med relativt stor forskel på minimums og maksimums afstrømninger, som det ofte ses i vandløb i et kuperet terræn uden gunstige nedsivningsforhold. Målestationen i Resenkær Å vurderes derfor at være egnet til en sammenligning med afstrømningsforholdene i oplandet til Odby Sø.

I Tabel 1 har vi i kolonnen længst til højre taget os den frihed at omregne de karakteristiske afstrømninger fra Resenkær Å til vandføringer ved pumpestationen i Odby Sø ud fra oplandsforholdet og dermed under antagelse af helt ens afstrømningsforhold.

Den tidsmæssige fordeling af alle de daglige vandføringer igennem de 20 år i Resenkær Å er beskrevet ved en varighedskurve, som er gengivet i Figur 14.

Tabel 1 Karakteristiske afstrømninger beregnet for målestation nr. DDH 160136/DMU 16000207 i Resenkær Å i 20 år i perioden 1989-2008 inkl., og omregnet til vandføringer ved pumpestationen i Odby Sø ud fra oplandsforholdet under antagelse af ensartede afstrømninger i de to forskellige oplande.

Afstrømning	Resenkær Å Opstrøms udløbet DMU 16000207	Odby Sø Pumpestationen
Opland (km ²)	22,2	1,88
	Afstrømning	Vandføring
	l s ⁻¹ km ⁻²	l s ⁻¹
Periode minimum, 20 år	1,4	3
Median minimum	5,2	10
Underskredet 10 % af tiden	5,9	11
Sommer median V-IX	8,0	15
Sommer middel V-IX	8,5	16
Årets median	10,1	19
Årsmiddel	11,7	22
Underskredet 90 % af tiden	19,6	37
Median maksimum	40,4	76
5 års maksimum	50,7	95
Periode maksimum, 20 år	64,8	122



Figur 14. Varighedskurve for Resenkær Å opstrøms udløbet i årene 1989-2008.

3.6.2 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 .

Årsmiddelfafstrømningen fra Resenkær Å (Tabel 1) på $11,7 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ svarer til 369 mm/år.

Undersøgelsesområdet ved Odby Sø ligger centralt i DMIs 20 * 20 km klimagrid nr. 20013. Ifølge DMIs klimagrid er der i referenceperioden 1961-90 en målt middelnedbør i området på 785 mm/år (Scharling 2000). Den målte nedbør afviger fra den faktiske nedbør pga. vindeffekter og andre målefejl. Den årlige nedbør er derfor korrigeret til 953 mm (Scharling og Kern-Hansen 2000). Den potentielle fordampning svarer til fordampningen fra en åben vandflade, og den er opgivet til 542 mm.

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.

Hvis vi antager, at der ikke sker ændringer i grundvandsmagasinet, og vi ser bort fra vandindvindingen, så bliver fordampningen ifølge vandbalanceligningen lig med



nedbøren minus afstrømningen. Med en målt afstrømning på 369 mm per år bliver fordampningen herved på årsbasis 584 mm og dermed større end den potentielle fordampning.

Helt så enkelt er virkeligheden ikke, og afvigelse kan skyldes flere forhold. De to måleperioder for nedbør og afstrømning er ikke ens. Der sker muligvis en udsivning af grundvand til fjorden uden om vandløbene. Nedbør, fordampning og afstrømninger er næppe ens i hele oplandet, og hen over året sker der ændringer i grundvandsstanden i såvel de primære som sekundære magasiner.

3.6.3 Vandstande i fjorden

Danmarks Meteorologiske Institut, DMI udfører vandstandsmålinger i havnen i Nykøbing Mors. I denne forundersøgelse er inddraget målinger udført hvert 10. minut i perioden 8. august 2005 til 5. oktober 2010 (Skive Kommune 2011). Målestationen i Nykøbing Mors er anvendt, fordi der savnes en vandstandsstatistik fra Struer Havn. Det er dermed rådgiver bekendt den nærmeste vandstandsmålestation i forhold til Venø Bugt og Odby Vig.

Karakteristiske vandstande er beregnet for perioden og fremgår af Tabel 2.

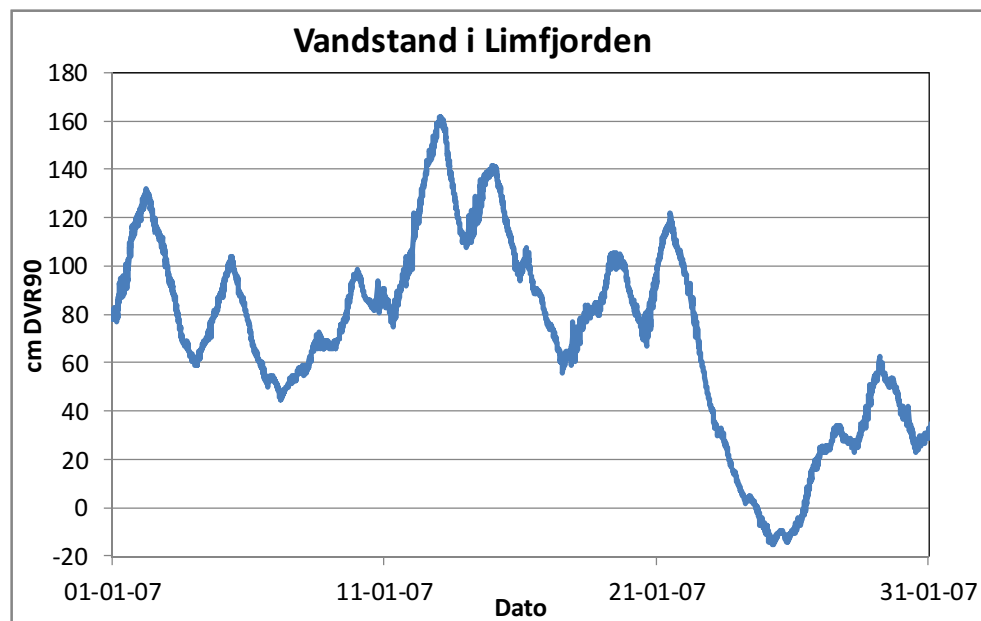
Tabel 2 Karakteristiske vandstande fra Limfjorden i Nykøbing Mors Havn i perioden 8. aug. 2005 til 5. okt. 2010.

Vandstand	Nykøbing Mors m DVR90
Periode minimum	-0,73
Median minimum	-0,60
Årsmiddel	0,15
Median maksimum	1,21
Periode maksimum	1,62

I årene 2005-2010 har vandstanden i Nykøbing Mors været over kote 1,00 m DVR90 i 1,25 % af tiden.

Tidevandet i de centrale dele af Limfjorden er meget begrænset på grund af det store areal på ca. 1500 km² og de snævre åbninger til Nordsøen og Kattegat. Ifølge Den danske Havnelods er tidevandsforskellen i Struer Havn i middel ca. 0,1 m. Vandstanden i fjorden er til gengæld meget påvirkelig af vindstuvning. Den højeste vandstand i den undersøgte 5-års periode var i kote 1,62 m DVR90 og indtraf den 13. januar 2007. Som det ses af vandstandskurven for januar 2007 i Figur 15 var der i denne måned svingninger i fjordens vandstand på næsten 1,8 m.

Til sammenligning nåede vandstanden i Nykøbing Mors Havn ifølge DMI den 6. december 2013 op i kote 1,65 m DVR90 efter stormen Bodil.



Figur 15. Vandstandskurve for Limfjorden målt hvert 10. minut i havnen i Nykøbing Mors i januar måned 2007.

Den nærmeste vandstandsmålestation i Limfjorden med langtidsstatistik er i Lemvig, hvor DMI har drevet målestation siden 1959. Kystdirektoratet driver to vandstandsmålestationer henholdsvis i havet ud for Thyborøn og inde i Thyborøn Kanal. I Kystdirektoratets bearbejdning af vandstandsstatistikker er Løgstør og Hvalpsund de nærmeste målestationer i den centrale del af Limfjorden (Sørensen m.fl. 2013). Vi har i Tabel 3 anvendt Hvalpsund og Løgstør til at repræsentere vandstandsforholdene i den centrale del af Limfjorden i en sammenligning med de beregnede højvandsstatistikker i Lemvig og Thyborøn Kanal, som repræsenterer Nissum Bredning i forhold til havet ved Thyborøn.

Tabel 3 Kystdirektoratets højvandsstatistikker for målestationer i den vestlige og centrale del af Limfjorden og i Nordsøen ud for Thyborøn beregnet til og med 2012 ifølge Sørensen m.fl. (2013).

Målestation	Driftsperiode år	20 års middeltidshændelse m DVR90	100 års middeltidshændelse m DVR90
Thyborøn Havet	31,0	2,37	2,62
Thyborøn Kanal	77,8	1,77	1,91
Lemvig Havn	49,1	1,83	1,96
Løgstør Havn	82,3	1,76	2,01
Hvalpsund Havn	14,8	1,71	1,89



Man kan af de beregnede 20 års og 100 års højvandshændelser i Tabel 3 se, at Thyborøn Kanals dimensioner har stor betydning for at dæmpe tidevand og højvands-hændelser ved at forsinke indstrømningen af vand, hvilket statistisk medfører 0,6-0,7 m lavere ekstremvandspejle i Limfjorden end i Nordsøen. Strømløbet igennem Od-desund virker også dæmpende og fjerner næsten den sidste rest af tidevandet på vej ind i den centrale del af fjorden. Til gengæld er vandstanden i Limfjorden med dens store åbne vandflader meget påvirkelig af vindstuvning, som det især ses i Lemvig og i Løgstør. I det videre arbejde vil vi derfor tage udgangspunkt i vandspejlsforholdene i Lemvig Havn til at repræsentere vandstanden på begge sider af Od-desund.

Til sammenligning nåede vandstanden i Lemvig Havn efter stormen Bodil den 6. december 2013 op i kote 1,87 m og ved stormen Egon den 11. januar 2015 op i kote 1,95 m DVR90. Ved begge højvandshændelser blev flere af sommerhusene i området Sunddraget ved den sydlige del af Skovvej syd for Odby Sø oversvømmet. Oversvømmelserne nåede dog ifølge det oplyste ikke ind i Odby Sø.

3.6.4 Vandstandsændringer

FNs klimapanel, IPCC (2013) oplyser, at vandstanden i verdenshavene fra 1993 til 2010 er øget med 3,2 mm/år. Dette er en dobbelt så hurtig stigningstakt som i de foregående 92 år. Som følge af den globale opvarmning anser IPCC det for sikkert, at vandstandene i havene fortsat vil stige, og at stigningstakten sandsynligvis vil øges. Der er til gengæld stor usikkerhed om, hvor meget havet vil stige, idet forskellige modeller siger fra 26 cm til 98 cm frem til år 2100 i forhold til vandstanden i perioden 1986-2005. Heraf er de ca. 6 cm stigning allerede indtrådt.

De forventede stigninger i havvandstanden skal også modregnes for den generelle landhævning, der ifølge Kystdirektoratet er ca. 0,9 mm/år omkring Struer og Od-desund, og som derfor frem til år 2100 skønnes til ca. 8,0 cm. Spændvidden i IPCC's prognoser for stigningen i havvandstanden frem til år 2100 i forhold til terrænet bliver derfor på mellem 12 cm og 84 cm.

DMIs bedste bud på stigningen i havets vandstand er i 2014 på 80 cm regnet fra år 2000 til 2100. Hvis vi korrigerer for landhævningen og den allerede indtrådte stigning, giver det en netto stigning i havvandstanden på ca. 67 cm omkring Od-desund fra nu af og frem til år 2100. Ved en fremskrivning af de nuværende højvandsstatistikker regnet med udgangspunkt i Lemvig Havn, bliver vort bedste bud på en 100 års hændelse i år 2100 en vandstand i kote 2,63 m DVR90 ved Od-desund.

3.7 Afvandingsforhold

Efter digebruddet i 1954 blev Odby Sø afvandet på ny i 1959-60 efter Hedeselskabet's projekt, som var udarbejdet i 1956-57. Projektet omfattede tre dele: En forbedret højvandsbeskyttelse mod fjorden, et nyt pumpeanlæg og et nyt hovedafvandingsystem med afvandingskanaler og rørledninger. Odby Sø's Landvindingslags anlæg er vist på kortet i Bilag 1. I afvandingskommissionens kendelse af 8. juni 1964 og i bilag til landvindingslagets vedtægt er de etablerede anlæg beskrevet således:



3.7.1 Digesikring

Den mellemste del af det 880 m lange dige mod Nissum Bredning blev trukket tilbage i land, således at forstranden blev 20-25 m bred. Diget blev samtidig forstærket til en kronebredde på mindst 2,0 m i kote 2,62 m DVR90 og med skråninger 1:3 til begge sider. Hvor strandvolden var under kote 1,62 m, blev diget forstærket med en 2,0 m bred udvendig banket i denne kote. Diget var oprindeligt projekteret med krone i kote 2,92 m, men blev sænket efter anmodning fra Statens Landvindingsudvalg.

Digekronen er nyopmålt i 17 punkter med laveste kronekote 2,10 m og et gennemsnit i kote 2,66 m.

Foruden det omtalte dige på vestsiden af Odby Sø, er der længst mod sydvest en ca. 150 m lang digestrækning langs vestsiden af Søvej, som ligger med digekrone mellem 2,55 m og 2,92 m DVR90. Dette dige er tilsyneladende etableret ved en forstærkning af en tidligere strandvold, som forbinder naturlige strandvoldsdannelser nord og syd for, hvor terrænet er opmålt til at ligge omkring kote 2,3 m. Længere mod syd ved ejendommen Fjordvej 1 når højvandsbeskyttelsen af sommerhusområdet og Odby Sø ifølge højdemodellen ikke højere end til ca. kote 1,97 m DVR90.

Digerne er vist på kortet i Bilag 1.

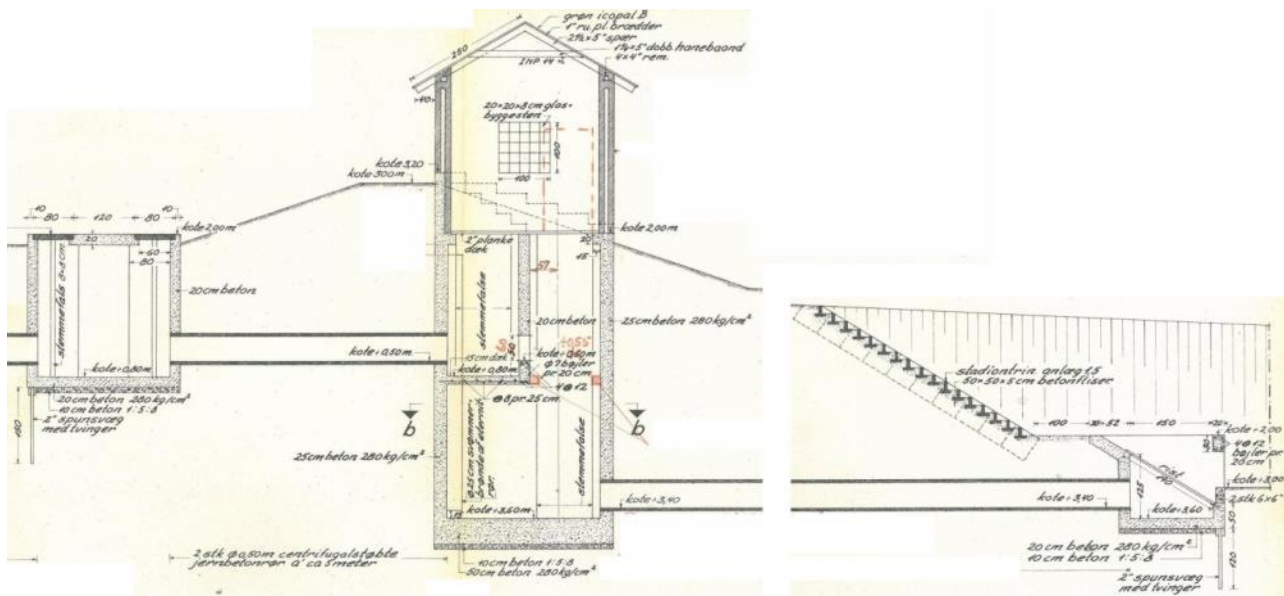
Odby Sø er endelig beskyttet mod højvande fra øst af de tre dæmninger under Gammel Landevej, jernbanen og Hovedvejen, som er omtalt senere i afsnittet om tekniske anlæg.

3.7.2 Pumpeanlægget

Til erstatning for de tidligere pumpemøller i den østlige del af Odby Sø blev der opført en ny pumpestation på indersiden af diget mod Nissum Bredning. Pumpestationen består af et muret rødstens pumpehus opført på betonstøbte kamre og med et transformatorrum. Pumpestationen er forsynet med to elektrisk drevne Lykkegaard LM PR300/400 pumper fra 1960, der blev leveret med en ydelse hver på 125 l/s ved 2,5 m løftehøjde. Pumpestationens opbygning fremgår af tegningen i Figur 16.

Indløbet til pumpestationen sker fra et betonstøbt ristebygværk gennem to stk. 15 m lange 50 cm rørledninger med bundkote -3,48 m DVR90 ind til pumpekammeret. Pumperne skulle kunne pumpe vandet ned til kote -3,08 m, og de har afløb i et klapkammer under pumpestationen og der fra udløb gennem to 50 cm rør først gennem en trykudligningsbeholder og dernæst videre ud i stranden med bund i kote -0,58 m.

Til sammenligning var indløbet til de tidligere pumpemøller angivet i kote -0,89 m.



Figur 16. Udsnit af Hedeselskabets projekttegning for pumpestationen i Odby Sø af 25. juni 1959. Kulturteknisk Afdeling sag 6389, Bilag 5.



Figur 17. Inde i pumpehuset med de to fedtsmurte pumper fra 1960 set i august 2014.



3.7.3 Hovedafvanding

Hovedafvandingen af Odby Sø starter med en grøft på vestsiden af Gammel Landevej, som løber mod vest under jernbanen, hvor den i broudløbet bliver en del af landvindingslagets anlæg under navnet Østre Grøft med en vedtægtsmæssig bundkote i $-0,13$ m DVR90. Grøften fortsætter med $0,5$ ‰ fald under Hovedvejen i et $1,5$ m rør. Et tidligere brøndstyrt med et fald på $1,45$ m ved den tidligere pumpeølle er fjernet. Østre Grøft løber ud i Pumpekanalen midt i Odby Sø.

Pumpekanalen starter som en 553 m lang rørledning, der begynder som et 25 cm rør i den nordøstlige del af Odby Sø, og som et 45 cm rør løber sammen med Østre Grøft ved indløbet til en 12 m lang 60 cm røroverkørsel midt i Odby Sø med bund ifølge vedtægten i kote $-2,68$ m DVR90. Her fra fortsætter Pumpekanalen med en bundbredde på $1,0$ m, skråningsanlæg og $0,65$ ‰ fald de 376 m frem til indløbsbygværket til pumpestationen, hvor bundkoten angives til $-3,08$ m. På denne strækning er 76 m rørlagt med 80 cm rør omkring en tidligere transformatorstation. Denne rørledning ligger med bund mellem kote $-3,12$ m og $-3,21$ m DVR90, idet den slutter kun 16 meter før indløbet til pumpestationen.

Pumpekanalen modtager midt i Odby Sø tilløb af Søndre Kanal, der starter som et 15 cm rør i en terrændækket brønd ved krydset Søvej/Skovvej, hvor bundkoten er angivet til $-0,58$ m. Rørets dimension øges efter 105 m til et 20 cm rør, som starter i en brønd med bundkote $-1,99$ m og ligger med $3,0$ ‰ fald. Efter i alt 320 m rørlægning bliver Søndre Kanal åben med en bundbredde på $0,5$ m og $0,2$ ‰ frem til udløbet i Pumpekanalen gennem en 40 cm røroverkørsel.

Til landvindingslaget Odby Sø hører tre rørledninger. Det er den 192 m lange Sydvestre rørledning, som er et 20 cm rør lagt med $1,5$ ‰ fald og udløb i Pumpekanalen i kote $-2,69$ m DVR90. Det er den 561 m lange Nordre Rørledning, der starter som et 20 cm rør i bundkote $-1,83$ m, og som ligger med $1,5$ ‰ fald, idet dimensionen øges til først 25 cm og dernæst til 35 cm på de sidste 432 m til udløb i Pumpekanalen ved indløbsbygværket med bund i kote $-2,68$ m. Endelig er der en 17 meter lang Nordvestre rørledning, som er et 20 cm rør med udløb i Nordre Rørledning i brønden, hvor dimensionen øges til 35 cm.

I den sydvestlige side af landvindingslagets område løber en mindre afvanding-grøft, som på de sidste 33 m er rørlagt med 25 cm rør frem til udløb i kote $-1,62$ m DVR90 i Pumpekanalen ved indløbsbygværket til pumpestationen. Denne grøft og røret er ikke en del af landvindingslagets ejendom.

3.7.4 Detailafvanding

Der er gennemført en kortlægning af afvandingen i undersøgelsesområdet med hjælp fra områdets 19 lodsejere, som har modtaget en anmodning om enten at sende kopi af deres drænkort eller at indtegne deres dræn på et fremsendt grundkort. Der er indkommet svar fra 16 lodsejere, hvoraf 5 har fremsendt drænoplysninger, mens 11 oplyser, at de ikke har kendskab til evt. dræn på deres arealer.

De modtagne drænkort er skannet og orienteret i GIS-systemet. Drænsystemerne er digitaliseret med inddragelse af de kendte placeringer af opmålte brønde.



Da der herefter manglede drænoplysninger fra området mellem Hovedvejen og Gl. Landevej, er der søgt efter drænkort i Hedeselskabets Arkiv hos firmaet Orbicon, som oplyser, at de ikke har drænkort for dette område.

Resultatet med de hermed oplyste drænsystemer fremgår af kortet i Bilag 1. Det ses heraf, at størstedelen af Odby Sø er detaldrænet, og at områderne nord for i væsentlig grad er drænet med afløb ned til hovedafvandingsystemet i Odby Sø.

3.7.5 Nuværende afvandingsstilstand

De opmålte nuværende vandspejlskoter i vandløb, grøfter og brønde er anvendt til at beregne den nuværende afvandingsstilstand på de omkringliggende arealer. Tilsvarende bliver den projekterede afvandingsstilstand kortlagt ved hjælp af de beregnede vandspejlskoter og vandflader under de projekterede forhold.

Ved den anvendte metode beregnes ud igennem det omgivende terræn overalt de koter, som det vil være muligt at afvande ned til med et givet fald til de aktuelle eller projekterede vandspejlskoter. Hovedafvandningen giver i det meste af området mulighed for detaldræning med drænrør. Der er derfor i beregningerne anvendt et fald på 2 ‰, som er det i praksis mindste anvendte fald ved dræning med drænrør.

Derefter beregnes dybden fra terrænet i højdemodellen ned til de beregnede drænkoter.

Herved fremkommer en model af drændybden i terrænet i og rundt om projektområdet, der anvendes til en konturering, som viser drændybden i intervaller af 0,25 m. De arealer, hvor den beregnede drænkote ligger over terræn, betegnes som vandmættet jord, der ikke nødvendigvis vil blive en vandflade, hvis der sker overfladisk afstrømning. I drændybdeintervallet fra 0,0 til 1,0 m findes gradvist mere tørre jorder. Arealer med en drændybde på 0,5 til 1,0 m vil normalt være velegnede til græsning og høslet. En drændybde på 1,0 m anses normalt for fuldt tilstrækkelig for at kunne opnå en optimal rodudvikling af de almindelige landbrugsafgrøder og dermed et optimalt udbytte. Arealer med en drændybde over 1,0 m er derfor ikke vist i kontureringen.

Resultatet er for de nuværende forhold vist på kortet i Bilag 3. Beregningen viser, at et større centralt område i Odby Sø havde en afvandingsdybde på mellem 0,75 og 1,0 m og dermed ikke er optimalt afvandet. Det skal her bemærkes, at beregningerne er udført på grundlag af de opmålte forhold, hvor vandstanden i pumpekanalen var ca. 0,8 m over det lavest mulige niveau. Afvandningen af de centrale dele af Odby Sø vil derfor antageligt kunne optimeres efter behov.

Der er ved beregningerne også taget udgangspunkt i, at sommerhusområdet syd for Odby Sø delvist kan være drænet til sydenden af Søndre Kanal eller sammen med den sydvestligste del af området drænet til den private grøft øst for Søvej.

Det er også forudsat, at afvandningen af arealet mellem Gammel Landevej og jernbanen sker gennem jernbanebroen til Østre grøft.



De beregnede afvandingsforhold for projektforslaget er til sammenligning vist på Bilag 6, som omtales senere.

De beregnede resultater på Bilag 3 og senere Bilag 6 er baseret på de teoretiske drænybder i en typisk sommersituation (medianværdi). Det skal understreges, at de faktiske forhold kan afvige fra de beregnede på grund af evt. grøfter og dræns aktuelle tilstand og de konkrete jordbundsforhold. Det, beregningerne faktisk viser, er, om det er teknisk muligt at opnå den angivne tilstand ved enten udgrøftning eller ved rørdræning og hermed i hvilket omfang, det er muligt at løse aktuelt opståede afvandingsproblemer.

3.8 Kvælstofafstrømning

Afstrømningen af kvælstof varierer meget fra år til år. Også inden for året er der en væsentlig variation i kvælstofafstrømningen, der ikke blot følger afstrømningens variation, men også rummer en årstidsvariation, hvor den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i sommerperioden typisk er under det halve af kvælstofkoncentrationen i vinterperioden.

Kvælstofafstrømningen, som den måles nederst i vandløbssystemet, er det samlede resultat af en lang række processer, som groft er skitseret i Figur 18, der er gengivet efter DMU/DCEs rapportering af landovervågningsoplandene (Blicher-Mathiesen *et al.* 2015) og omfatter gennemsnitstal for årene 2008/2009 til 2012/2013.

Som det ses af Figur 18, medfører en samlet tilførsel af 230 kg N/ha eller 181 kg N/ha på henholdsvis sand- eller lerjord en brutto udvaskning på henholdsvis 91 kg N/ha eller 50 kg N/ha. En del af dette kvælstof bliver reduceret og forsvinder i jordlagene, en del går til grundvandet, og en del ender først i vandløbene og til sidst i havet.

Der findes ingen målinger af kvælstofafstrømningen i oplandet til Odby Sø.

DMU har i Tekniske Anvisninger nr. 19 (Hoffmann *et al.*, DMU 2005) fremlagt en empirisk model til beregning af kvælstoftabet i umålte oplande. I modellen beregnes det gennemsnitlige årlige kvælstoftab pr. hektar, N_{tab} , for såvel det direkte opland til vådområdet, som fra de laterale oplande, ved hjælp af formlen:

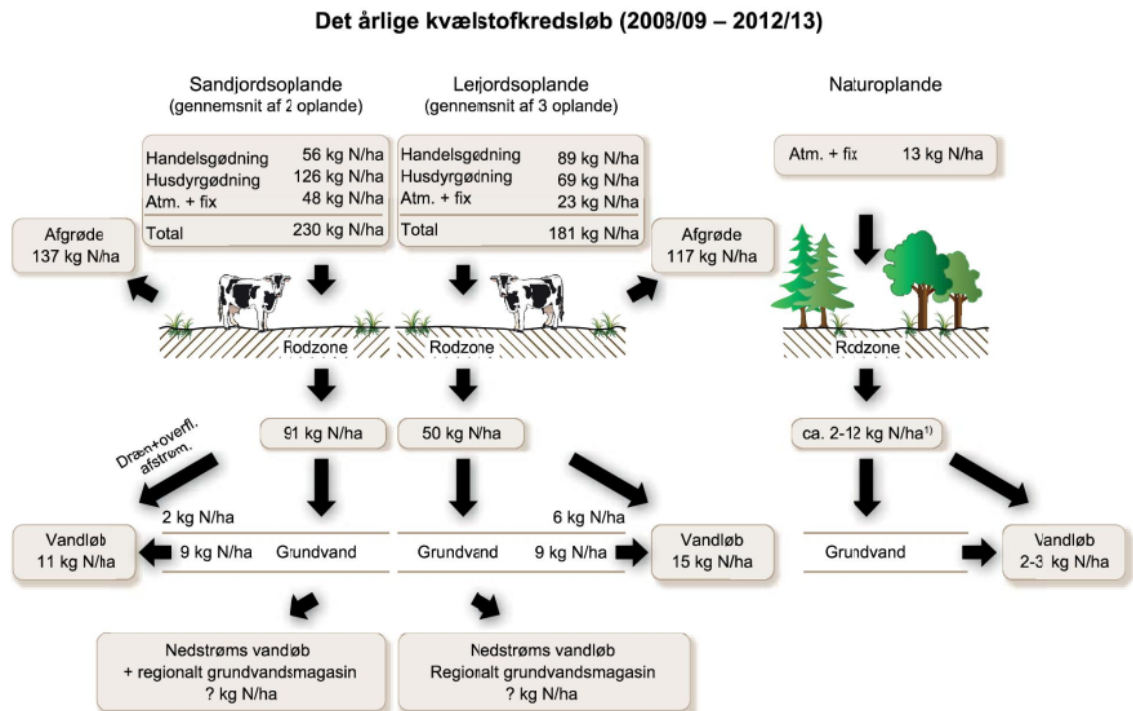
$$N_{\text{tab}} = 1.124 * \exp(-3.080 + 0,7587 * \ln(A) - 0.0030 * S + 0.0249 * D)$$

hvor

A er den samlede afstrømning fra projektområdet (i mm),

D er andelen af dyrkede arealer (i %) og

S er andelen af sandjord i området (i %).



Figur 18. Skematisering af kvælstofkredsløbet i henholdsvis dyrkede lerjords- og sandjordsoplande samt for naturoplande for de hydrologiske år 2008/9-2012/13 baseret på interviewundersøgelse og modelberegninger. Vandløbstransport i landbrugsoplandene er korrigeret for naturarealer og spildevandsudledning, dvs. transporten repræsenterer det dyrkede areal inkl. spredt bebyggelse (Blicher-Mathiesen et al. 2015).

Det samlede opland til pumpestationen i Odby Sø er opmålt til 1,89 km². Heraf udgør det forventede fremtidige projektområde 0,70 km². Det dyrkede areal i det 1,19 km² store opland er på grundlag af NaturErhvervstyrelsens markblokkort fratrukket arealer beskyttet af naturbeskyttelsesloven opgjort til 0,72 km². Sandjordsarealet udgør 95,1 % af det kortlagte areal (Figur 13). Herefter er kvælstoftabet fra oplandet beregnet med udgangspunkt i en netto afstrømning på 369 mm.

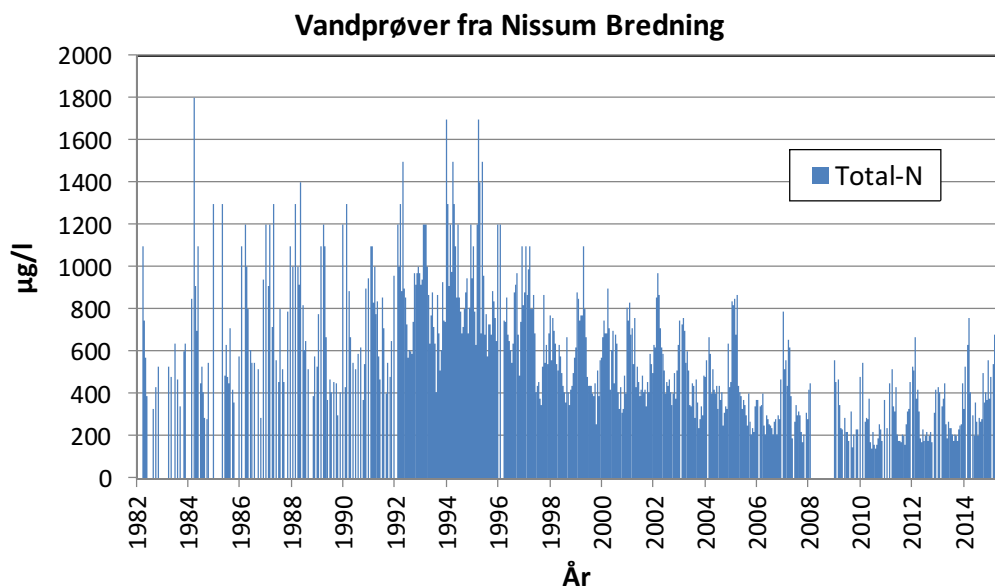
Den gennemsnitlige kvælstofafstrømning beregnet på baggrund af DMU's formel er 16,9 kg N ha⁻¹år⁻¹ fra hele oplandet svarende til i gennemsnit 4,2 mg N/l. Den samlede kvælstofafstrømning fra oplandet til projektområdet er hermed opgjort til 1,90 t N/år.

Kvælstofafstrømningen fra oplandet er ikke tilstrækkelig stor til at kunne skabe grundlag for den ønskede kvælstoffjernelse på minimum 113 kg N/ha projektområde.

Et projekt vil derfor skulle tilføres yderligere kvælstof udefra. Der er her peget på muligheden af at skabe oversvømmelse med fjordvand.



Naturstyrelsen og det tidligere Ringkjøbing Amt har siden marts 1982 drevet en målestation i Nissum Bredning, hvor der frem til juli 2015 er udtaget i alt 852 vandprøver i 0-1 m dybde til vandkemiske analyser.



Figur 19. Stolpediagram med resultaterne for Total-N for samtlige analyser af overfladevand fra Nissum Bredning 1982-2015 ifølge Danmarks Miljøportal.

Resultaterne af alle de udførte analyser for total kvælstof, kaldet Total-N er vist i Figur 19. Total kvælstof omfatter såvel nitrat, nitrit, ammonium som organisk bundet kvælstof. Resultaterne viser en markant årstidsvariation med de største kvælstof koncentrationer i vintermånederne, hvor afstrømningen af kvælstof fra landområderne er størst, og væsentligt mindre kvælstof koncentrationer om sommeren, hvor kvælstoffet bl.a. optages i fjordens vegetation. Der ses endvidere en stor spredning på resultaterne i 1980'erne med en klar stigende tendens frem til midten af 1990'erne, hvorefter koncentrationen af total kvælstof generelt faldt frem til 2006 og har været nogenlunde konstant siden. Der mangler desværre målinger fra det meste af 2008.

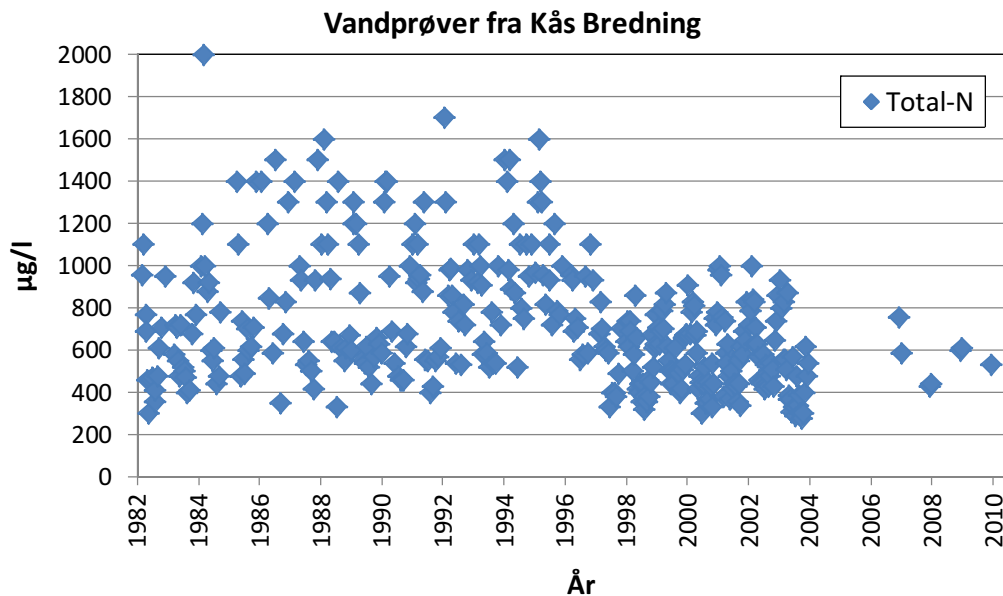
Middelværdien af 112 analyser udført igennem de seneste 5 år fra 1. august 2010 er en koncentration af Total-N på 312 µg N/l.

Amterne har også tidligere drevet målestationer i den centrale del Limfjorden, hvor de tre målestationer nærmest Oddesund var i Kås Bredning, i Lavbjerg Bredning og i Venø Struer Bugt. De to første måleserie stoppede dog med udgangen af 2003 og den sidste i 1997. Naturstyrelsen har i begrænset omfang videreført målestationerne i Kås Bredning og Venø Sund med enkelte målinger i 2007-2009.

De udførte målinger af Total-N i årene 1982-2009 i Kås Bredning er vist på Figur 20. Der ses det samme mønster i kvælstofkoncentrationen i Kås Bredning som i Nissum Bredning. Kvælstofkoncentrationen i Kås Bredning var i gennemsnit 709 µg N/l i alle



målingerne fra årene 1982-2003 med fuldt måleprogram og til sammenligning 636 $\mu\text{g N/l}$ i Nissum Bredning.



Figur 20. Punktdiagram med resultaterne for Total-N for samtlige analyser af overfladevand fra Kås Bredning 1982-2009 ifølge Danmarks Miljøportal.

3.9 Fosforundersøgelse

Som led i forundersøgelsen er der foretaget en undersøgelse med vurderinger af projektets effekt i forhold til risikoen for fosforudledning til det nedstrøms vandmiljø, som foreskrevet i BEK nr. 109 af 30. januar 2015 om kriterier for vurdering af kommunale vådområdeprojekter og ifølge vejledningen "Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder" (DCE 2014).

Bangsgaard og Paludan ApS har udført fosforundersøgelsen i underentreprise.

3.9.1 Baggrund

Fosforanalysen indebærer analyse for bikarbonatdithionit ekstraherbart fosfor (P_{BD}) og jern (Fe_{BD}). Analysemetoden følger Paludan & Jensen (1995) og ovenstående vejledning (DCE 2014). Analysemetoden fokuserer særligt på at beskrive den pulje af fosfor, der kan mobiliseres, når oxideret jern ($Fe(III)$) under anaerobe forhold reduceres til ferri-jern $Fe(II)$. Anaerobe forhold kan opstå, når jordbunden vandmættes.

Vurdering af risiko for fosforudledning bygger på kvantificering af input af fosfor til det mulige nyetablerede vådområde og kvantificering af muligt tab af fosfor fra dette område. I vurderingen indgår jordprøvens volumenvægt, indholdet af P_{BD} og Fe_{BD} samt vandgennemstrømningen i projektområdet fra laterale oplande. Resultatet skal sammenholdes med den kumulative P afskæringsværdi for hoved- og delvandoplande. Værdien for Limfjorden er 2.400 Kg P/år.



Beregningerne foretages ved indtastning i regneark udarbejdet af DCE for Naturstyrelsen med opgørelse af P-tab og P-tilbageholdelse. Der er anvendt den senest opdaterede version fra februar 2015 og indtastningerne er udført i august 2015.

3.9.2 Prøvetagning

I henhold til retningslinjerne i DCE's vejledning (2014) er der etableret 54 prøvefelter i projektområdet, jf. Figur 21. Prøvefelterne er placeret vinkelret på pumpekanalen i tansektorer med ca. 300 m's mellemrum. I hver transekt ligger centrum af prøvefelterne med 50 m's mellemrum. Hvert prøvefelt dækker så vidt muligt et ensartet område, hvad angår arealanvendelse og jordbundsforhold. Prøvefelterne har nummer 59-112.



Figur 21. Prøvefelter (rød streg og sorte numre) for udtagning af jordprøver til fosforanalyser. Rød stjerne angiver lokalitet for udtagning af prøver til bestemmelse af volumenvægt og jordbundsbeskrivelse (baggrundskort FOT ortofoto 2013 ©Geodatastyrelsen).

Jordprøver er udtaget over tre dage i uge 28, 2015. Prøverne er opbevaret køligt efter prøvetagning og frem til analyse på laboratoriet Analytech Miljølaboratorium A/S. Fosfor analyseres spektrofotometrisk med en større nøjagtighed (2 mg TP



pr. kg tør jord) end med ICP-metoden. Dermed er kravene i DCE-vejledningen (2014) mere end opfyldt.

I hvert prøvefelt er der udtaget 16 jord-delprøver som er puljet til en bulk prøve. Der er således samlet set 54 bulk prøver svarende til 864 jordprøver. I hvert prøvefelt er der desuden udtaget en prøve til bestemmelse af volumenvægt. Disse prøver er stedfæstet med GPS, som vist på Figur 21.

Derudover er der i hvert prøvefelt og på samme sted, hvor prøven til volumenvægt blev udtaget, foretaget en beskrivelse af jordarter og jordbundens tekstur, ledningsevne og permeabilitet til 1 m's dybde. Jordbundsprøven er udtaget med hollænderbor. Samtlige jordbundsprofiler er fotograferet og foreligger hos rådgiver.

3.9.3 Datainput til risikovurderingen

I henhold til de seneste informationer fra Naturstyrelsen, juli 2015, skal der som udgangspunkt anvendes 1 regneark, hvor alle prøvefelter indskrives i. I de tilfælde hvor der er felter på begge sider af et vandløb anvendes der 2 regneark, et for hvert side af vandløbet. Dette betyder, at der i dette tilfælde er anvendt 2 regneark, da Hovedvejen opdeler området i to separate dele.

De enkelte prøvefelters placering over vandløbets sommermiddelvandstand er bestemt på grundlag af de projekterede afvandingsforhold i den tekniske forundersøgelse. Dræningsintensiteten i hvert prøvefelt er videre fastsat på grundlag af den tekniske forundersøgelses oplysninger om drænforhold.

Karakterisering af jordart, jordbundens tekstur og permeabilitet i hvert prøvefelt er foretaget på grundlag af DCE's vejledning (2014) afsnit 2.2. Feltobservationerne er indtastet for hvert prøvefelt i de respektive regneark.

Samlet set bygger risikovurderingen på følgende data udover fosfor data:

Årlig nedbør: 785 mm

Korrektion for nedbør: ideelt læ

Potentiel fordampning: 538 mm

Georegion: 1

Oplandenes størrelse: beregnet individuelt for hvert regneark

Jordbundstype i oplandene: opgjort individuelt for oplandene i hvert regneark.

3.9.4 Resultater

De samlede resultater af fosforundersøgelsen er sammenstillet i de to regneark i Bilag 9.

Jordbundens tekstur (0-30 cm) øst for hovedvejen er overvejende leret med et højt indhold af organisk stof. På den vestlige side af Hovedvejen er tekturen i det nordlige område overvejende tørv, mens langt hovedparten af området er domineret af finsand og silt. Det betyder at jordprøvernes volumenvægt (0-30 cm), varierer betydeligt og ligger mellem ca. 550 og ca. 1.550 kg tørvægt/m³.



Den molære Fe_{BD}/P_{BD} ratio varierer mellem ca. 8 og 40 med enkelte felter, hvor værdien er væsentligt større – jf. fosforregnearkene (Bilag 9).

Table 4 Oversigt over risiko for fosfortab (kg P/år) fra de 54 prøvefelter i undersøgelsen.

Prøvefelt nr.	Prøvefelt areal ha	Volumenvægt kg TS/m ³	Fe-BD mg/kg TS	P-BD mg/kg TS	P-tab fra prøvefelt kg P/år	P-tab kg/ha/år
59	1,64	1355	2170	130	21	12,8
60	1,03	1037	1250	32	6	5,8
61	1,02	1119	4030	47	3	2,9
62	1,07	1303	1580	30	5	4,7
63	1,06	783	1070	29	7	6,6
64	0,73	1309	629	52	12	16,4
65	0,36	851	1200	24	2	5,6
66	0,38	691	1330	90	4	10,5
67	1,78	1360	1270	130	36	20,2
68	1,71	1550	1880	110	21	12,3
69	1,79	1525	2240	92	16	8,9
70	1,70	1525	2940	86	11	6,5
71	1,76	1475	1450	110	27	15,3
72	1,81	1437	1800	150	30	16,6
73	1,80	1451	2090	190	33	18,3
74	1,19	1777	2030	130	16	13,4
75	0,51	1597	1750	83	5	9,8
76	0,66	1458	2170	150	9	13,6
77	1,91	1366	2010	120	24	12,6
78	1,72	1314	2760	120	16	9,3
79	1,58	1393	2250	150	22	13,9
80	1,67	1318	1610	110	26	15,6
81	1,61	1427	2730	120	15	9,3
82	1,77	1353	2240	140	23	13,0
83	1,51	1080	2830	160	18	11,9
84	1,37	847	2050	86	13	9,5
85	1,32	781	3990	99	8	6,1
86	1,47	674	2730	69	9	6,1
87	1,55	543	2360	92	13	8,4
88	1,07	609	2100	83	9	8,4
89	0,75	849	2380	73	5	6,7
90	0,56	1316	1880	54	4	7,1
91	0,69	1377	2140	68	5	7,2
92	0,96	1440	2820	69	6	6,3
93	1,86	1095	1520	26	8	4,3
94	0,90	1398	1110	110	18	20,0

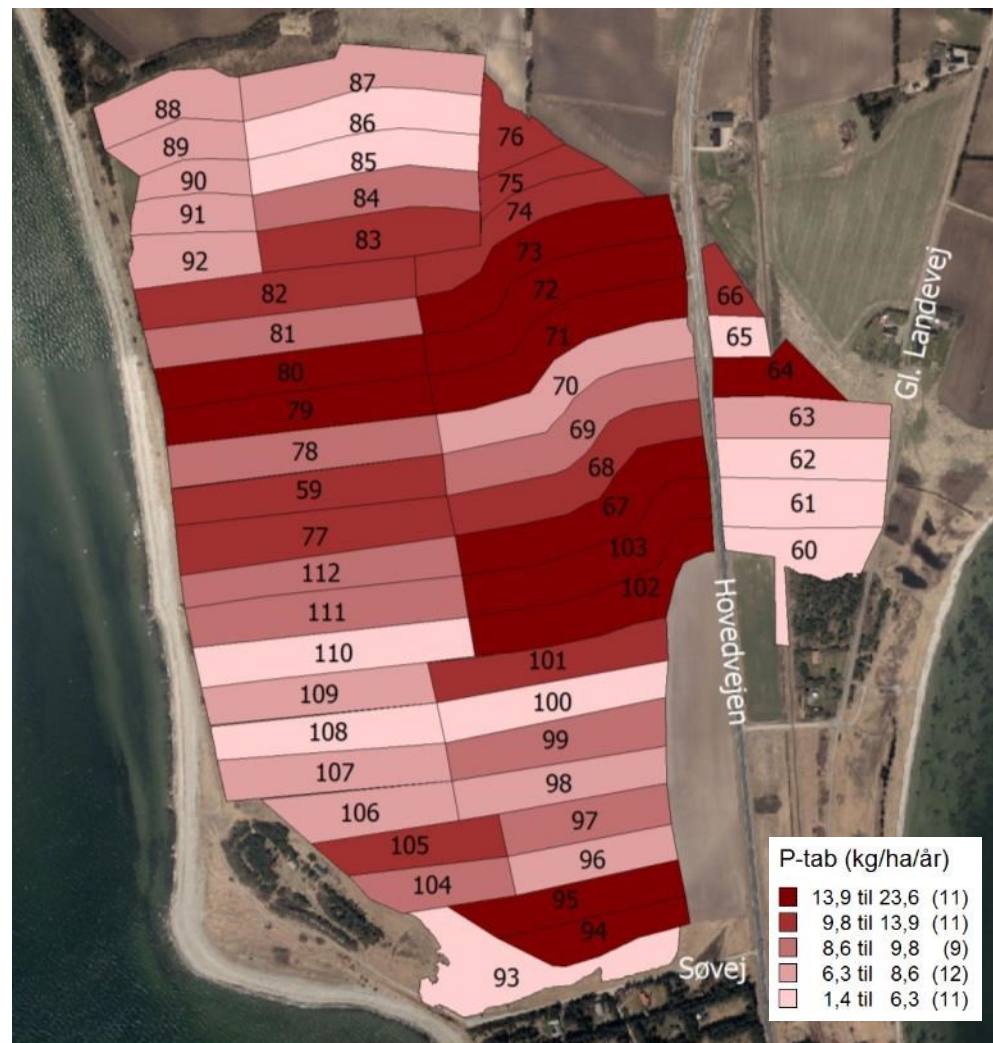


Prøvefelt nr.	Prøvefelt areal ha	Volumenvægt kg TS/m ³	Fe-BD mg/kg TS	P-BD mg/kg TS	P-tab fra prøvefelt kg P/år	P-tab kg/ha/år
95	1,25	1502	1420	99	18	14,4
96	0,96	1474	2210	76	7	7,3
97	1,08	1458	2920	120	10	9,3
98	1,27	1389	3600	110	9	7,1
99	1,45	1550	2620	120	14	9,7
100	1,35	1542	3310	90	8	5,9
101	1,41	1355	2570	130	15	10,6
102	1,61	1325	1220	150	38	23,6
103	1,75	1264	1730	150	30	17,1
104	0,92	1509	2510	98	8	8,7
105	1,06	1526	2220	110	11	10,4
106	1,17	1543	3160	110	9	7,7
107	1,40	1447	3610	110	10	7,1
108	1,30	1569	4290	110	8	6,2
109	1,38	1412	2930	100	11	8,0
110	1,70	1446	3440	89	10	5,9
111	1,80	1460	3290	140	17	9,4
112	1,51	1386	2730	110	13	8,6

3.9.5 Vurdering af fosfortabet

Den kvantitative risiko for frigivelse af fosfor beregnes for hvert prøvefelt på grundlag af vandgennemstrømningen samt fosforfrigivelsesraten. Sidstnævnte er relateret til den molære Fe_{BD}/P_{BD} ratio således, at frigivelsesraten reduceres med stigende molær Fe_{BD}/P_{BD} ratio.

I henhold til Bilag 9 og Tabel 4 kan fosfortabet fra projektområdet herefter opgøres til samlet set 751 kg P/år, hvoraf 39 kg/år kommer fra området øst for hovedvejen. Det svarer til et gennemsnitligt arealspecifikt årligt fosfortab på 10,2 kg P/ha. Det gennemsnitlige arealspecifikke fosfortab dækker dog over store lokale forskelle (Figur 22). I enkelte prøvefelter er der således kun en lille risiko for fosfortab, mens andre har et stort fosfortab og et enkelt prøvefelt (nr. 102) har et meget stort fosfortab på 23,6 kg P/ha/år.



Figur 22. Fosfortab fra de enkelte nummererede prøvefelter vist med en graderet farvelægning på baggrund af FOT ortofoto 2013 ©Geodatastyrelsen.

3.10 Tekniske anlæg

3.10.1 Ledningsoplysninger

Der er ved en søgning i Ledningsejerregisteret, LER, fremkommet oplysninger om følgende mulige ledningsejere i undersøgelsesområdet:

- Energinet.dk
- Thy-Mors Energi Service A/S
- Thy-Mors Energi Fibernet A/S
- Fiber Backbone A/S
- TDC A/S
- Oddesund Nord Vandværk I/S
- Struer Forsyning Service A/S
- Vejdirektoratet



Der er modtaget nedenstående ledningsoplysninger fra ledningsejerne. De oplyste ledninger og andre tekniske anlæg er også vist indtegnet på kortet i Bilag 4.

Energinet.dk har en 150 kV højspændingsledning, Bedsted-Struer stående på 5 gittermaster igennem undersøgelsesområdet i Odby Sø. Energinet.dk oplyser, at man forventer at demontere den eksisterende 150 kV luftledning i 2017, når et nyt 150 kV jordkabel, kaldet Thy-Mors-Salling er taget i brug. Til det formål er der udarbejdet et forslag for placering af det nye jordkabel igennem undersøgelsesområdet, som også er vist indtegnet på Bilag 4. Energinet.dk ønsker oplysninger om aktuelle projektplaner for området, som kan have betydning for den endelige placering af jordkablet.

Thy-Mors Energi Service A/S oplyser, at de har et 10 kV elkabel liggende fra syd langs vestsiden af Skovvej og derfra først langs sydsiden af Søvej og dernæst mod nord, øst om ejendommene Søvej 4 og 6 til en transformer nord for ejendommene. Her fra forsynes de to ejendomme og pumpestationen i Odby Sø med 0,4 kV elkabler. Soklen til transformeren er opmålt til min. kote 2,17 m DVR90.

Thy-Mors Energi Service A/S har et andet 10 kV elkabel liggende langs østsiden af Gl. Landevej på hele strækningen forbi undersøgelsesområdet. Tilsvarende er der et 0,4 kV elkabel liggende langs vestsiden af Gl. Landevej, som elforsyner ejendommene Gl. Landevej nr. 14, 16 og 18 samt jernbaneoverskæringen. De øvrige ejendomme rundt om undersøgelsesområdet er forsynet med el uden for undersøgelsesområdet.

Thy-Mors Energi Service A/S oplyser endvidere om et privat elkabel fra en transformer, som stod 100 m øst for pumpehuset, men som er fjernet efter juli 2012 sammen med en masterække fra syd. Dette elkabel forløber langs sydsiden af pumpekanalen frem til pumpehuset og derfra mod syd ned til den nuværende 10 kV transformer. Det er ikke oplyst, hvorvidt der stadig er spænding på kablet.

Thy-Mors Energi Fibernet A/S har et telekabel liggende langs vestsiden af Gl. Landevej på strækningen forbi undersøgelsesområdet. Fiber Backbone A/S har et telekabel langs vestsiden af Hovedvejen, men derudover ikke ind i undersøgelsesområdet.

TDC A/S har telekabler langs østsiden af Hovedvejen, østsiden af Gl. Landevej, vestsiden af jernbanedæmningen og sydsiden af Søvej. TDC har endvidere et telekabel liggende fra Gl. Landevej syd om ejendommen Gl. Landevej 14, hvor den først ligger i undersøgelsesområdet og fortsætter mod nordvest til ejendommen Hovedvejen 32. TDC har ikke andre kabler i undersøgelsesområdet.

Oddesund Nord Vandværk I/S har en 50 mm vandledning liggende fra Skovvej og langs nordsiden af Søvej næsten hen til det offentlige parkeringsareal og derfra over marken mod nordvest til ejendommene Søvej 4 og 6. På nordsiden af Søvej løber yderligere en 40 mm stikledning fra Skovvej og mod øst til ejendommene Søvej nr. 3 og 5. Oddesund Nord vandværk har endvidere en 90 mm hovedvandledning liggende langs vestsiden af Gl. Landevej, som forsyner ejendommene nr. 16 og 18.



Oddesund Nord vandværk I/S har sine tre indvindingsboringer placeret i bakkerne nord for Odby Sø, hvor til der den 21-10-2014 er givet tilladelse til indvinding af 35.000 m³/år grundvand til almen vandforsyning. De to af boringerne er placeret ved jernbanen nordøst for ejendommen Hovedvejen 32. Her til kommer også en 90 mm råvandsledning fra den tredje boring ved Følhøjvej 10 uden for undersøgelsesområdet.

Struer Forsyning Service A/S og Vejdirektoratet oplyser, at de ikke har ledninger i undersøgelsesområdet.

Struer Kommune er blevet kontaktet vedrørende spildevandsforholdene ved de fire ejendomme Søvej 2 og 4 samt Gl. Landevej 16 og 18, der ligger i undersøgelsesområdet. Struer Kommune oplyser, at ingen af disse ejendomme er tilsluttet offentlige spildevandsanlæg, men at der på alle ejendommene er oplyst at være etableret nedsivning af spildevand med samletanke, som er tilsluttet en kommunal tømningssordning.

I forbindelse med forundersøgelsen er ejerne kontaktet og de fire ejendomme besøgt med opmåling af bundfældningstankene. De målte koter til brøndkanter og vandspejle fremgår af nedenstående Tabel 5. Nedsivningsanlægget ved ejendommen Søvej 6 ligger vest for bygningen. Nedsivningen fra ejendommen Gl. Landevej sker i den sydlige del af haven. Der foreligger ingen oplysninger om placeringen af de øvrige to nedsivningsanlæg.

Tabel 5 Registrering af bundfældningstanke med opmåling af kant og vandspejl.

Ejendom	Brøndkant Kote m DVR90	Vandspejl Kote m DVR90
Gl. Landevej 16	1,61	1,04
Gl. Landevej 18	1,47	1,09
Søvej 4	1,38	0,78
Søvej 6	1,91	1,16

Der er endelig et offentligt parkeringsareal ved det sydvestlige hjørne af Søvej med en lille toiletbygning med et tørkloset med direkte afløb til en samletanke med tømningssordning.

3.10.2 Veje og jernbane

Igennem den østlige del af undersøgelsesområdet forløber to veje og en jernbane.

Regnet fra øst er det først Gammel Landevej, som er det oprindelige vejforløb over Thyholm mod syd til de tidligere færgesteder ved Oddesund. Vejen er en kommunevej asfalteret i 4,6 m bredde og beliggende på en dæmning igennem det lave terræn over strandenge og enge langs kysten af Odby Vig. Det tidligere afløb fra Odby Sø mod øst er nu lukket, og vejen ligger på dette sted i kote 2,40 m. Vejen fungerer dermed som et østligt dige omkring Odby Sø. Her fra falder vejen til ca. kote 2,2 m i et laveste punkt ca. 100 m længere mod syd.



Thybanen Thisted-Struer blev etableret i 1882. Det er en enkeltsporet jernbane i fortsat drift. Banen ligger gennem undersøgelsesområdet på en dæmning, hvis krone stiger fra ca. kote 2,2 m i syd og op mod det høje terræn mod nord omkring kote 7 m. Det tidligere afløb fra Odby Sø løb under banen gennem en 1,2 m bred bro, som er opført i 1907 med bund i ca. kote -0,51 m.

BaneDanmark er blevet kontaktet vedrørende relevante forhold omkring Thybanen. BaneDanmark gør opmærksom på, at man i forbindelse med oversvømmelser i området ikke er interesseret i, at der kommer til at stå vand ved banens dæmning. Dertil vil man stille krav om at vandspejlet ikke kommer til at stå højere end det tidligere har gjort.

Hovedvejen, Primærrute 11 er en hovedvejsrute, der går langs den jyske vestkyst fra Sæd ved den tyske grænse til Aalborg. Vejen er opført i forbindelse med Odde-sundbroens åbning i 1938. Vejen er asfalteret i 8,0 m bredde og placeret på en bred dæmning gennem undersøgelsesområdet, som har sit laveste punkt omkring krydsningen af afvandingsgrøften fra jernbanebroen og mod vest til Odby Sø, hvor vejmidten er målt i kote 2,49 m.

Langs sydsiden af undersøgelsesområdet forløber grusvejen Søvej, som når ned i ca. kote 0,90 m omkring tilslutningen af vejen Skovvej fra sommerhusområdet for derefter at stige til ca. kote 1,5 m i svinget ved stien, og igen falde til kote ca. 0,9 m ud for diget mod sydvest for endelig at stige til kote 1,9 m ved indkørslen til sommerhusene.

Der er to markvejstilslutninger fra Hovedvejen og ind i til midten af Odby Sø. Her fra er der kun hjulspor videre rundt i området og ud til pumpestationen.

3.10.3 Bygninger

Ejendommen Søvej nr. 4 ligger i terræn mellem kote 1,68 m og 1,99 m DVR90. Sokkelkoten og dermed gulvet er målt til kote 2,06 m. Huset er et Panbo træhus på 74 m² opført i 1971 og med en centralt placeret muret skorsten. Ejendommen Søvej nr. 6 ligger omgivet af terræn over kote 1,80 m DVR90 med sokkelniveau/gulvniveau opmålt i minimum kote 2,22 m. Huset er et træhus på betonsokkel, der er opført i 1970 med et areal på 72 m² og en tilhørende garage på 24 m².

Ejendommene Gl. Landevej 16 og 18 er begge sommerhuse, som ligger i terræn mellem kote 1,5 m og 1,7 m DVR90, idet terrænet på grundene generelt falder fra kote 1,7 m ved nordskellet og til under kote 1,0 m mod sydøst. Ejendommene ligger beskyttet af vejdæmningen med Gl. Landevej, som når op over kote 2,2 m. Ejendommene hører med til Landvindingslaget Odby Sø. Der er ingen oplysninger om afløbsledninger mod nord eller vest ind i resten af landvindingslaget.

Forholdene omkring ejendommene syd for Søvej er ikke undersøgt, da de med det foreliggende projekt vil blive sikret uændrede afvandings-, afløb- og forsyningsforhold.



3.10.4 Affald og kortlagte forureninger

Region Midtjylland og Struer Kommune kortlægger jordforureninger og affaldsdepoter. Ifølge oplysningerne på Danmarks Miljøportal er der ikke registreret forurenede grunde inden for undersøgelsesområdet eller dets direkte opland.

3.11 Natur-, plan- og vandløbsforhold

I Odby Sø er der registreret flere mindre arealer, som er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, som vist på Figur 23. Længst mod nord ved foden af bakkerne syd for Følhøjvej er der kærområder registreret som mose og to mindre søer. Længst mod syd og sydvest er der områder beskyttet som mose og fersk eng. Øst for Hovedvejen er der yderligere beskyttede enge med et lille moseområde og dels et hjørne af et hedeområde og dels den nederste kant af et overdrev i bakkerne mod nordøst.



Figur 23. Områder registreret som beskyttet natur efter naturbeskyttelseslovens § 3. Enge er vist med lysegrønt, strandenge med lyseblåt, moser med brunt, heder med lilla, overdrev med gul farve og søer er vist med mørkeblåt. Undersøgelsesområdet er omkranset med pink farvet streg. Beskyttede sten- og jorddiger er vist med orange streg. I baggrunden ortofoto DDO2012®, ©COWI i skala 1:15.000.

Der er tale om foreløbige registreringer, som vil blive nærmere undersøgt og afgrænset i tilfælde af en konkret ansøgning om en tilstandsændring.

Ingen af områdets vandløb er kortlagt som vandløb beskyttet efter naturbeskyttelseslovens § 3.



Langs kysterne er der efter naturbeskyttelseslovens § 15 en 300 m strandbeskyttelseslinje, hvor der ikke må ske tilstandsændringer uden dispensation.

Nisum Bredning umiddelbart vest for undersøgelsesområdet er omfattet af bestemmelserne i naturbeskyttelsesloven om international naturbeskyttelse på grundlag af en udpegningsområde som både EF-habitatområde H28 og EF-fuglebeskyttelsesområde F28 efter Natura 2000 direktiverne.

Det internationale beskyttelsesområde er omfattet af Statens naturplan for Natura 2000-område nr. 28, Agger Tange, Nisum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø samt af de berørte kommuners handlingsplan herfor.

Udpegningsgrundlaget for dette store Natura 2000-område er meget omfattende, og kun en mindre del af habitatnaturtyperne og udpegningsarterne forekommer i Natura 2000-området ind mod vestsiden af undersøgelsesområdet.

Udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet omfatter hvinand og toppet skallesluger, der begge er særligt beskyttede som trækgæster i området.

Blandt udpegningsgrundlaget for habitatområdet er der ind mod det sydvestligste hjørne af undersøgelsesområdet registreret habitatnaturtypen Klithede (2140). Det formodes, at vegetationen langs ydersiden af diget ind mod Odby Sø kan klassificeres som habitatnaturtyperne Strandvold med enårige planter (1210) og Strandvold med flerårige planter (1220) samt evt. også Strandeng (1330).

Det undersøgte område er således ikke omfattet af bestemmelserne om international naturbeskyttelse. Eventuelle forekomster af arter optaget på EF-Habitatdirektivets Bilag IV er beskyttede mod forsætlig forstyrrelse eller andre skadelige påvirkninger på arternes yngle- og opholdssteder i alle deres livsstadier. Dette fremgår af naturbeskyttelseslovens § 29a, og de danske arter er opført i lovens Bilag 3.

Ud fra tidligere undersøgelser af biodiversiteten i Struer kommune og Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV (DMU, 2007), er det blandt bilagsarterne muligt, at der kan være flagermus, odder, markfirben, stor vandsalamander og spidssnudet frø i undersøgelsesområdet.

Der er ingen fredninger i undersøgelsesområdet, som heller ikke er omfattet af nogen lokalplaner.

I undersøgelsesområdet er der ingen sten- eller jorddiger, som er beskyttede efter museumslovens § 29a. I området nord for undersøgelsesområdet er der flere fredede gravhøje.

I forbindelse med forundersøgelsen er der indhentet en museal udtalelse fra De Kulturhistoriske Museer i Holstebro Kommune, som er det stedlige arkæologiske museum. Museet oplyser, at der ikke er registreret fortidsminder i det forundersøgte område, som er meget lavtliggende, og hvor spor efter bebyggelse eller andre forhistoriske aktiviteter ikke er videre sandsynlige.



Holstebro Museum vurderer derfor, at der indenfor projektområdet ikke findes fortidsminder, som vil tage skade af den type anlægsarbejder, som planlægges i forbindelse med projektet. De planlagte anlægsarbejder vurderes derfor at kunne foregå uden museets tilstedeværelse. Dog skal museet gøre opmærksom på, at skulle man påtræffe spor efter fortidsminder skal anlægsarbejdet jf. museumslovens § 27, stk. 2 øjeblikkeligt standses i det omfang, det berører fortidsmindet. Fortidsmindet skal straks anmeldes til Holstebro Museum, som vurderer, om der skal laves yderligere undersøgelser, inden anlægsarbejdet kan fortsætte. I dette tilfælde er det ikke bygherre, som skal finansiere en evt. arkæologisk undersøgelse.



Figur 24. De rørskovklædte moseområder i den nordlige del af Odby Sø ses i forgrunden med afgræssende kvæg længst til venstre og de opdyrkede arealer i midten af Odby Sø i baggrunden sammen med de træbevoksede sommerhusområder i august 2014.



4. ANALYSE AF PROJEKTMULIGHEDER

4.1 De bestående forhold

Landvindingslaget Odby Sø står i de kommende år over for flere udfordringer.

Terrænet i store dele af Odby Sø må have sat sig efter afvandingen, således at 5,0 ha i dag ligger under kote $-1,0$ m, 30,2 ha under kote $-0,5$ m, 42,1 ha under kote $0,0$ m og 56,0 ha ligger i dag under kote $0,5$ m. Områdets anvendelse til dyrkningsjord er derfor betinget af en fortsat pumpeafvanding

Pumperne og den øvrige installation i pumpestationen er fra 1960 og dermed 55 år gamle. Selv om pumperne er af en type med lang levetid, må man påregne, at hele pumpeinstallationen skal udskiftes inden for en kort årrække.

Der er en ikke ubetydelig indsvivning af saltvand under diget både nord og syd for pumpestationen med større flader inden for diget mættet med saltvand og bevoget af strandengsvegetation som almindelig salturt/kveller og strandgåsefod (Figur 25). De saltmættede partier når helt ind i dyrket mark.



Figur 25. Indsvivning af saltvand ved digefoden og strandengsplanter, august 2014.

Hele den nordlige del af Odby Sø har teknisk set karakter af mose med udsivende grundvand og tilstoppede dræn, og hvor grundvandet står højt i drænbrøndene (Figur 26). Dette område er derfor ikke så godt afvandet, som den teoretiske beregning på kortet i Bilag 3 viser. Det er tvivlsomt, hvor lang levetid en nydræning af området vil få, inden drænene igen stopper til. Et stort delområde er allerede



registreret som naturbeskyttet mose, som ikke må drænes, og resten af området er i en tilstand, hvor naturbeskyttelsen skal afklares inden en evt. nydræning.



Figur 26. En sammenstyrtet drænbrønd i den nordlige del af Odby Sø omgivet af vand i terrænniveau i august 2014.

Undersøgelsen har vist, at diget mod Nissum Bredning trods sin imponerende størrelse ikke yder den højvandsbeskyttelse, som blev tilstræbt med landvindingsprojektet i 1959-60. Der mangler op til 0,5 m i digehøjde i forhold til det godkendte projekt og 0,8 m op til det oprindelige forslag. Man må antage, at diget var i fuld højde efter etableringen. Det er ikke for nærværende muligt at sige, om forskellen skyldes, at diget har sat sig pga. bløde underliggende jordlag, om det er slitage af digekronen, eller om der er tale om en gradvis udskridning af diget pga. gennemsvivende saltvand.

Det står i hvert fald klart, at diget langs Nissum Fjord ikke vil kunne klare alle tænkelige højvandshændelser. De i Tabel 3 angivne statistiske højvandshændelser er middelvandstand regnet hen over bølgeslagene. De ekstreme højvandshændelser kan optræde såvel i storm og kuling, som efter at vinden har lagt sig. Ved dimensionering af et dige skal der tages højde for bølgedannelsen i farvandet ud for og for opskyllet, når bølgerne bryder. Diget har her en betydelig strandvold på ydersiden, som får bølgerne til at bryde, inden de når helt ind på diget, og som begrænser opskyllet.

Uanset digernes højde, vil der med de nuværende terrænforhold begynde at løbe vand ind i Odby Sø fra syd igennem sommerhusområdet. Sommerhusområdet er på en kort nordlig og en lang sydlig strækning kun beskyttet mod stormflod af en



strandvold, som ifølge højdemodellen fra 2007 havde den laveste krone omkring kote 1,90 m. I den sydlige del af sommerhusområdet ligger der sommerhuse med terræn omkring kote 1,2 m, som blev kraftigt oversvømmet i både december 2013 og januar 2015. Længere nord på ligger sommerhusene højere, men hvis vandstanden i fjorden når op omkring kote 2,0 m, vil vandet løbe ind over terræn fra begge de to områder beskyttet af strandvolde.

Digerne langs Odby Sø holdt til påvirkningen fra stormfloden efter stormen Bodil, som den 6. december 2013 nåede op i kote 1,87 m i Lemvig Havn, da stormen havde kulmineret. Det var efter den nuværende statistik over en 20-års hændelse, og det er tvivlsomt, om digerne havde holdt til en 100 års hændelse med kraftige vind og højere vandstand. Uanset disse spekulationer vil de næste årtiers forventede stigninger i havvandstanden skabe et påtrængende behov for en istandsættelse af digerne.

Mod øst er digesikringen i dag op til ca. kote 2,2 m, hvilket er 0,4 m lavere end det, som var tilstræbt i de vestvendte diger. Det har været tilstrækkeligt siden afvandingen i 1960, og vil sandsynligvis fortsat være det under de nuværende vandstandsforhold på en østvendt kyst. Det vil dog ændre sig efterhånden, som vandstanden stiger i havet.

4.2 Fremtidsscenerier

Odby Sø har igennem de seneste 136 år haft en lidt omtumlet tilværelse og undervejs været:

- En ferskvandssø
- Et fugtigt engområde
- En kystlagune
- En brakvandssø
- Det nuværende intensivt dyrkede landbrugsområde

Odby Sø's fremtid vil skulle findes blandt disse historiske tilstande, idet valget af en fremtidig tilstand i store træk udelukker de øvrige muligheder.

De nuværende forhold er beskrevet i det foregående, hvoraf det fremgår, at en fortsat opretholdelse af Odby Sø som dyrket landbrugsområde inden for de kommende år vil kræve en betydelig investering i en renovering af det bestående afvandingsystem. Investeringen vil antageligt kunne forrentes, men den skal finansieres.

I rapporten om det mulige naturprojekt i Odby Sø fra november 2014 er der beskrevet fire forskellige scenarier med hver sin projektmulighed. Det var:

- En ferskvandssø
- Et fugtigt engområde
- En brakvandssø
- En kystlagune



Af disse 4 muligheder er det kun den sidste kystlagunen, som har mulighed for at opfylde kriterierne for et vådområdeprojekt med de tilhørende støtтеordninger. Det skyldes, at oplandet til projektområdet ikke tilfører en tilstrækkelig stor kvælstofafstrømning til at kunne udnytte områdets kapacitet for kvælstoffjernelse. Der vil derfor skulle tilføres ekstra kvælstof udefra for at kunne opfylde kravet om en årlig kvælstoffjernelse på 113 kg N/ha. Muligheden er her at åbne for fri dynamik med en næsten konstant vandstrøm ind og ud af kystlagunen, der vil få karakter af en salt strandsø med åben forbindelse til havet. Som følge af tidevandet vurderes det indledningsvist, at der vil blive tilført ca. 24 t kvælstof om året til lagunen.

Løsningsforslaget er indledningsvist beskrevet således:

4.3 Odby Sø som en kystlagune

Ved gennemførelse af en fuld uddigning med nedlæggelse af pumpestationen og en åbning af diget mod Limfjorden vil der blive skabt en ny kystlagune i Limfjorden med en vandflade på ca. 45 ha, som vil svinge med fjordens vandstand og herunder en tidevandsforskel på ca. 0,25 m. Der vil derfor blive en fri dynamik med en næsten konstant vandstrøm ind og ud af kystlagunen, der vil få karakter af en salt strandsø med åben forbindelse til havet. I løbet af en normal tidevandscyklus vil der skulle over 100.000 m³ vand ind og ud af lagunen. Det vil være med til at holde udløbet åbent, men der vil samtidig være en transport af materiale langs kysten, som vil reducere udløbsåbningens størrelse. Man kan derfor ikke forvente, at tidevandsforskellen vil slå fuldt igennem i lagunen, og middelvandspejlet vil derfor sandsynligvis ligge lidt over fjordens middelvandstand.

Tidevandsstrømmen vil være så stor og opholdstiden dermed så lille, at der vil ske en opblanding med ferskvandsafstrømningen og en næsten perfekt vandudskiftning, således at saltholdigheden og vandkvaliteten vil blive næsten lig med fjordens. Der vil samtidig med fjordvandet blive tilført mængder af yngel af marine planter og dyr, som hurtigt vil kolonisere lagunen, og som sikkert efter nogle voldsomme svingninger i starten, vil skabe et typisk lavvandet marint miljø.

Rundt om lagunen vil der opstå strandenge, der vil kunne holdes lysåbne ved afgræsning, således som det i dag kan ses på strandengene lige nord for Oddesund.

Løsningen har den begrænsning, at Hovedvejen vil kunne blive påvirket af dels erosion og dels opskyl under kraftigt højvande. Der vil derfor skulle etableres afværgetiltag på en ca. 950 m lang strækning.

Løsningen har også den begrænsning, at sommerhusområdet omkring Skovvej på Sunddraget vil blive udsat for hyppige oversvømmelser fra nord, hvis der ikke bygges et nyt ca. 380 m langt dige nord for Søvej og en pumpestation til sikring af sommerhusene mod oversvømmelse.

Vejen ud til de to sommerhuse Søvej 4 og 6 ligger lokalt ned til kote 0,90 m og vil skulle hæves, hvis man skal kunne køre til sommerhusene Søvej 4 og 6 i næsten alle situationer.



Sokkelkanten til Søvej 4 er målt til at ligge i kote 2,06 m DVR90, hvilket er 0,16 m lavere end tilsvarende på Søvej 6 og lavere end den nuværende højvandsbeskyttelse i området i kote ca. 2,1 m. Søvej 4 vil derfor få en forøget risiko for oversvømmelser i forhold til i dag, og der er derfor brug for ekstra en højvandssikring af ejendommen.

De fire ejendomme Søvej 4 og 6 samt Gl. Landevej 16 og 18 har alle nedsivning af spildevand. En effektiv rensning forudsætter, at grundvandet står mindst en meter under sivedrænene/fordelerrørene svarende til 1,5 m til 2,0 m under terræn. Projektet vil sandsynligvis medføre en grundvandsstigning i så stor en dybde. Der vil derfor være behov for at omlægge spildevandsafløbene fra disse ejendomme, således at de sikres uændrede afløbsforhold, og at spildevandsrensningen ikke forringes.



Figur 27. Strækningen af diget syd for Odby Sø's pumpestation, hvor det er foreslået at foretage åbningen ind til den nye kystlagune, set i august 2014.

4.4 Om kvælstoffjernelse

Projektet har til formål at opnå en reduktion af den samlede kvælstofafstrømning fra det kommende projektområde og dets opland samt reducere kvælstofbelastningen i det tidevand, som vil passere ind og ud af vådområdet. Kvælstofreduktionen ønskes opnået ved denitrifikation, hvor nitrat-kvælstof nedbrydes til luftformigt og dermed uskadeligt kvælstof ved en bakteriel proces, som forløber under iltfrie forhold i jordlag med et væsentligt indhold af organisk stof. Ved processen forbrænder bakterierne det organiske stof ved hjælp af ilten fra nitraten.

Mose- og engjorde med tørvelag er en glimrende energikilde for processen, der også kan forløbe i en muldrig jord, hvor der hele tiden dannes nyt humus ved nedbrydning af plantemateriale.



Kvælstofreduktion kan desuden opnås i søer, hvor planterne og især alger optager kvælstof fra vandet og senere synker til bunds, og hvor de efterfølgende langsomt nedbrydes ved denitrifikation.

Ophør af dyrkning og gødskning vil i sig selv medføre en reduceret kvælstofudvaskning fra de pågældende arealer, som det er skitseret på Figur 18.

I en lavvandet kystlagune sker ligeledes en fjernelse af det kvælstof, som i form af nitrat og ammonium samt bundet i organiske forbindelser mv. tilføres fjordens og lagunens vand med ferskvandsafstrømningen. Nedbrydningen af kvælstof sker i kystlagunens sediment, når nitrat-kvælstof diffunderer fra vandfasen ned i det iltfattige sediment. Her har forekomsten af bundlevende dyr og algevækst på overfladen betydning både for tilførslen af organisk stof og for tilførslen af nitrat. Hvor der findes ålegræsbevoksninger øges kvælstofreduktionen ved, at der trænger ilt fra ålegræssets rødder ud i sedimentet, hvorved ammonium iltes til nitrat, som trænger længere ud i sedimentet og bliver reduceret til luftformigt kvælstof.

Projektets opgave er derfor at bringe nitratholdigt vand i kontakt med organiskholdige jordlag, hvilket kan ske på en af følgende tre måder:

- Ved oversvømmelse af arealer med vandløbsvand
- Ved overrisling af arealer med drænvand
- Ved etablering af ferske søer
- Ved overrisling af arealer med fjordvand.

Naturstyrelsen har i sin seneste vejledning til kvælstofberegninger af 23. maj 2014 efter rådgivning fra DCE, Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet, det tidligere DMU, opstillet en række betingelser for etablering af vådområder og beregninger af konsekvenserne heraf.

Det samme areal kan ved disse beregninger kun anvendes til en af de tre former for kvælstoffjernelse.

En af betingelserne for at kunne opnå tilskud til gennemførelse af et vådområdeprojekt er, at det kan skabes ved naturlig hydrologi, hvilket vil sige et naturligt samspil mellem vand og land uden f.eks. oppumpning af vand. En anden betingelse er, at der i projektområdet kan opnås en årlig kvælstoffjernelse på i gennemsnit 113 kg N/ha. Ophør af dyrkning af omdriftsjord og omlægning til naturareal giver i sig selv en forventet reduktion af kvælstofudvaskningen på 50 kg N ha⁻¹ år⁻¹ netto, idet værdien er i den høje ende af det acceptable areal, hvilket er begrundet med afstrømningens korte vej til fjorden og dermed en meget lille retention. Den reducerede kvælstofudvaskning fra udyrkede arealer er langt mindre og vurderet til 5 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Der vil således yderligere skulle kunne fjernes i gennemsnit mindst 63 kg N ha⁻¹ år⁻¹ og helst noget mere.

Oversvømmelse med vandløbsvand kan opnås ved en hævnning eller omlægning af vandløb til et højere liggende og evt. smallere vandløbsleje, hvorved der forventes en reduktion på 1,0 til 1,5 kg N per hektar oversvømmelse per døgn. Den bereg-



nede kvælstofreduktion per hektar afhænger af kvælstofkoncentrationen i vandløbsvandet. Det i afsnit 3.8 beregnede kvælstoftab på 4,2 mg N/l tillader kun at medregne en kvælstoffjernelse på 1,0 kg N/ha/døgn ved oversvømmelser, da kvælstofkoncentration er under 5 mg N/l.

Der må kun medregnes oversvømmelser ud i en afstand af 100 m fra vandløbet, da vandudskiftningen i større afstand vurderes at blive for lille.

Etablering af en overrisling med drænvand kræver, at drænsystemerne kan identificeres og genfindes. Da det samtidig ønskes at fastholde afvandingen af de omgivende landbrugsarealer uændret, og da dræn typisk ligger 1,0-1,2 m i jorden, kræver det også, at der er en højdeforskel i terrænet på 1-2 meter, hvor drænledningen på en strækning kan omlægges til mindre fald, således at vandet kan ledes ud i eller nær ved terrænniveau i projektområdet.

Ved overrisling er det også nødvendigt, at der er et egnet overrislingsområde til rådighed med en passende placering, størrelse og terrænform. Etableringen af et overrislingsområde skal være foreneligt med hensynet til bebyggelse, infrastruktur og beskyttelseshensyn overfor natur- og kulturværdier.

Ved overrisling med drænvand kan et område overbelastes med vand og/eller kvælstof, hvilket øger risikoen for fosforudvaskning. Der accepteres derfor bl.a. ikke en større belastning med kvælstof end svarende til en kvælstoffjernelse end 500 kg N/ha/år.

Ved etablering af ferske søer er vandets opholdstid i søen af væsentlig betydning for kvælstoffjernelsen. DCE har opstillet en empirisk formel for kvælstoffjernelse i søer baseret på netop vandets opholdstid. Formelen er kun gældende for søer med en opholdstid på over 7 dage. Søer er i denne sammenhæng også meget langvarige oversvømmelser i f.eks. det meste af året, og søens vanddækkede rørsump skal medtages.

Ifølge Naturstyrelsens vejledning om kvælstoffjernelse, der anvendes ved etablering af kvælstoffjernende vådområdeprojekter skønnes tidevandspåvirkede vådområder at have en kvælstoffjernelse på maksimalt 200 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (Naturstyrelsen 2014).

Vi har undersøgt dette forhold nærmere. COWI har i 2011 udarbejdet et vådområde projekt for Romalt Enge ved Randers Fjord, hvor der ud fra en oplyst koncentration af kvælstof i Randers Fjord på omkring 2,6 mg/l er anvendt en retentionsrate på 1,0 kg kvælstof/ha/døgn for de tidevandspåvirkede arealer igennem hele året svarende til 365 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

Ved en litteratursøgning er den højeste beskrevne kvælstoffjernelse i et dansk fjordområde netop fra Randers Fjord, hvor Århus Amt på 7 stationer i 1995 målte en kvælstoffjernelse på i gennemsnit 228 N ha⁻¹ år⁻¹ (Dalsgaard *et al.* 1999). Samme forfatter henviser til en række målinger udført på 30 stationer i 9 danske fjorde i årene 1992-96, hvor der blev fundet en gennemsnitlig kvælstoffjernelse på 54



kg N ha⁻¹ år⁻¹, men ser man bort fra stationerne i Randers Fjord var gennemsnittet for de øvrige stationer kun på 34 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

Det er vanskeligt at måle den faktiske kvælstoffjernelse i et fjordsystem. De omtalte målinger er ifølge det oplyste udført på intakte bundprøver med isotopparringsteknik, hvor man 8-12 gange om året har tilført radioaktivt ¹⁵N-mærket ammonium til rodzonen og efterfølgende målt på dannelsen af ¹⁵N₂.

Der foreligger mange og grundige studier af kvælstofudvaskningen fra landområderne og af retentionen ned igennem vandløbssystemerne frem til vandløbenes udløb i kystvandene, sådan som det er skitseret på Figur 18. Vi har overraskende kun fundet få undersøgelser af den samlede kvælstoffjernelse/-retention i kystområderne. Nielsen *et al.* (1995) udførte i 1992-93 en meget omtalt undersøgelse af kvælstoffjernelsen i den 186 ha store Norsminde Fjord med en middeldybde på 0,6 m og fandt en kvælstoffjernelse på 29 kg N ha⁻¹ år⁻¹, idet selve målingerne blev udført i laboratoriet.

Flint *et al.* (2004) opstillede en samlet massebalance for Roskilde Fjord alene på grundlag af feltmålinger udført i 2000 og fandt her en kvælstoffjernelse på 90 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Den 122 km² store Roskilde Fjord havde dette år en kvælstoftilførsel på 1500 t N med en middelkoncentration på 4,3 mg N/l, og kvælstoftransporten ud af Roskilde Fjord blev dæmpet af, at der også var en høj kvælstofkoncentration ved udløbet i Isefjorden.

Målingerne af den naturlige kvælstofreduktion i fjordene viser en markant positiv sammenhæng mellem nitratkoncentration i bundvandet og denitrifikationsraten. Denitrifikationen er derfor markant højere om vinteren, hvor koncentrationen af nitrat og ilt er høj i bundvandet, mens dårlige iltforhold og lave nitratkoncentrationer om sommeren hæmmer nitrifikationen (Christensen *et al.* 2002).

Biologisk Institut ved Syddansk Universitet gennemfører for tiden et 8 årigt forskningsprojekt i den nye kystlagune i Gyldensteen Strand, som blev skabt i marts 2014 ved åbning af kystdiget og oversvømmelse af 230 ha landbrugsjord. Projektet i Gyldensteen Strand ligner på mange måder det foreliggende projektforslag for Odby Sø med to strømrander fra Lillebælt igennem de tidligere diger ind i projektområdet og et lille topografisk opland. Projektområdet er ca. 3 gange større end Odby Sø. I projektet indgår opstilling af massebalancer for kvælstof og fosfor baseret på ugelange kampagner med stoftransportmålinger hver time som følge af tidevandspåvirkningen. Der foreligger endnu ikke færdige beregninger af kvælstofomsætningen i området (lektor Mogens R. Flindt, SDU, pers. medd.).



5. PROJEKTFORSLAG

På baggrund af forundersøgelsen og analysen af projektmuligheder i de foregående kapitler er der udarbejdet et projektforslag for etablering af en kystlagune i Odby Sø med de tiltag, der er beskrevet i det følgende, og som er vist på projektkortet i Bilag 5.

Med dette projektforslag nedlægges den nuværende pumpestation i Odby Sø. El-forsyning til pumpen afbrydes ved nærmeste transformator, og de to elkabler fjernes inden for en afstand af 150 m fra pumpestationen. Pumpestationen og dens tilhørende bygværker kan bevares som et kulturminde, efter at kamrene af sikkerhedshensyn er fyldt til med sand.

Langs nordsiden af Søvej og ca. 18 m inde på marken etableres et 360 m langt nyt dige med de samme dimensioner, som det nuværende kystdige burde have. Kro-nebredden er således på 2,0 m i kote 2,62 m DVR90 og med skråninger 1:3 til begge sider. Det nye dige starter ved det nuværende sydlige kystdige og forløber mod øst til højt terræn over kote 2,25 m, idet diget undervejs når op til 2,0 m over terræn.

Jordfyld til etablering af diget afgraves ude i de lavere liggende dele af Odby Sø. Da jordlagene i området er sandede forventes der behov for tætning af diget ved f.eks. indbygning af en HDPE membran.

Nord for Skovvej etableres en ny pumpestation på den 15 cm rørledning, som udgør den øvre ende af "Søndre Kanal" med tilløb fra sommerhusområdet omkring Skovvej. Pumpen etableres ved foden af det nye dige i en pumpebrønd færdigmonteret med pumpe og installationer. Pumpen har et opland på ca. 8 ha og skal ved 1,0 m løftehøjde kunne aflede 15 l/s svarende til den maksimale vandføringskapacitet igennem den nuværende ledning, når den er fuldtløbende. Pumpen kræver et pumpereservoir på mindst 4 m³, som etableres ved omlægning af rørledningen ind under krydset Søvej/Skovvej til et 23 m langt Ø500 mm rør. Rørledningen lægges med bund i kote ca. -1,0 m således, at pumpeintervallet vil blive imellem ca. kote -0,6 m og -0,9 m.

Det nye dige forløber nord om den lille parkeringsplads og toilethuset ved vestenden af Søvej. Her fra skal der laves en rampe på adgangsvejen til de to sommerhuse Søvej 4 og 6 op over det nye dige med ikke over 8 % hældning og langs indvendig side af det nuværende kystdige, hvor vejen videre nord på hæves til kote 1,8 m DVR90 på en i alt 130 m lang strækning.

Det nye dige ender mod øst på en højderyg, der forløber ca. 430 m mod nord til Hovedvejen med terræn i eller over kote 2,0 m. På denne strækning tilføres og udplaneres muld i 15-20 meters bredde, så terrænet overalt er over kote 2,2 m.

Videre mod nord ligger Hovedvejen på en 475 m lang strækning ud mod lavt terræn i mellem kote 0,5 og 1,0 m. Langs vestsiden af Hovedvejen etableres en beskyttelse mod højvande og bølgeerosion i form af en ca. 2 meter bred banket lagt i kote 2,2 m og derfra med skråningsanlæg 1:6 ned til terræn. Banketten vil evt.



kunne bruges til at anlægge en cykel- og gangsti ovenpå, hvis den samtidig gøres 2-3 meter bredere.

Alle de nævnte diger og skrånninger beklædes yderst med muld og tilsås med græs.

Udløbet af det nuværende 1,5 m rør, som fører Østre Grøft under Hovedvejen forlænges med 18 m Ø0,6 m rør med bund i kote -0,30 m ud under den nye banket og sideskråning, hvor der afsluttes med en ny frontmur af beton. På rørledningen sættes en betonbrønd med en højvandsklap, som skal beskytte arealerne omkring jernbanen mod højvandshændelser.

På marken mellem Hovedvejen og højderyggen i kote 2,2 m løber en svag lavning mod syd, og hvor der ikke har kunnet fremskaffes oplysninger om dræning fra hverken lodsejeren eller Hedeselskabets arkiv. For at sikre afvandingen af 2,5 ha på marken vest for vejen foreslås lagt et 440 m langt 100 mm dræn med 3 ‰ frem til udløb i pumpestationens reservoir i kote -0,7 m.

Der er to ca. 150 mm rørledninger fra nord, som skal omlægges til to nye 200 mm rørledninger over 16 m og 85 m lange strækninger frem til udløb i terræn i ca. kote hhv. 0,40 m og 0,70 m. De nuværende ca. 22 brønde i projektområdet, som når op til eller over terræn, fjernes og tilfyldes med jord.

De nuværende mastefundamenter på 150 kV luftledningen igennem området fjernes i forbindelse med, at luftledningen skal nedlægges i 2017.

Sommerhuset Søvej 4 ligger med sokkel- og gulvniveau lavere end den nuværende højvandsbeskyttelse i Odby Sø. Det foreslås derfor at hæve sommerhuset 20 cm med en ekstra række sokkelsten af f.eks. Leca®. Hævningen vil kunne udføres med donkrafte under husets bærende bjælker, når alle faste installationer er løsnet.

På de fire ejendomme Søvej 4 og 6 samt Gl. Landevej 16 og 18, som alle har ned-sivning af spildevand, foreslås der etableret nye nedsivningsanlæg, som samles for ejendommene to og to. Afløbene fra de nærliggende ejendomme omlægges til to nye bundfældningsbrønde med afløb til hver sin pumpebrønd, hvor fra afløbet afledes til en fordelerbrønd med nye sivedræn/fordelerrør, der kan placeres på de højere liggende dele af grundene og evt. i en hævet nedsivningsmile.

I den kommende kystlagune kan etableres to eller flere fugleøer bestående af jord afgravet rundt om og dozet op med sideskrånninger ikke stejlere end 1:10. I den dominerende vindretning bør øernes forland erosionssikres med et rallag. På projektkortet i Bilag 5 er vist to mulige placeringer af fugleøer med et areal på hhv. 0,30 ha og 0,45 ha ved dagligt højvande, idet de skal nå op omkring kote 1,5 m.

Når alle forberedelser i inddæmningen er gjort færdige, og der er etableret en god græsbevoksning på digesikringen mod syd, vil det nuværende dige kunne afgraves på en ca. 80 meter lang strækning syd for den nuværende pumpestation. Stedet er valgt efter, at der er de største dybder i havet ud for, samtidig med at det er et af de to laveste områder på indersiden af diget. Ved gennemgravningen fjernes diget og forstranden ned til kote -0,25 m, og der graves en ca. 10 m bred strøm-



rende ind i kystlagunen med bund i kote -1,0 m, som når ind til såvel pumpekanalen som terræn under kote -0,50 m i inddæmningen. Sten og ral fra kysten samt en del af digefyldet kan genbruges i projektet til erosionssikring af fod af diget og vejskråningen. Det overskydende jordfyld kan indbygges bag det gamle dige.



Figur 28. Sommerhuset Søvej 4, som foreslås hævet 0,2 m, og i baggrunden diget med Odby Sø's pumpestation set i juli 2015.



6. KONSEKVENSVURDERING

6.1 Vandstandsforhold

Med det foreliggende projekt er det overladt til havet og tidevandsbevægelserne at arbejde videre med kystlagunens åbning mod havet.

Når diget fjernes ud mod Nissum Bredning, vil Odby Sø blive en del af kystzonen og dermed blive påvirket af dynamiske oversvømmelser med saltvand, der vil følge vandstandssvingningerne i havet.

De fremtidige vandstandsforhold vil være bestemt af dimensionerne igennem udløbet, den aktuelle vandstand i Limfjorden og de foregående vandstrømninger ind og ud af kystlagunen. Disse påvirkninger er komplicerede og i høj grad en følge af vindforholdene på det aktuelle tidspunkt og i de foregående døgn. Vi har derfor taget udgangspunkt i nogle middelbetragtninger.

Middelvandspejlet i havet er i dag i ca. kote 0,06 m. Tidevandsforskellen i Nissum Bredning er beskeden og ligger på ca. 0,25 m. I Limfjorden er der væsentligt større vandstandssvingninger end selve tidevandet bestemt af vind og strøm ind og ud af fjorden mod Nordsøen og Kattegat. Tidevandet overlejrer disse større vandstandssvingninger.

I Odby Sø ligger et areal på 41,8 ha under kote 0,00 m DVR90 og 48,4 ha under kote 0,25 m, fraregnet de to foreslåede øer. Selv en tidevandsforskel på kun 0,25 m vil imellem kote 0,00 m og 0,25 m medføre, at et vandvolumen på ca. 110.000 m³ vil skulle ind og ud af kystlagunen inden for 12 timer og 20 minutter, hvis tidevandet skal nå at slå fuldt igennem. Det svarer til en tidevandsstrøm på i gennemsnit ca. 5,0 m³/s.

Det er vores vurdering, at den beskrevne tidevandsstrøm til stadighed vil kunne holde indløbet/udløbet åbent på den pågældende kyststrækning, selv med en del materialetransport langs kysten. Åbningen mod havet vil dog være meget foranderlig.

Man må forvente, at tidevandet ikke vil kunne nå at løbe helt ud af kystlagunen ved ebbe, inden at strømmen vender og nyt vand løber ind ved flod. Vandspejlet i kystlagunen vil derfor komme til at ligge lidt højere end middelvandspejlet i havet. Da det er et meget dynamisk system, er det ikke muligt præcist at beregne den kommende vandspejlshøjde, men middelvandspejlet vurderes at ville ligge mellem kote 0,10 m og 0,15 m.

På kortet i Bilag 5 er angivet udstrækningen af vandfladen i kystlagunen ved en vandspejlskote i hhv. kote 0,00 m og 0,25 m. Man må her forestille sig, at vandspejlet i kystlagunen normalt i løbet af døgnnet vil svinge imellem disse to yderpunkter. Der vil dog hyppigt komme væsentligt større svingninger som følge af de generelle vandstandssvingninger i havet, og i længere perioder med enten vestenvind eller østenvind, vil vandspejlet komme til at stå højere eller lavere.



Uden højvandsbeskyttelse vil der ved afgrænsningen af fremtidige dyrkede arealer skulle foretages en afvejning af risikoen for saltvandspåvirkning. Vi har i dette projekt valgt at sætte grænsen ved kote 2,1 m, hvilket er 0,14 m over den nuværende statistisk beregnede 100 års højvandshændelse i Lemvig Havn. Trods de nuværende vandstandsstigninger på ca. 0,003 m årligt, må der forventes at gå mange år, inden at 100 års hændelsen når op til kote 2,1 m. Dette højvandsniveau er samtidig lig med den nuværende højvandsbeskyttelse af Odby Sø mod vest og ca. 0,10 m over det niveau, hvor vandet begynder at løbe ind igennem sommerhus haverne fra syd.

Med de ovennævnte forudsætninger vil uddigningen og etableringen af kystlagunen påvirke et areal på 75,9 ha, som markeret på kortet i Bilag 6. Heraf er 66,2 ha registreret som dyrkningsjord på NaturErhvervstyrelsens markblokkort. I projektområdet indgår arealer øst for Hovedvejen, som fortsat vil være beskyttet mod indtrængningen af saltvand med den foreslåede højvandsklap, men hvor afvandsforholdene vil blive forringet som følge af det højere vandspejlsniveau i Østre Grøft. Disse forhold omtales senere.

Risikoen for en 100 års hændelse er så lille, at arealerne kan anvendes til f.eks. dyrkning ned til omkring niveauet for en 20 års højvandshændelse, som ifølge Tabel 3 er i kote 1,83 m DVR90 i Lemvig svarende til 5 % årlig risiko for oversvømmelse af den lavest liggende rand.

De foreslåede afværgeforanstaltninger i form af etablering af diget langs nordsiden af Søvej og hævnningen af terrænet mod sydøst vil beskytte sommerhusområdet på Sunddraget mod oversvømmelser. Det nye dige er foreslået med de samme dimensioner, som det nuværende dige langs kysten burde have, til trods for at det nye dige har en meget mere beskyttet beliggenhed. Når terrænet mod sydøst ikke er foreslået hævet til samme kronekote, skyldes det, at bølgerne vil have mistet deres kraft på vejen ind igennem kystlagunen og ind over det højtliggende terræn foran. Vi vurderer derfor, at de to tiltag vil give en bedre oversvømmelses-sikring af sommerhusområdet, end der er i dag og flere årtier frem. Højvandsbeskyttelsen bør dog revurderes med 20-30 års mellemrum under indtryk af de aktuelle havvandstandsstigninger og prognoser.

6.2 Kystlagunens karakteristika

Med et forventet middelvandspejl omkring kote 0,10 m DVR90 vil kystlagunen få en vandflade på 43,3 ha, en middeldybde på 0,75 m og en maksimal dybde på 1,3 m uden for de nuværende grøfter og kanaler. Kystlagunens vandvolumen bliver ca. 330.000 m³, og det giver en opholdstid på ca. 2 døgn med den omtalte tidevandsforskel på ca. 0,25 m. Kystlagunens vandspejl vil pga. højvandsklappen ikke strække sig ind i området omkring jernbanen mellem Hovedvejen og Gl. Hovedvej. Under langvarigt højvande, vil der dog her kunne ske en opstuvning af ferskvand.

Den lave vanddybde medfører, at kystlagunens vandflade og vandvolumen vil svinge en del over tid, men nogen fuldstændig optørring vil ikke forekomme. Ved et vandspejl i for eksempel kote -0,50 m DVR90 vil vandfladen blive på 29 ha og vandvoluminet på kun 107.000 m³.



6.3 Afvandingsforhold

De bestående afløbsforhold i sommerhusområdet syd for Odby Sø opretholdes uændrede med det foreslåede dige og den foreslåede pumpestation, der er dimensioneret efter den maksimale vandføring, som kan løbe igennem den nuværende rørledning ind i Odby Sø.

Projektforslaget sikrer samtidig, at de nuværende ledninger og andre tekniske installationer langs Søvej og ved ejendommene syd for kan bevares uændrede.

Afvandingsforholdene ved de projekterede forhold i Odby Sø med en kystlagune med et vandspejl i kote ca. 0,10 m DVR90 som medianværdi er beregnet på samme måde, som beskrevet i afsnit 3.7.5. De kortlagte afvandingsforhold er vist på Bilag 6, hvor de er afgrænset af oplandskortlægningen.

En opgørelse af de beregnede arealer i de forskellige arealkategorier inden for projektområdet er vist i Tabel 6 for såvel situationen før som efter projektet inden for oplandet til Odby pumpestation.

Tabel 6 Opgørelse af arealer i Odby Sø opdelt efter afvandingsdybde henholdsvis for de nuværende forhold og efter projektet.

Areal-kategori	Drændybde (m)	Nuværende (ha)	Efter projektet (ha)
Vanddækket	< 0,0	0,13	43,85
Vandmættet	= 0,0	0,21	14,24
Sump	0,0 - 0,25	0,73	5,05
Våd eng	0,50 - 1,00	0,75	5,24
Fugtig eng	0,50 - 0,75	2,05	2,46
Tør eng	0,75 - 1,00	8,53	2,38
		12,40	73,22

Den i Tabel 6 opgjorte "før situation" er den aktuelle afvandingsstilstand med pumpeafvandning af arealerne i Odby Sø, som det blev registreret ved opmålingen i august 2014. Opgørelsen viser, at der er 12,40 ha, som har en ikke-optimal afvandning i området, idet sommerhusområdet syd for Søvej ikke er medregnet.

Opgørelsen i Tabel 6 viser, at der med projektet vil blive en ikke-optimal afvandning af 73,22 ha. Arealer med "Vandmættet" jord omfatter de arealer rundt om selve vandfladen, som vil have mindre end 2 % hældning mod vandfladen, og hvor man



må forvente, at vandspejlet vil komme til at stå i eller lige under jordoverfladen. Når man lægger arealerne med en ikke-optimal afvanding sammen med de arealer, som ligger under kote 2,1 m og arealerne til diger og fugleøer mv., bliver det samlede projektareal på 75,9 ha uden arronderinger.

De beregnede resultater på Bilag 3 og 6 samt i Tabel 6 er baseret på de teoretiske drænybder. Det skal understreges, at de faktiske forhold kan afvige fra de beregnede på grund af drænenes aktuelle tilstand og de konkrete jordbundsforhold, og at vurderingerne er foretaget ud fra de kendte drænforhold. Det, beregningerne faktisk viser, er, om det er teknisk muligt at opnå den angivne tilstand ved dræning og hermed i hvilket omfang, det er muligt at løse aktuelt opståede afvandingsproblemer.

Det ene af de to sommerhuse for enden af Søvej, nr. 4, ligger sådan i terrænet, at det med projektet får en drænybde på lidt under 1,0 m ved den sydlige gavl.

Tilsvarende viser beregningerne, at ejendommen Gl. Landevej 18 vil komme til at ligge med en drænybde mellem 0,75 og 1,0 m omkring huset, og at haven til denne ejendom og til naboejendommen Gl. Landevej 16 vil blive dårligere afvandet. Denne beregning er udført under forudsætning af, at ejendommene alene er afvandet til Odby Sø. Det mener rådgiver ikke er tilfældet. Det vurderes, at de to ejendomme i stedet i det væsentlige er afvandet gennem sandlagene under Gl. Landevej til stranden og til marken syd for. Ejendommen Gl. Landevej 18 er således ifølge oplysninger i BBR opført i 1958, mens Odby Sø stadig var en sø.

Afvandingen ved den anvendte vandstand kan betragtes som en typisk tilstand for sommer halvåret, og er dermed fundet til at være den bedste beskrivelse af mulighederne for dyrkning og afgræsning i området.

6.4 Kvælstof

Kvælstoftabet

Kvælstoftabet fra de laterale oplande til projektområdet blev i afsnit 3.8 beregnet til en samlet kvælstoftilførsel på 1904 kg N/år svarende til 16,9 kg N ha⁻¹år⁻¹.

Kvælstoffjernelse ved overrisling

Det nuværende afvandingssystem med pumpestation og hovedledninger vil blive nedlagt og sat ud af funktion ved tilfyldning af drænbrønde etc. Hovedparten af afstrømningen fra oplandet vil derfor være overladt til overrisling af projektets randområder, idet der kun omlægges to dræntilløb fra nord og etableres pumpeafvanding af det lille opland på 8 ha med sommerhusområdet mod syd. Det forventes herefter, at 75 % af afstrømningen fra det laterale opland vil ske ved overrisling, og at kvælstoffjernelsen ved overrisling er 50 %.

Overrislingsområderne udgør ca. 20 ha, hvor belastningen vil blive langt under en fjernelse på 500 kg N/ha/år.



Kvælstoffjernelsen ved overrisling er herefter beregnet til 50 % af 75 % af 1904 kg N/år lig med **714 kg N/år**.

Periodevis oversvømmelse

En tidevandscyklus med en vandstandsforskel på 0,25 m mellem kote 0,00 m og 0,25 m vil oversvømme et areal på 48,4 ha og tilføre området 110.000 m³ vand. Beregnet på baggrund af middel kvælstofkoncentrationen i Nissum Bredning fra de sidste 5 års målinger af Total-N på 312 µg N/l svarer dette til en tilførsel af 34,3 kg N. På årsbasis svarer dette til en tilførsel af 24.400 kg N.

Der er med udgangspunkt i de projekterede forhold og de 5 års vandstandsmålinger i Nykøbing Mors Havn (Tabel 2) oversvømmede arealer ved 7 forskellige statistisk bestemte vandspejle. Resultatet af beregningerne fremgår af Tabel 7.

Tabel 7 Opgørelse af oversvømmelsernes varighed i Odby Sø projektet.

Vandspejlskote m DVR90	Vandflade, areal, ha	Andel af tid %	Døgn år ⁻¹	Hektardøgn ha d
0,25	48,4	"100,0"	365	17.678
0,31	49,8	25,0	91	127
0,36	51,3	20,0	73	110
0,44	53,3	15,0	55	110
0,53	55,1	10,0	37	67
0,70	59,3	5,0	18	68
1,04	64,1	1	3,7	18
1,62	68,9	0,1	0,2	1
I alt				18.179

Vandspejlet vil ofte ikke nå op i det forventede normale højvande i kote 0,25 m, men det vil ske dagligt eller med få dages mellemrum, således at fjordbunden under højvandslinjen kan betragtes som vandmættet. Vi har derfor i de følgende beregninger antaget 100 % vandmætning i kote 0,25 m, selv om vandstanden i fjorden kun når derover i 31 % af tiden.

Vi har herefter beregnet oversvømmelsernes omfang i form af hektardøgn, som er produktet af varighed og areal opgjort trinvist på samme måde, som i Naturstyrelsens anbefalede regneark og uagtet, at metoden herved undervurderer omfanget, der rettelig burde beregnes som det integrerede areal under en kurve over sammenhængen mellem de beregnede oversvømmelsers areal og deres varighed.



Som det fremgår af den litterære gennemgang i afsnit 4.4 foreligger der meget forskellige resultater fra de gennemførte målinger af kapaciteten for kvælstoffjernelse/denitrifikationsraten i lavvandede kystområder med en rapporteret variation mellem $14 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ i Århus Bugt og et gennemsnit på $228 \text{ N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ af målinger i Randers Fjord (Dalsgaard *et al.* 1999).

Den kendsgerning, at de målte kvælstofkoncentrationer i Nissum Bredning er blevet halveret fra niveauet i 1980'erne og 1990'erne til de seneste 5 år giver anledning til forsigtighed. Vi har derfor i det følgende anvendt den af Dalsgaard *et al.* (1999) anførte lave denitrifikationsrate på $34 \text{ N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, der fremkom som et gennemsnit af de omtalte målinger og uden de høje værdier for Randers Fjord. Denne denitrifikationsrate svarer til $0,1 \text{ kg N pr. ha pr. oversvømmet døgn}$.

Kvælstoffjernelsen varierer hen over året, men pågår som udgangspunkt hele året, og som følge af tidevandsbevægelsen vil der være en noget nær ideel opblanding af vandfasen, således at de normale afstandskrav ikke skal iagttages.

Som anført i Tabel 7, er det ud fra resultaterne beregnet, at oversvømmelserne med tidevand svarer til en årlig oversvømmelse af 18.179 hektar i et døgn a $0,1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ døgn}^{-1}$ lig med en kvælstoffjernelse på **1818 kg N/år**.

Kvælstoffjernelse ved ændret arealanvendelse

Ved udtagning af agerjord regnes normalt med en reduceret udvaskning fra arealer i dyrket omdrift på 50 kg N/ha efter ophør af dyrkning og gødskning. For øvrige arealer med vedvarende græs eller natur regnes med en reduceret udvaskning på 5 kg N/ha som følge af ekstensivering. Den reducerede udvaskning af kvælstof er opgjort i Tabel 8.

Tabel 8 Opgørelse af reduceret udvaskning af kvælstof ved ophør af dyrkning i projektområdet.

	Areal	Udvaskningsreduktion
Omdriftsareal	66,36 ha	3318 kg N/år
Areal i øvrigt	9,57 ha	48 kg N/år
I alt	75,93 ha	3366 kg N/år

Samlet N-reduktion

Den samlede kvælstofreduktion kan herefter opgøres til

Overrisling	714 kg N/år
Oversvømmelse	1818 kg N/år
Ophør af dyrkning	3366 kg N/år
I alt	5.898 kg N/år



Den beregnede kvælstoffjernelse svarer til **78 kg N/ha** projektareal, hvilket dermed ikke svarer til den målsatte kvælstoffjernelse på min. 113 kg N/ha.

Det er tydeligt, at kvælstoffjernelse ved oversvømmelse er meget afhængig af den anvendte denitrifikationsrate. Havde vi f.eks. kunnet forsvare at anvende den tidligere omtalte denitrifikationsrate fra Roskilde på $90 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ ville kvælstoffjernelsen blive på 4480 kg N/år, og projektets samlede kvælstoffjernelse havde opfyldt kravet på min. 113 kg N/ha.

6.5 Fosfor

Der skal opstilles en samlet fosforbalance for projektområdet, hvilket er udført efter vejledningen fra DCE (2014), hvor fosfortilbageholdelse i projektområdet indgår. Til dette formål skal effekten af sedimentation på fosfortilbageholdelsen således opgøres.

Fosforundersøgelsen, hvis resultater fremgår af Tabel 4 og Bilag 9, viste en beregnet fosforudvaskning på 712 kg P/år i og omkring kystlagunen samt en fosforudvaskning på 39 kg P/år, hvis arealerne øst for Hovedvejen blev oversvømmet. Som følge af den foreslåede højvandsklap vil oversvømmelserne øst for Hovedvejen blive minimeret, og det er alene udvaskningen af de 712 kg P/år, som medregnes.

Der indgår en afrømning af 3.000 m^3 muldjord på 1,0 ha til opbygning af den 0,3 ha store nordligste fugleø, der er placeret inden for prøvefelterne 71,72 og 73. Der skal endvidere afrømmes ca. 2.000 m^3 muld til terrænhævning og muldafdækning af banketten og sideskråningen langs Hovedvejen, hvilket passende kan ske inden for de nærmeste prøvefelter med stor risiko for fosforudvaskning. Herved vil fosforudvaskningen kunne reduceres med yderligere ca. 35 kg P/år.

Projektforslaget lægger op til dannelsen af en sø/lagune med et samlet volumen på 330.000 m^3 . Det samlede opland er opgjort til 113 ha hovedsageligt bestående af landbrugsjord. På baggrund af beregninger med fosforregnearkene i Bilag 9 vil P-tilbageholdelsen i søen herefter være 37,6 kg P/år.

Fosforregnearket er udarbejdet til brug i ferskvandssøer eller tidvise oversvømmelser. I det aktuelle projekt er der tale om en saltvandspåvirket lagune. Til sammenligning har undersøgelser fra Roskilde Fjord vist, at der i år 2000 var en tilbageholdelse/deponering af fosfor i fjorden på 1,6 kg P/ha (Flindt et al., 2004). For det aktuelle projekt vil dette betyde en potentiel tilbageholdelse på 69,3 kg P/år, da lagunen har et areal på ca. 43,3 ha. Denne tilbageholdelse er ca. dobbelt så stor, som den der er beregnet ud fra fosforregnearket.

6.5.1 Samlet fosforbalance

Gennemførelse af kvælstof vådområdeprojektet i Odby Sø vil herefter – jf. Bilag 9 – resultere i en årlig fosforfrigivelse på samlet set 639 kg P ($712 - 35 - 37,6 \text{ kg P/år}$). Indeværende undersøgelse skal ikke vurdere den totale P-puljes bidrag til den samlede fremtidige fosforfrigivelse, men alene opgøre det årlige beregnede fosfortab.



Den forholdsvis store fosforfrigivelse skyldes et beskedent jernindhold i de analyserede prøver kombineret med en stor permeabilitet og dermed vandgennemstrømning i den generelt sandede jordbund samt de store oversvømmede arealer.

6.5.2 Forholdet til vandplan og vandoplandsplanen

Vandplanen for Limfjorden angiver, at der i forhold til slutrecipienten forventes et samlet fald i P-tilførslen i løbet af første vandplanperiode. I forhold til kvælstof vådområderne kan der være et råderum for en midlertidig nettofosforudledning i de situationer, hvor nettoudledningen ikke bidrager til en opadgående tendens i den samlede fosforbelastning af recipienten.

Ifølge forvaltningsproceduren fra Naturstyrelsen (2013) er Vandoplandsstyregruppen i henhold til Vandoplandsplanen forpligtet til at opføre fosforreduktion eller frigivelse fra kvælstof vådområderne. I denne sammenhæng har Naturstyrelsen opgjort den såkaldte fosfor afskæringsværdi for hoved- og delvandoplande. For Limfjorden er den kumulative P afskæringsværdi for alle hoved- og delvandoplande opgjort til samlet 2.400 kg P/år.

Ved at sammenligne fosforafskæringsværdien for Limfjorden med den samlede fosforbalance for projektområdet ved Odby Sø fremgår det, at der for dette projekt principielt er råderum til at gennemføre projektet, fordi den samlede årlige risiko for fosfortab er mindre end 2.400 kg P. Projektet vil dog lægge beslag på ca. 27 % af det samlede råderum, hvilket Vandoplandsstyregruppen skal vurdere om er acceptabelt.

Projektets risiko for fosfortab kan evt. yderligere begrænses med 207 kg P/år, hvis muldlaget fjernes på de felter, der viser den største risiko for fosfortab (felterne 67, 71, 72, 73, 79, 80, 102 og 103), således at muldlaget fjernes ved en såkaldt "top-soil removal" i de dele af prøvefelterne, der i fremtiden bliver vanddækkede. Det overskydende materiale placeres på mere tørre arealer i projektområdet, hvorved disse arealer evt. helt kan udelades af projektet. Samlet set vurderes, at der skal ske "top-soil removal" på de lavest liggende 9,0 ha af disse prøvefelter svarende til bortgravning, transport og genudlægning af maksimalt 27.000 m³ jord.

Med den foreslåede "top-soil removal" vurderes det, at risikoen for fosfortab kan reduceres med en tredjedel til årligt at udgøre ca. 432 kg P, hvilket dog stadig er ca. 18 % af det samlede råderum omkring Limfjorden.

6.6 Okker

Okker frigøres ved iltning af jernholdige forbindelser som f.eks. pyrit. Hele undersøgelsesområdet er angivet på Danmarks Miljøportal, Arealinformation, som lavbundsjord i okkerklasse I, dvs. områder hvor der er stor risiko for okkerudledning ved fortsat dræning. Ifølge okkerloven må der i de udpegede okkerpotentielle områder, som her, ikke ske yderligere dræning af grundvandet uden forudgående tilladelse fra kommunen, hvor der skal fremsendes en ansøgning med en konkret



vurdering af risikoen for forøget okkerudvaskning baseret blandt andet på en jordbundsundersøgelse af området.

Okker frigøres ved iltning af jernholdige forbindelser som f.eks. pyrit. En hævnning af vandstanden i projektområdet vil skabe mere iltfattige jordbundsforhold, hvilket vil modvirke dannelse af okker. Det bikarbonat-dithionit udvaskelige jernindhold viste sig desuden ved den gennemførte fosforundersøgelse at være for lavt til at kunne sikre en høj grad af fosfortilbageholdelse. Der vurderes derfor ikke at være risiko for en merudvaskning af okker.

6.7 Naturkvalitet

Selve kystlagunen vurderes at ville udgøre de ca. 48,4 ha, som ligger under kote 0,25 m, og som normalt vil blive vandfyldt dagligt. Kystlagunen vil overvejende blive en åben vandflade, hvor sand- og mudderbanker blotlægges ved lavvande, og med ålegræs i de dybere dele. Der vil også kunne vokse til med rørskov i de vindbeskyttede vige og på det højere liggende terræn rundt om vandfladen, såfremt der ikke iværksættes afgræsning af de omgivende arealer.

Den manglende højvandsbeskyttelse og vandstandssvingningerne i havet vil medføre jævnlige oversvømmelser af terrænet rundt om kystlagunen og med aftagende hyppighed opad i terrænet. Dette vil skabe grundlag for en strandengsdannelse med kvellervade (salturt) i vandkanten og en zonerings af strandengsplanter opad med karakteristiske arter som strand-annelgræs, strandmalurt, harrildgræs, jordbærkløver og engelskræs. Såfremt der ikke afgræsses eller foretages slet på arealerne, må man forvente at høje græsser og urter som strand-kogleaks, tagrør og strandasters vil dominere.

Vandkvaliteten i kystlagunen vil blive påvirket af den frigivelse af fosfor, som kommer fra den tidligere landbrugsjord, og som er næring for plantevæksten i form af såvel rørsump, vandplanter som alger i vandet. Især algeopvækst kan give en dårlig vandkvalitet, som forstærkes, hvis algerne i vandet kan skygge bundvegetationen væk. Den meget korte opholdstid i kystlagunen på normalt ca. 2 døgn vil dog medføre en så kraftig vandudskiftning, at vandkvaliteten vil blive næsten lig med forholdene ude i Nissum Bredning. Selv om vandkvaliteten der heller ikke er optimal, vil det sikre en acceptabel vandkvalitet i kystlagunen.

Den store vandudskiftning vil samtidig medføre, at saltholdigheden i kystlagunen bliver næsten lig med fjorden, da ferskvandstilstrømningen er minimal i forhold til den store vandudskiftning, og der vil ske en næsten fuldstændig opblanding med fjordens saltvand, der i Nissum Bredning har en saltholdighed på ca. 29 promille.

En lavvandet kystlagune er et meget værdifuldt økosystem, hvor den store vandudskiftning giver en let adgang til næringsstoffer, samtidig med at sollyset kan nå havbunden, hvilket skaber grundlag for en stor produktion af alger og vandplanter. Planteproduktionen er føde for en stor rigdom af bundlevende organismer, krebsdyr og fisk, der tilføres kystlagunen med fjordvandet som fritsvømmende larvestadier, eller som kommer ind med fisk, der gyder i det lave vand. De lavvandede fjord- områder er således opvækstområde for mange fiskebestande.



Hvis der kan opretholdes afgræsning og/eller slæt på arealerne rundt om kystlagunen vil området blive meget attraktivt for fugle med kombinationen af lavvandede områder og fugtige-våde strandenge med lav vegetation. Det vil tiltrække en lang række arter af vadefugle, skalleslugere, ænder og gæs. Vadefugle som vibe, rødben, dobbeltbekkasin, strandskade, klyde, præstekraver, regnsponer og måske engryle og stor kobbersneppe vil kunne yngle sammen med andefugle som gråand, spidsand, toppet skallesluger og grågås foruden engpiber og bynkefugl. I træktiden og om vinteren vil området blive benyttet til fouragering af store flokke af hjejler, klirer og forskellige arter ryler, gæs og ænder som f.eks. pibeænder. Specielt den truede lysbugede knortegås, som i forvejen har rasteplasser ved Venø Bugt er en mulighed.

Projektet vedrører ikke direkte Natura 2000-område nr. 28, Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø. Projektet vurderes samlet at styrke Natura 2000-områdets integritet som følge af de omtalte positive effekter på dyrelivet.

Der er i projektforslaget indlagt to kunstige fugleøer, og der er plads til flere. Fugleøerne opbygges af jord afgravet som en uddybning rundt om øen og med flade sideskråninger ikke stejlere end 1:10. Øernes overflade bør bestå af sand eller råjord øverst for at begrænse tilgroningen, og de bør sikres mod erosion med et lag ral eller bundsten vendt mod de dominerende vindretninger. Vanddybden rundt om øen bør være tilstrækkelig til at beskytte mod menneskelig forstyrrelse og de fleste firbenede prædatorer som ræv, mår og rotter, men vil ikke kunne udelukke odder, mink og mårhund. Sådanne fugleøer vil kunne tiltrække en række ynglefugle og ikke mindst kolonirugende arter som f.eks. hættemåger og stormmåger, der igen skaber en tryghed, som tiltrækker andre arter som f.eks. terner.

Som følge af højvandsslusen i underløbet under Hovedvejen vil de nuværende § 3 områder omkring jernbanen øst for Hovedvejen forblive ferske. Den nuværende mose- og engvegetation med bl.a. gøgeurter vil derfor forblive intakt og sandsynligvis få forbedrede vækstbetingelser som følge af den reducerede afdræning. Projektet vil til gengæld medføre en markant tilstandsændring af de ca. 14 ha mose og fersk eng, som ligger inden for projektområdet, idet disse arealer vil blive saltpåvirkede og derfor udvikle sig til strandeng og strandoverdrev. Det samlede areal med strandeng og strandoverdrev vil blive på 20-22 ha, og der vil skulle foretages en afvejning af de nyskabte naturarealer i forhold til de tabte.

6.8 Bygninger og tekniske anlæg mv.

Bygninger

Pumpehuset foreslås bevaret, men vil være uden funktion.

Ejendommen Søvej nr. 4 ligger i terræn, hvor der i forhold til i dag vil blive en lidt større risiko for oversvømmelse ved ekstremt højvande. Det er derfor anbefalet at lade huset hæve 0,2 m til et gulvniveau over kote 2,20 m DVR90.

Der vurderes ikke tilsvarende at blive negative påvirkninger af ejendommen Søvej nr. 6.



Ejendommene Gl. Landevej 16 og 18 ligger i terræn mellem kote 1,5 og 1,7 m. Ejendommene er derfor foreslået sikret mod oversvømmelse fra indtrængning af saltvand gennem underløbene under Hovedvejen og jernbanen ved, at der etableres en højvandsklap. Ejendommene ligger med terræn hældende mod sydøst, og det vurderes, som tidligere omtalt, at ejendommene i det væsentlige er drænet gennem jordlagene mod syd og øst.

Fælles for de 4 omtalte ejendomme er, at der ikke kan forventes de samme ned-sivningsforhold for spildevand som i dag. Det indgår derfor i projektet, at de fire ejendomme skal have etableret nye nedsivningsanlæg med en indbygget pumpe-løsning.

Alle ejendommene syd for Søvej vil blive sikret uændrede afvandings-, afløb- og forsyningsforhold med det foreslåede dige og pumpestationen.

Ledninger

Projektkortet er på Bilag 7 vist sammen med alle de registrerede tekniske anlæg, dræn og rørledninger.

Projektet berører den nuværende 150 kV højspændingsledning, Bedsted-Struer, som tilhører Energinet.dk, hvor to af gittermasterne vil komme til at stå i vand. Energinet.dk har oplyst, at man forventer at demontere den eksisterende 150 kV luftledning i 2017, når et nyt 150 kV jordkabel, kaldet Thy-Mors-Salling er taget i brug. Energinet arbejder i deres planlægning med den placering af det nye jordkabel igennem området, som er vist på Bilag 7. Elkablet ligger således, at det kun vil berøre projektet ved at krydse to af de planlagte rørledninger samt den planlagte terrænhævning. Sidstnævnte forhold er helt uproblematisk, men det vil være hensigtsmæssigt, hvis elkablet blev sænket under normal drændybde ved de to planlagte krydsninger, og at der evt. blev lagt et foringsrør for at undgå senere gravning i krydsningerne hen over elkablet.

Den nuværende elforsyning fra transformeren ved nordenden af Søvej og til pumpestationen afbrydes og fjernes sammen med det tidligere elkabel fra nord til sommerhusene Søvej 4 og 6. Transformeren står med overkant af fundament i omkring kote 2,2 m og burde dermed være højvandsikkert.

Der er et 10 kV elkabel frem til den omtalte transformator samt 0,4 kV forsyningskabler og en drikkevandsledning frem til de to sommerhuse Søvej 4 og 6. Disse ledninger er lagt i jorden og bevares uændrede, idet de dog skal sikres i krydsningen under det nye dige.

Fiber Backbone har et fiberkabel liggende langs vestsiden af dæmningen med Hovedvejen, som på en strækning af ca. 480 m vil blive overdækket af den planlagte skråningssikring. Det bør afklares med selskabet, om der f.eks. skal etableres et nyt lettere tilgængeligt kabelrør på strækningen.

Der er ikke andre ledningsanlæg i projektområdet, som kræver særlige hensyn.



Veje og jernbane

Der indgår i projektet en sikring af den nuværende vejdæmning med Hovedvejen mod bølgepåvirkning under højvande og oversvømmelser. Dæmningerne under Thybanen og Gammel Hovedvej ligger i "læ" af Hovedvejen og vil blive beskyttet mod indtrængning af saltvand under kraftigt højvande.

Der vil således normalt ikke ske oversvømmelser af terrænet omkring jernbanen i overensstemmelse med BaneDanmarks ønske. Vandspejlet i grøften og i broen under banen vil blive hævet med ca. 0,3-0,4 m. Det er en situation, som anlægget har været udsat for under de tidligere vandstandsforhold i området fra etableringen og frem til 1959-60, og der vurderes derfor ikke at være behov for yderligere afværgeforanstaltninger. Det højere vandspejl i området vil tværtimod skabe opdrift og begrænse evt. sætninger under dæmningerne.

De to sommerhuse Søvej nr. 4 og 6 ville blive afskåret for vejadgang, hvis der ikke etableres den foreslåede overkørsel over diget ved Søvej og en hævnning af vejen langs diget frem til den lille halvø, hvor husene ligger. Det er foreslået at hæve vejen op til niveau med den nuværende 20 års højvandshændelse. Det indebærer, at der kan blive enkelte dage, hvor det vil blive vanskeligt at køre ud til husene.

Vandspejlet i kystlagunen vil sætte begrænsninger for adgangen til at køre i området med landbrugsredskaber mv. Det indgår dog i projektet, at rørledningerne i afløbene fra højvandsslusen og pumpestationen forlænges ca. 5 meter som markoverkørsel, således at det bliver muligt at køre med landbrugsredskaber inden om skråningssikringen og diget.

6.9 Natur-, plan- og vandløbsforhold

Projektforslaget omfatter en ændring af den nuværende kystbeskyttelse og kræver derfor en tilladelse fra Kystdirektoratet efter bestemmelserne i kystbeskyttelsesloven. Denne sagsbehandling omfatter også andre forhold som f.eks. indhentelse af dispensation for strandbeskyttelseslinjen.

Projektforslaget forudsætter, at der kan opnås dispensation fra naturbeskyttelseslovens generelle bestemmelser om naturbeskyttelse i § 3. Desuden skal der opnås godkendelse af projektet efter planloven (VVM-screening) og vandløbsloven.

I forbindelse med åbningen mod havet vil vådområdet overgå til søterritoriet og dermed reelt udgå af privat ejerskab. Der vil herefter blive ret til sejlads, færdsel langs kysten, jagt og fiskeri, med mindre der indføres særlige restriktioner som f.eks. et vildtreservat. Miljøministeren kan efterfølgende fastlægge en ny 300 m strandbeskyttelseslinje rundt om kystlagunen.



6.10 Økonomisk overslag

Omkostningerne til de beskrevne anlægsarbejder er anslået i Tabel 9. Der er indregnet et tillæg på 10 % til uforudsete omkostninger i hver enkelt delpost.

Tabel 9 Overslag over omkostninger ved gennemførelse af naturprojektet i Odby Sø, ekskl. moms.

	Delsum
Arbejdsplads, rydning af installationer og brønde	180.000 kr.
Etablering af nyt 360 m langt dige langs Søvej	350.000 kr.
Hævning af 130 m grusvej	70.000 kr.
Etablering af ny pumpestation med reservoir og udløb	130.000 kr.
Hævning af terræn mod sydøst	50.000 kr.
Etablering af banket og skråningssikring af Hovedvejen	360.000 kr.
Lægning af 18 m ny 600 mm rørledning og frontmur	90.000 kr.
Etablering af brønd med 600 mm højvandssluse	45.000 kr.
Etablering af to fugleøer	300.000 kr.
Hævning af sommerhus	60.000 kr.
Nedsivningsanlæg ved 4 sommerhuse	220.000 kr.
Lægning af 101 m ny 200 mm rørledning	40.000 kr.
Lægning af 460 m ny 100 mm rørledning inkl. 2 brønde	92.000 kr.
Græssåning af diger og skråninger	40.000 kr.
Gravning af nyt indløb til kystlagunen	200.000 kr.
I alt	2.227.000 kr.

Overslaget omfatter ikke udgifter til erhvervelse eller evt. erstatninger mv. Der må endvidere påregnes en udgift til detailprojektering, udbud og tilsyn på ca. 18 % af anlægsomkostningerne.

Fosforafværgeforanstaltningen med en supplerende "top-soil-removal" vurderes at ville koste yderligere ca. 1.080.000 kr. ekskl. moms.



7. LITTERATUR

- Blicher-Mathisen, G., Rasmussen, A., Andersen, H. E., Timmermann, A., Jensen, P. G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L., 2015: Landovervågningsoplade 2013, NOVANA. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 120. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Christensen, P.B., Dalsgaard, T., Fossing, H., Rysgaard, S. & Sloth, N., 2002: Stofomsætning i havbunden. TEMA-rapport fra DMU, 42/2002. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Marin Økologi, Miljøministeriet.
- COWI, 2011: Vådområde ved Romalt Enge. Teknisk forundersøgelse. Rapport til Randers Kommune.
- Danmarks Miljøportal, Arealinformation, 2015: Ortofoto 1954 på <http://arealinformation.miljoeportal.dk/distribution/>
- Danmarks Meteorologiske Institut 2014: <http://www.dmi.dk/laer-om/tema/fremtidens-vandstand/globala-aendringer/>
- DCE 2014: Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi til Naturstyrelsen. Revideret 26. juni 2014.
- DMU 2007: Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV - til brug i administration og planlægning. Faglig rapport fra DMU nr. 635. Redaktion: Bjarne Søgaard & Tommy Asferg.
- Flindt, M.R., Neto, J., Amos, C.L., Pardal, M.A., Bergamasco, A., Pedersen, C.B & Andersen, F.Ø., 2004: Plant Bound Nutrient Transport. Mass Transport in Estuaries and Lagoons. Chapter 4, p 93-128. In: Nielsen, S.L., Banta, G.T. & Pedersen, M. F. (Eds.): Estuarine Nutrient Cycling: The Influence of Primary Producers. The Fate of Nutrient Biomass. Series: Aquatic Ecology, Vol. 2. Springer Netherlands.
- Gade, C., 2002: Lidt om Odby Sø gennem tiderne. Årsskrift, Vol. 29, p. 18-22. Egnshistorisk Forening for Thyholm og Jegindø.
- Gyldendal, 1979: Gyldendals Egnsbeskrivelser, Nordjylland, 2. udgave. Gyldendal.
- Hansen, K., 2011: Slut med friske mågeæg og pandestegte ål i Odby Sø. I: Folk og Fortællinger fra Det Tabte Land. Bind I, Jylland, s. 562-567. Forlaget Bæredygtighed.
- Heick, F., 1964: Orienterende dyrkningsforsøg i Odby Sø. Hedeselskabets Tidsskrift, 85. årgang, s. 238-241.
- Hoffmann, C.C., Nygaard, B., Jensen, J.P., Kronvang, B., Madsen, J., Madsen, A.B., Larsen, S.E., Pedersen, M.L., Jels, T., Baattrup-Pedersen, A., Riis, T., Blicher-Mathiesen, G., Iversen, T.M., Svendsen, L.M., Skriver, J., Laubel, A. R., 2005: Over-



vågning af effekten af retablerede vådområder. Teknisk anvisning fra DMU nr. 19, 4. udgave. Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

IPCC WGI AR5, 2013: Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report . Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Approved Summary for Policymakers. Twelfth Session of Working Group I.

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

Kystdirektoratet 2014: <http://kysterne.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>

Larsen, S. E. og Bistrup, J., 1999: Analyse af udviklingstendenser i 25 vandløb med udløb i Limfjorden. Vandløbsøkologi. Vandløbsøkologi. Miljøstatistik. Arbejdsrapport fra DMU nr. 115. Miljø- og Energiministeriet. Danmarks Miljøundersøgelser. Afdeling for Vandløbsøkologi.

Larsen, T. 2014: Bodil-stormen var en velkommen advarsel. Kronik i Ingeniøren den 23. januar 2014.

Lemvig Kommune 2013: Skader på Lemvig Havn under Stormen Bodil, den 5. - 7. december 2013 - Redegørelse og skadeoversigt efter stormen. Rapport, 16 sider.

Dalsgaard, T., Christensen P.B., Rysgaard, S., Risgaard-Petersen, N., 1999: Kvælstoffjernelse i danske kystnære farvande: betydning og regulering, p. 101-118. In: Lomstein, B., Aa. (Ed.): Havmiljøet ved årtusindskiftet. Olsen & Olsen, Fredensborg.

Ministeriet for Offentlige Arbejder 1934: Betænkning angaaende Dige- og Afvandedingsforhold ved Limfjorden afgivet den 25. januar 1934 af det i 1932 nedsatte udvalg.

Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2011: Natura 2000-plan 2009-2015. Natura 2000-plan 2010-2015. Agger Tange, Nissum Bredning, Skibsted Fjord og Agerø Natura 2000-område nr. 28. Habitatområde H28. Fuglebeskyttelsesområde F23, F27, F28, F39.

Naturstyrelsen 2013: Forvaltningsprocedure til kommunerne om kvantificering af P-tab fra vådområdeprojekter - revideret 25. september 2013. Brev til landets kommuner.

Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2014: Vandplan 2010 – 2015. Limfjorden. Hovedvandopland 1.2. Vanddistrikt: Jylland-Fyn.

Naturstyrelsen 2014: Naturstyrelsens vejledning til Kvælstofberegninger af 23. maj 2014.

Nielsen, K., Nielsen, L.P. & Rasmussen, P., 1995: Estuarine nitrogen retention independently estimated by the denitrification rate and mass balance methods:



A study of Norsminde Fjord, Denmark. Mar. Ecol. Prog. Ser. 119: 275-283.

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

Riisgård, H. U., Jürgensen, C. & Andersen, F. Ø., 1997: Kertinge Nor: Næringsstofdynamik og biologisk struktur i en lavvandet fjord. Kaskelot nr. 114, s. 2-19.

Sand-Jensen, K. & Larsen, G., 2012: Geologien, 2. udgave. Naturen i Danmark. Gyldendal.

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.

Skive Kommune 2011: Vådområdeprojekt Elkær. Teknisk forundersøgelse. Rapport udarbejdet af COWI.

Sørensen, C., Madsen, H.T. og Knudsen, S.B., 2013. Højvandsstatistikker 2012. Kystdirektoratet.

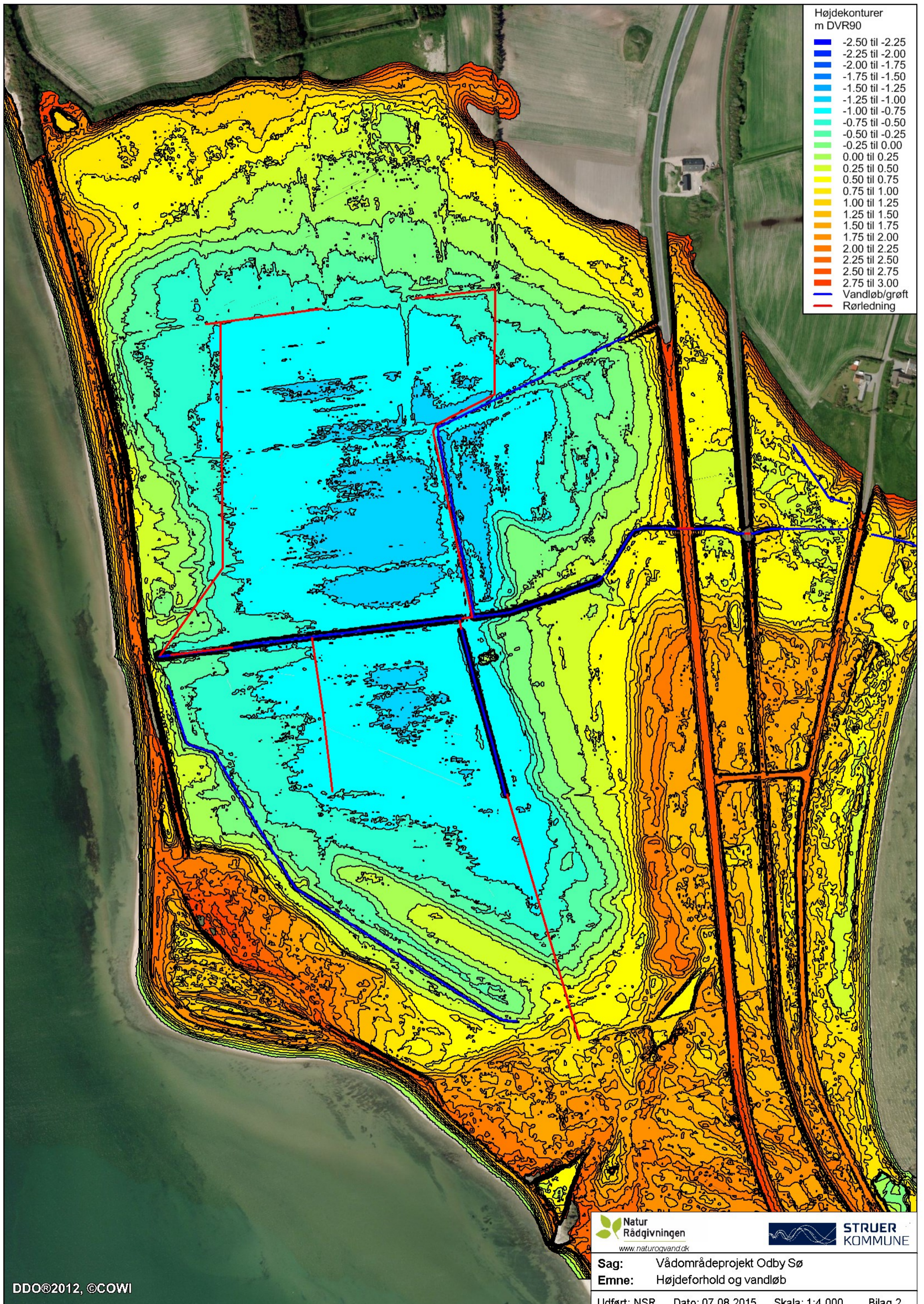
Statens Landvindingsudvalg 1956: Sag nr. 1905, Odby Sø. Underudvalget for Jylland.

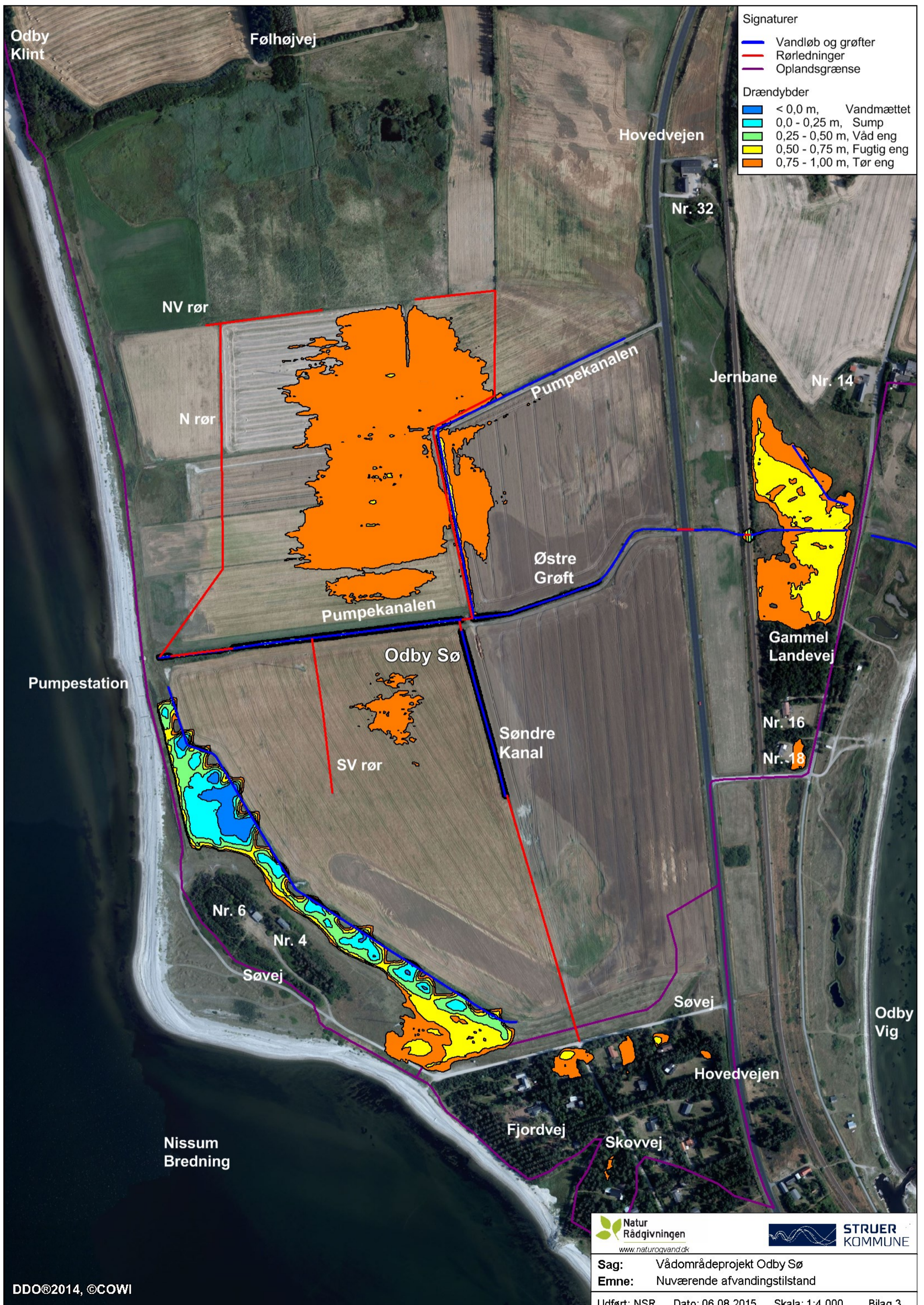
Struer Kommune, 2013: Landskabskarakteranalyse. Landskabskarakterområde 7 – Oddesund.

Trap, J., P., 1961: Danmark. Thisted Amt. 5. udgave. Bind VI, 2. G. E. C. Gads Forlag.



- Signaturer**
- Vandløb og grøfter
 - Rørledninger
 - + Dige
 - Matrikelskel
 - - - Dræn ifølge projekt
 - - - Dræn ifølge lodsejer
 - Brønd, opmålt
 - Brønd, ifølge projekt
 - ⊙ Pumpestation
 - ▽ 1,20 Opmålt vandspejl, kote i m DVR90, aug.'14





Signaturer

- Vandløb og grøfter
- Rørledninger
- Oplandsgrænse

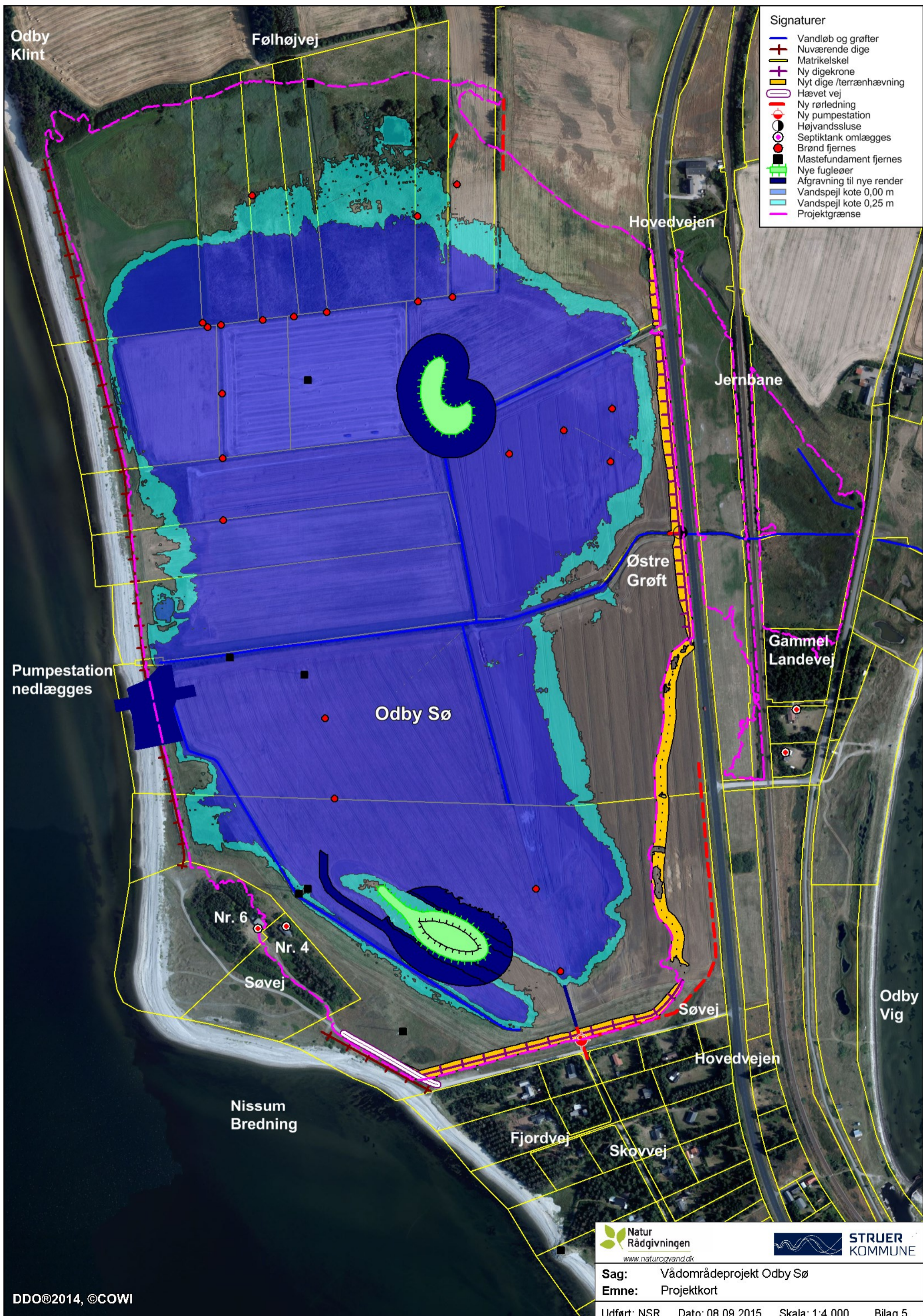
Drænybder

	< 0,0 m, Vandmættet
	0,0 - 0,25 m, Sump
	0,25 - 0,50 m, Våd eng
	0,50 - 0,75 m, Fugtig eng
	0,75 - 1,00 m, Tør eng

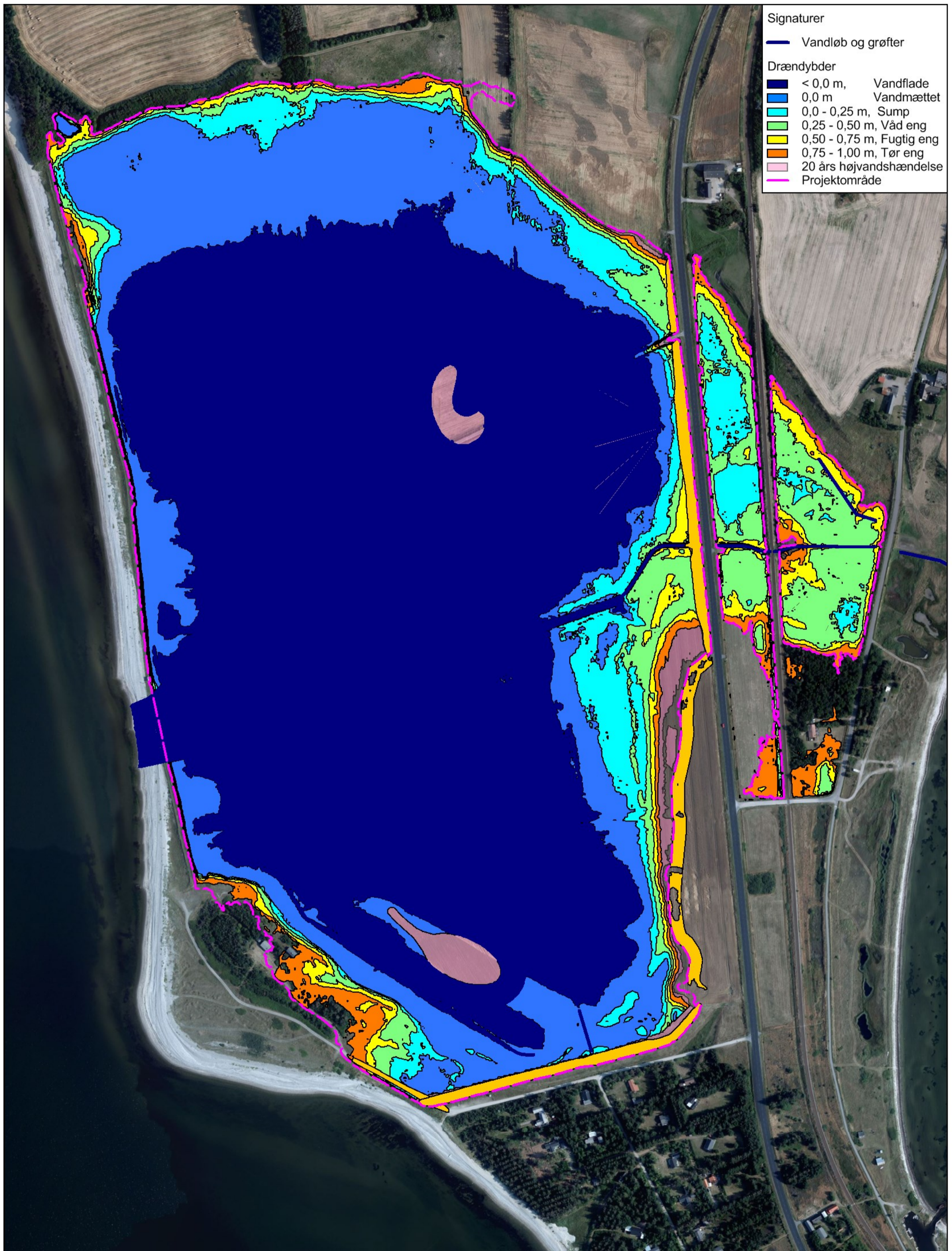


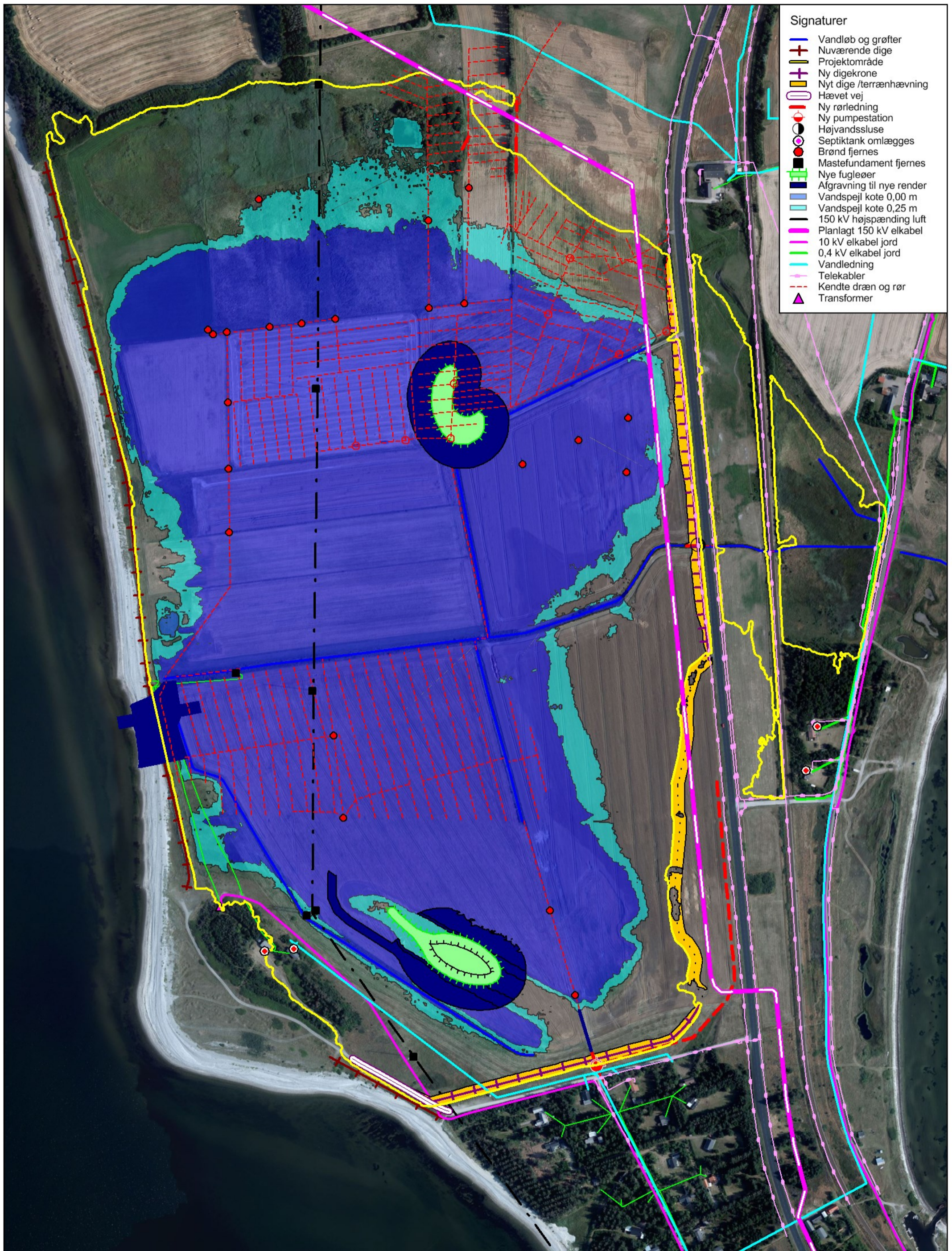
Signaturer

- Vandløb og grøfter
- Rørledninger
- Dige
- 150 kV elkabel, planlagt
- 150 kV højspænding luft
- 10 kV elkabel jord
- 0,4 kV elkabel jord
- Privat elkabel jord
- Vandledning
- TDC Telekabel
- Fiberkabel
- Jernbane
- Brønd
- ⊕ Septiktank
- Mastefundament
- ⊕ Transformer
- ⚙ Pumpestation
- ▭ Bygning



- Signaturer**
- Vandløb og grøfter
 - + Nuværende dige
 - Matrikelskel
 - + Ny digekrone
 - + Nyt dige /terrænhævning
 - Hævet vej
 - Ny rørledning
 - Ny pumpestation
 - Højvandsluse
 - Septiktank omlægges
 - Brønd fjernes
 - Mastefundament fjernes
 - Nye fugleøer
 - Afgravning til nye render
 - Vandspejl kote 0,00 m
 - Vandspejl kote 0,25 m
 - Projektgrænse





- Signaturer**
- Vandløb og grøfter
 - + Nuværende dige
 - Projektområde
 - Ny digekrone
 - Nyt dige /terrænhævnning
 - Hævet vej
 - Ny rørledning
 - Ny pumpestation
 - Højvandsluse
 - Septiktank omlægges
 - Brønd fjernes
 - Mastefundament fjernes
 - Nye fugleøer
 - Afgravning til nye render
 - Vandspejl kote 0,00 m
 - Vandspejl kote 0,25 m
 - 150 kV højspænding luft
 - Planlagt 150 kV elkabel
 - 10 kV elkabel jord
 - 0,4 kV elkabel jord
 - Vandledning
 - Telekabler
 - - - Kendte dræn og rør
 - ▲ Transformater

Dette regneark er et støtteværktøj til "Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder" version oktober 2013. De anvendte henvisninger til afsnit er til afsnit i denne vejledning. Den nødvendige information indtastes i de hvide felter og indgår jf. formlerne præsenteret i vejledningen i beregningene i de lyse farvede felter.
Opdateret februar 2015

Bestemmelse af vandstrømning gennem projektområdet (kapitel 3)

Data om projektområdet

Projektområdets areal	67.6 ha	
Oplandsareal til projektområde	63.2 ha	Bestemmes via GIS procedure jf. afsnit 3.4
Årlig nedbør	785 mm år ⁻¹	Gennemsnitlig årlig nedbør for 10-årig periode baseret på data fra DMI
Korrektion af nedbør for læforhold	Ideelt læ	Kendes forholdene ikke, vælges moderat læ
Korrigeret årlig nedbør	911 mm år ⁻¹	Bestemt jf. bilag 2
Potentiel fordampning	538 mm år ⁻¹	Gennemsnitlig årlig potentiel fordampning for 10-årig periode baseret på data fra DMI
Nettonedbør	373 mm år ⁻¹	Bestemt jf. afsnit 3.5

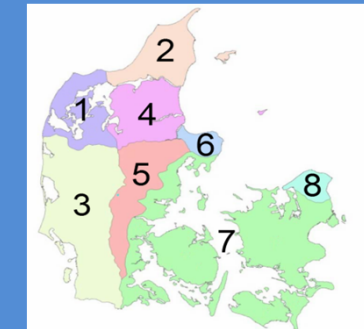
Base flow index (BFI) og overfladenær strømning

BFI regnes på baggrund af karakteristika for området (jf. afsnit 3.3)

Andel af sandjord (js)	94.6 %	Bestemmes fra jordbundskort
Andelen af humusjord (j9)	0 %	Bestemmes fra jordbundskort
Georegion	1	Bestemmes fra figur 3.3 (mere detaljeret i vejledningen)
Beregnet BFI	0.90	Bestemt jf. afsnit 3.3

Overfladenær strømning (Q_{OF}) $Q_{OF} = (1-BFI) * \text{nettonedbør} * \text{oplandsareal}$

Simplificeret figur 3.3



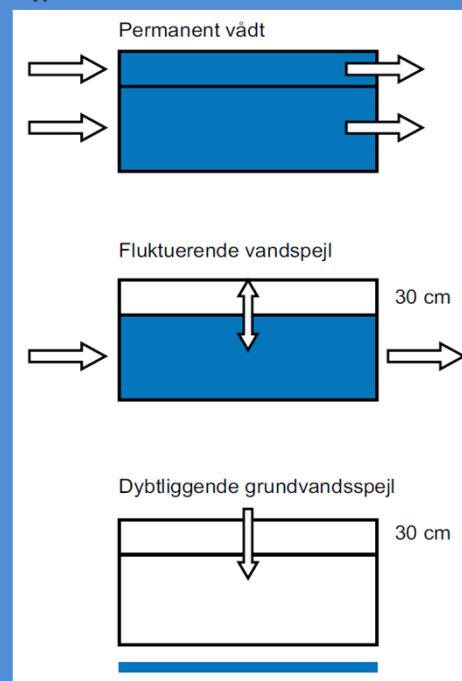
Bestemmelse af vandgennemstrømning (kapitel 3)

Vandgennemstrømningen bestemmes for hvert prøvefelt. Beregningerne følger beskrivelsen i kapitel 3

ID for prøvefelt	Areal af prøvefelt (ha)	Type af område	Anvendes kun ved delvist vådt		Tekstur og permeabilitet bestemmes vha. tabel 2.1					Gennemstrømning (afsnit 3.2) (Q_{felt} , mm år ⁻¹)
			Prøvefeltets placering over vandløbets sommer-middelvandstand (jf. afsnit 3.2)	$Q_{OF,areal}$ (afsnit 3.2) (mm år ⁻¹)	Grundsvandsdybde (m)	Tekstur	Permeabilitet	Dræningsintensitet (jf. afsnit 3.6)	Dræningsfaktor	
59	1.64	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
67	1.78	Permanent vådt	<50	36	0.00	Mellemsand	1	Intensiv (>25%)	1.0	373
68	1.71	Permanent vådt	<50	36	0.00	Mellemsand	1	Intensiv (>25%)	1.0	373
69	1.79	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
70	1.70	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
71	1.76	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
72	1.81	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
73	1.80	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
74	1.19	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af sand	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
75	0.51	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af sand	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
76	0.66	Permanent vådt	<50	36	0.00	Mellemsand	1	Intensiv (>25%)	1.0	373
77	1.91	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
78	1.72	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
79	1.58	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
80	1.67	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
81	1.61	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
82	1.77	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373

83	1.51	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af finsand	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
84	1.37	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
85	1.32	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
86	1.47	Permanent vådt	<50	36	0.00	Saprist Tørv	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
87	1.55	Permanent vådt	<50	36	0.00	Saprist Tørv	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
88	1.07	Permanent vådt	<50	36	0.00	Saprist Tørv	0	Ingen	0.0	373
89	0.75	Permanent vådt	<50	36	0.00	Saprist Tørv	0	Ingen	0.0	373
90	0.56	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af finsand	0	Ingen	0.0	373
91	0.69	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af sand	0	Ingen	0.0	373
92	0.96	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Ingen	0.0	373
93	1.86	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
94	0.90	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
95	1.25	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
96	0.96	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
97	1.08	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
98	1.27	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af finsand	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
99	1.45	Permanent vådt	<50	36	0.00	Mellem/grovsand	1	Moderat (<25%)	0.5	373
100	1.35	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler med indslag af sand	0	Moderat (<25%)	0.5	373
101	1.41	Permanent vådt	<50	36	0.00	Mellemsand med fint grus	1	Moderat (<25%)	0.5	373
102	1.61	Delvist vådt	<50	36	0.25	Mellemsand med sten og grus	1	Moderat (<25%)	0.5	373
103	1.75	Delvist vådt	<50	36	0.25	Mellemsand	1	Moderat (<25%)	0.5	373
104	0.92	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
105	1.06	Permanent vådt	<50	36	0.00	Ler/sand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373
106	1.17	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
107	1.40	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
108	1.30	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
109	1.38	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
110	1.70	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
111	1.80	Permanent vådt	<50	36	0.00	Silt	0	Intensiv (>25%)	1.0	373
112	1.51	Permanent vådt	<50	36	0.00	Finsand	0.5	Intensiv (>25%)	1.0	373

Type af område



Tabel til bestemmelse af permeabilitet (flere detaljer finde i afsnit 2.2 + 3.7)

Materiale	Mættet hydraulisk ledningsevne (m s ⁻¹)	Vurderet ledningsevne	Gennemstrømning	Permeabilitet
Groft grus og fint grus	>1·10 ⁻²	Meget høj	Meget høj	1
Grovkornet sand (500-2000 µm)	1·10 ⁻³	Meget høj	Meget høj	1
Uomsat tørv (ikke humificeret tørv)	1·10 ⁻³	Meget høj	Meget høj	1
Svagt omsat tørv (svagt humificeret tørv)	1·10 ⁻⁴	Høj	Høj	1
Mellemkornet sand (125-500 µm)	1·10 ⁻⁴	Høj	Høj	1
Mellemkornet sand med indslag af moderat omsat tørv	5·10 ⁻⁴	Moderat	moderat	0,5
Finkornet sand (63-125 µm)	1·10 ⁻⁵	Moderat	Moderat	0,5
Moderat omsat tørv	5·10 ⁻⁵	Moderat	Moderat	0,5
Gytteholdigt sand	1·10 ⁻⁶	Lav	Lav	0
Stærkt omsat tørv	1·10 ⁻⁶	Lav	Lav	0
Silt	1·10 ⁻⁶ - 1·10 ⁻⁹	Meget lav	Meget lav	0
Ler	1·10 ⁻⁹ - 1·10 ⁻¹¹	Meget lav	Meget lav	0
Kalkgytje	1·10 ⁻¹¹	Meget lav	Meget lav	0
Fuldstændig omsat tørv	5·10 ⁻⁷	Meget lav	Meget lav	0

Fosforbalance for projektområdet

Fosforfrigivelse fra projektområder

Frigivelsen beregnes ud fra proceduren beskrevet i kapitel 6 i vejledning.

ID for prøvefelt	Vægt af oventørret prøve (kg)	Jordkernes længde (m)	Jordkernes radius (m)	Volumenvægt (ligning 6.3) (kg m ⁻³)	P _{BD} (0-30 cm) (mg P kg tør jord ⁻¹)	Fe _{BD} (0-30 cm) (mg Fe kg tør jord ⁻¹)	Fe _{BD} :P _{BD} (ligning 6.2) molforhold	Frigivelses rate (ligning 6.1) (kg P ha ⁻¹ mm ⁻¹)	Fosfor tab (kg P år ⁻¹)	P _{BD} pulje (kg P ha ⁻¹)	P _{BD} total (kg P)	
59	0.623	0.27	0.02	1355	130	2,170	9.3	0.034	21	528	867	866.5533684
67	0.673	0.29	0.02	1360	130	1,270	5.4	0.054	36	531	944	944.3022295
68	0.608	0.23	0.02	1550	110	1,880	9.5	0.033	21	511	874	874.4475777
69	0.648	0.25	0.02	1525	92	2,240	13.5	0.024	16	421	754	753.5055458
70	0.722	0.27	0.02	1525	86	2,940	19.0	0.018	11	393	669	668.8642714
71	0.678	0.27	0.02	1475	110	1,450	7.3	0.042	27	487	856	856.4949968
72	0.688	0.28	0.02	1437	150	1,800	6.7	0.045	30	647	1170	1170.436798
73	0.718	0.29	0.02	1451	190	2,090	6.1	0.049	33	827	1489	1488.808395
74	0.860	0.28	0.02	1777	130	2,030	8.7	0.036	16	693	825	824.5561194
75	0.751	0.27	0.02	1597	83	1,750	11.7	0.028	5	398	203	202.7864344
76	0.744	0.29	0.02	1458	150	2,170	8.0	0.038	9	656	433	432.9750816
77	0.631	0.27	0.02	1366	120	2,010	9.3	0.034	24	492	940	939.5558491
78	0.609	0.27	0.02	1314	120	2,760	12.8	0.025	16	473	814	813.5158842
79	0.583	0.24	0.02	1393	150	2,250	8.3	0.037	22	627	991	990.6892289
80	0.526	0.23	0.02	1318	110	1,610	8.1	0.038	24	435	726	726.1687567
81	0.696	0.28	0.02	1427	120	2,730	12.6	0.026	15	514	827	826.863067
82	0.615	0.26	0.02	1353	140	2,240	8.9	0.035	23	568	1006	1006.125126

83	0.543	0.29	0.02	1080	160	2,830	9.8	0.032	18	518	783	782.5180262
84	0.417	0.28	0.02	847	86	2,050	13.2	0.025	13	218	299	299.2820263
85	0.370	0.27	0.02	781	99	3,990	22.4	0.016	8	232	306	306.0899307
86	0.263	0.23	0.02	674	69	2,730	21.9	0.016	9	140	205	205.088077
87	0.249	0.26	0.02	543	92	2,360	14.2	0.023	13	150	232	232.4749445
88	0.185	0.18	0.02	609	83	2,100	14.0	0.023	9	152	162	162.2543653
89	0.280	0.19	0.02	849	73	2,380	18.1	0.019	5	186	140	139.5160627
90	0.418	0.18	0.02	1316	54	1,880	19.3	0.018	4	213	119	119.4094576
91	0.698	0.29	0.02	1377	68	2,140	17.5	0.019	5	281	194	193.8839123
92	0.687	0.28	0.02	1440	69	2,820	22.7	0.015	6	298	286	286.224258
93	0.526	0.28	0.02	1095	26	1,520	32.4	0.011	8	85	159	158.8219348
94	0.624	0.26	0.02	1398	110	1,110	5.6	0.053	18	461	415	415.3117196
95	0.664	0.26	0.02	1502	99	1,420	8.0	0.039	18	446	558	557.5326538
96	0.724	0.28	0.02	1474	76	2,210	16.1	0.021	7	336	323	322.5318315
97	0.567	0.22	0.02	1458	120	2,920	13.5	0.024	10	525	567	566.751339
98	0.643	0.27	0.02	1389	110	3,600	18.2	0.019	9	458	582	582.0152358
99	0.713	0.27	0.02	1550	120	2,620	12.1	0.027	14	558	809	809.1812122
100	0.763	0.29	0.02	1542	90	3,310	20.4	0.017	8	416	562	562.2388115
101	0.412	0.18	0.02	1355	130	2,570	11.0	0.029	15	529	745	745.2979271
102	0.598	0.26	0.02	1325	150	1,220	4.5	0.064	38	596	960	959.8205265
103	0.485	0.22	0.02	1264	150	1,730	6.4	0.047	30	569	995	995.3048065
104	0.667	0.26	0.02	1509	98	2,510	14.2	0.023	8	444	408	408.0332762
105	0.680	0.26	0.02	1526	110	2,220	11.2	0.029	11	503	534	533.7053491
106	0.728	0.27	0.02	1543	110	3,160	15.9	0.021	9	509	596	595.8756111
107	0.663	0.26	0.02	1447	110	3,610	18.2	0.019	10	478	669	668.6524965
108	0.762	0.28	0.02	1569	110	4,290	21.6	0.016	8	518	673	673.2812983
109	0.686	0.28	0.02	1412	100	2,930	16.3	0.021	11	424	584	584.459192
110	0.735	0.29	0.02	1446	89	3,440	21.4	0.016	10	386	656	656.3770503
111	0.633	0.25	0.02	1460	140	3,290	13.0	0.025	17	613	1104	1103.838856
112	0.668	0.28	0.02	1386	110	2,730	13.8	0.024	13	457	690	690.4495567

(areal*Q_{felt}*frigivelses rate)

Samlet fosfor tab fra projektområdet

713 kg år⁻¹

Samlet fosfor (P_{BD}) pulje i projektområdet

29703 kg

Fosfortilbageholdelse ved sedimentation

Tilbageholdelsen beregnes ud fra proceduren beskrevet i kapitel 4 og 5 i vejledning, og er afhængig af typen af vådområde. Fosfor balancen er beregnet jf. kapitel 8.

Type af projekt

B

A: Overrisling med drænvand

B: Oversvømmelse med vandløbsvand

C: Sødannelse

A: Overrisling (kapitel 4)

Drænet oplandsareal ha

Fosfortilbageholdelse kg P år⁻¹

Fosforbalance kg P år⁻¹

beregnes ud fra en vejledende værdi på 0.062 kg ha⁻¹ år⁻¹

B: Oversvømmelse (kapitel 5)

Vandløbstype

1: Oplandsareal <10 km², dog min. 2 km²

2: Oplandsareal 10-100 km²

3: Oplandsareal >100 km²

Der må maks. regnes sedimentation for et område op til meter fra vandløbet (oversvømmet areal)

Oversvømmet areal bestemmes efter kapitel 5 i vejledningen - manuel eller modelberegnet

Manuelt beregnet oversvømmet areal

Vandløbsstrækning m Længde af vandløbsstrækning grænsende op til projektområdet

Bredde for sedimentationsområde m

Oversvømmet areal ha

Modelberegnet oversvømmet areal

Modelberegnet oversvømmet areal ha

Oversvømmeshyppighed antal dage år⁻¹

Dage med oversvømmelse dage

Forventet tab af partikelbundet fosfor fra oplandet (beregnes med ligning 2, kapitel 5)

Årsafstrømning mm år⁻¹

Q_{flom} mm år⁻¹

Andel sandjord i opland (S) %

Andel landbrugsjord i opland (A) %

Hældning på vandløb (SL) % eller m/km

Andel af eng/mose i opland (EM) %

Partikelbundet P (PP) kg P ha⁻¹ år⁻¹

Fosfordeponeringsrate kg P oversvømmet ha⁻¹ år⁻¹

Fosfordeponering kg P år⁻¹

Fosforbalance kg P år⁻¹

C: Sødannelse (kapitel 8)

I søer er sammenhængen mellem tilbageholdelsen af fosfor og vandets opholdstid modelmæssigt beskrevet af bl.a. Vollenweider 1976 (kapitel 8 i vejledningen).

Fosfor i indløb (P_{indløb}) mg P L⁻¹

Volumen af sø m³

Indløb af vand til sø m³ år⁻¹

Opholdstid år

Sø koncentration mg P L⁻¹

Årligt tilført P kg P dag⁻¹

Årligt fraført P kg P år⁻¹

Fofortilbageholdelse kg P år⁻¹ Negativ værdi indikerer fosforfrigivelse

Fosforbalance kg P år⁻¹

NB! For søer med veldifineret ind- og udløb med diffusiv udveksling af fosfor mellem søsediment og vandsøjlen. I disse tilfælde skal der tages særskilt kontakt til Naturstyrelsen for fastlæggelse af betydningen af denne proces.

Dette regneark er et støtteværktøj til "Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder" version oktober 2013. De anvendte henvisninger til afsnit er til afsnit i denne vejledning. Den nødvendige information indtastes i de hvide felter og indgår jf. formlerne præsenteret i vejledningen i beregningene i de lyse farvede felter.
Opdateret februar 2015

Bestemmelse af vandstrømning gennem projektområdet (kapitel 3)

Data om projektområdet

Projektområdets areal	5.8 ha	
Oplandsareal til projektområde	51.9 ha	Bestemmes via GIS procedure jf. afsnit 3.4
Årlig nedbør	785 mm år ⁻¹	Gennemsnitlig årlig nedbør for 10-årig periode baseret på data fra DMI
Korrektion af nedbør for læforhold	Ideelt læ	Kendes forholdene ikke, vælges moderat læ
Korrigeret årlig nedbør	911 mm år ⁻¹	Bestemt jf. bilag 2
Potentiel fordampning	538 mm år ⁻¹	Gennemsnitlig årlig potentiel fordampning for 10-årig periode baseret på data fra DMI
Nettonedbør	373 mm år ⁻¹	Bestemt jf. afsnit 3.5

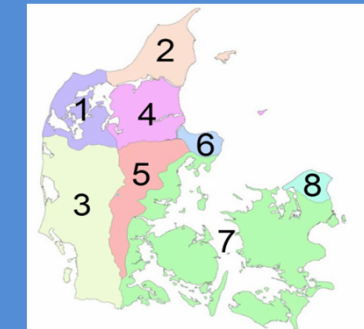
Base flow index (BFI) og overfladenær strømning

BFI regnes på baggrund af karakteristika for området (jf. afsnit 3.3)

Andel af sandjord (js)	100 %	Bestemmes fra jordbundskort
Andelen af humusjord (j9)	0 %	Bestemmes fra jordbundskort
Georegion	1	Bestemmes fra figur 3.3 (mere detaljeret i vejledningen)
Beregnet BFI	0.93	Bestemt jf. afsnit 3.3

Overfladenær strømning (Q_{OF}) $Q_{OF} = (1-BFI) * \text{nettonedbør} * \text{oplandsareal}$

Simplificeret figur 3.3

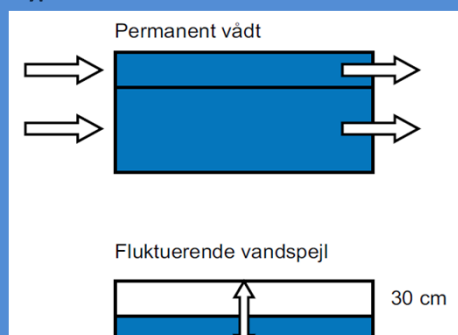


Bestemmelse af vandgennemstrømning (kapitel 3)

Vandgennemstrømningen bestemmes for hvert prøvefelt. Beregningerne følger beskrivelsen i kapitel 3

ID for prøvefelt	Areal af prøvefelt (ha)	Type af område	Anvendes kun ved delvist vådt		Tekstur og permeabilitet bestemmes vha. tabel 2.1				Gennemstrømning (afsnit 3.2) (Q_{felt} , mm år ⁻¹)	
			Prøvefeltets placering over vandløbets sommer-middelvandstand (jf. afsnit 3.2)	$Q_{OF,areal}$ (afsnit 3.2) (mm år ⁻¹)	Grundsvandsdybde (m)	Tekstur	Permeabilitet	Dræningsintensitet (jf. afsnit 3.6)		Dræningsfaktor
60	1.03	Delvist vådt	<50	242	0.30	Saprist tørv	0	Ingen	0.0	373
61	1.02	Delvist vådt	<50	242	0.30	Ler	0	Ingen	0.0	373
62	1.07	Delvist vådt	<50	242	0.30	Ler	0	Ingen	0.0	373
63	1.06	Delvist vådt	<50	242	0.30	Ler	0	Ingen	0.0	373
64	0.73	Delvist vådt	<50	242	0.30	Ler blandet sandjord	0.5	Ingen	0.0	373
65	0.36	Delvist vådt	<50	242	0.30	Ler	0	Ingen	0.0	373
66	0.38	Delvist vådt	<50	242	0.30	Saprist tørv	0	Ingen	0.0	373

Type af område



Tabel til bestemmelse af permeabilitet (flere detaljer finde i afsnit 2.2 + 3.7)

Materiale	Mættet hydraulisk ledningsevne ($m s^{-1}$)	Vurderet ledningsevne	Gennemstrømning	Permeabilitet
Groft grus og fint grus	$>1 \cdot 10^{-2}$	Meget høj	Meget høj	1
Grovkornet sand (500-2000 μm)	$1 \cdot 10^{-3}$	Meget høj	Meget høj	1
Uomsat tørv (ikke humificeret tørv)	$1 \cdot 10^{-3}$	Meget høj	Meget høj	1
Svagt omsat tørv (svagt humificeret tørv)	$1 \cdot 10^{-4}$	Høj	Høj	1
Mellemkornet sand (125-500 μm)	$1 \cdot 10^{-4}$	Høj	Høj	1

Fosforbalance for projektområdet

Fosforfrigivelse fra projektområder

Frigivelsen beregnes ud fra proceduren beskrevet i kapitel 6 i vejledning.

ID for prøvefelt	Vægt af oventørret prøve (kg)	Jordkernes længde (m)	Jordkernes radius (m)	Volumenvægt (ligning 6.3) (kg m ⁻³)	P _{BD} (0-30 cm) (mg P kg tør jord ⁻¹)	Fe _{BD} (0-30 cm) (mg Fe kg tør jord ⁻¹)	Fe _{BD} :P _{BD} (ligning 6.2) molforhold	Frigivelses rate (ligning 6.1) (kg P ha ⁻¹ mm ⁻¹)	Fosfor tab (kg P år ⁻¹)	P _{BD} pulje (kg P ha ⁻¹)	P _{BD} total (kg P)	
60	0.457	0.25	0.02	1037	32	1,250	21.7	0.016	6	100	103	102.5428406
61	0.534	0.28	0.02	1119	47	4,030	47.6	0.008	3	158	161	160.9388576
62	0.574	0.25	0.02	1303	30	1,580	29.2	0.012	5	117	125	125.4568908
63	0.319	0.24	0.02	783	29	1,070	20.5	0.017	7	68	72	72.22217727
64	0.525	0.23	0.02	1309	52	629	6.7	0.045	12	204	149	149.0942675
65	0.214	0.15	0.02	851	24	1,200	27.7	0.013	2	61	22	22.06992535
66	0.317	0.26	0.02	691	60	1,330	12.3	0.026	4	124	47	47.28000221

(areal*Q_{felt}*frigivelses rate)

Samlet fosfor tab fra projektområdet

38 kg år⁻¹

Samlet fosfor (P_{BD}) pulje i projektområdet

680 kg

Fosfortilbageholdelse ved sedimentation

Tilbageholdelsen beregnes ud fra proceduren beskrevet i kapitel 4 og 5 i vejledning, og er afhængig af typen af vådområde. Fosfor balancen er beregnet jf. kapitel 8.

Type af projekt

A: Overrisling med drænvand

B: Oversvømmelse med vandløbsvand

C: Sødannelse

A: Overrisling (kapitel 4)

Drænet oplandsareal ha

Fosfortilbageholdelse kg P år⁻¹

beregnes ud fra en vejledende værdi på 0.062 kg ha⁻¹ år⁻¹

Fosforbalance kg P år⁻¹

B: Oversvømmelse (kapitel 5)

Vandløbstype

1: Oplandsareal <10 km², dog min. 2 km²

2: Oplandsareal 10-100 km²

3: Oplandsareal >100 km²

Der må maks. regnes sedimentation for et område op til meter fra vandløbet (oversvømmet areal)

Oversvømmet areal bestemmes efter kapitel 5 i vejledningen - manuel eller modelberegnet

Manuelt beregnet oversvømmet areal

Vandløbsstrækning m Længde af vandløbsstrækning grænsende op til projektområdet

Bredde for sedimentationsområde m

Oversvømmet areal ha

Modelberegnet oversvømmet areal

Modelberegnet oversvømmet areal ha

Oversvømmelseshyppighed antal dage år⁻¹

Dage med oversvømmelse dage

Forventet tab af partikelbundet fosfor fra oplandet (beregnes med ligning 2, kapitel 5)

Årsafstrømning mm år⁻¹

Q_{f10m} mm år⁻¹

Andel sandjord i opland (S) %

Andel landbrugsjord i opland (A) %

Hældning på vandløb (SL) ‰ eller m/km

Andel af eng/mose i opland (EM) %

Partikelbundet P (PP) kg P ha⁻¹ år⁻¹

Fosfordeponeringsrate kg P oversvømmet ha⁻¹ år⁻¹

Fosfordeponering kg P år⁻¹

Fosforbalance kg P år⁻¹

C: Sødannelse (kapitel 8)

I søer er sammenhængen mellem tilbageholdelsen af fosfor og vandets opholdstid modelmæssigt beskrevet af bl.a. Vollenweider 1976 (kapitel 8 i vejledningen).

Fosfor i indløb (P_{indløb}) mg P L⁻¹

Volumen af sø m³

Indløb af vand til sø m³ år⁻¹

Opholdstid år

Sø koncentration mg P L⁻¹

Årligt tilført P kg P dag⁻¹

Årligt fraført P kg P år⁻¹

Fofortilbageholdelse kg P år⁻¹ Negativ værdi indikerer fosforfrigivelse

Fosforbalance kg P år⁻¹