

HOLSTEBRO KOMMUNE

UNDERSØGELSE AF OVERSVØMMEDE RIGKÆR VED GRYDHOLT

ADRESSE COWI A/S

Jens Chr. Schous Vej 9
8000 Aarhus C

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	2
1.1	Erfaringer fra udenlandske projekter	2
2	Baggrund	3
3	Undersøgelsesområde	4
4	Metode	5
5	Resultater	6
5.1	Delområde I – fugtig eng	7
5.2	Delområde II – fugtigt pilekrat	8
5.3	Delområde III + IV, fugtig til våd eng	9
5.4	Delområde V, våd, næringsrig eng	10
5.5	Delområde VI	12
5.6	Delområde VII+VIII	14
5.7	Delområde X, våd eng med vældpåvirkning	19
5.8	Delområde IX og XI, vådt pilekrat	20
6	Analyse af sedimentprøver.	21
6.1	Analyseresultater	23
7	Diskussion og vurdering	24
7.1	Fosfor	24
7.2	Kvælstofholdige aflejringer	25
7.3	Effekter af sommer versus vinteroversvømmelser	26

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A099856-024

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

1.0

15.5 2020

Dagmar Kappel
AndersenTorben
EbbensgaardDagmar Kappel
Andersen

8	Perspektivering til Miljørapporten	27
9	Afværgeforanstaltninger og anbefalinger	28
10	Konklusion	29
11	Referencer	30

1 Indledning

Holstebro Kommune har bedt om en undersøgelse af naturområdet ved Grydholt, efter at en del af arealet har været oversvømmet ifm. kraftige, hyppige regnvejrshændelser i vinteren 2019-2020. Dette notat indeholder en beskrivelse af naturområdet, som det så ud d. 6. marts 2020, (uden etableret klimatilpasningsanlæg) med særligt fokus på områdets værdifulde rigkær, omfanget af oversvømmelserne, mængde og udbredelse af aflejret sediment samt resultatet af analyse af næringsstofindholdet i indsamlet sediment. Formålet er at estimere, hvor store dele af området, der under nuværende forhold har været påvirket af sedimentation fra naturlige oversvømmelser og undersøge, hvad næringsindholdet i det afsatte sediment er i de forskellige dele af området.

Sidst i notatet diskuteres og vurderes effekterne af oversvømmelserne og sedimentaflejring på den beskyttede natur. Dette gøres på baggrund af analyseresultaterne og suppleres med tilgængelig viden fra litteraturen. Påvirkningen af de sårbare naturtyper vurderes ifht. de teoretiske vurderinger, som blev beskrevet i Miljørapporten (COWI, 2018). Der gives anbefalinger til forvaltningen af området samt til opfølgning på effekterne af kommende års oversvømmelser.

Undersøgelserne og notatet er således en opfølgning på de teoretiske beregninger i Miljørapporten for projektet (COWI, 2018), som et forsøg på at få en bedre forståelse af de lokale forhold ved Storåen. For en nøjere gennemgang af generelle beskrivelser og vurderinger af projektets potentielle påvirkninger henvises til miljørapportens kapitel 9.4.

1.1 Erfaringer fra udenlandske projekter

En stor del af den citerede litteratur i dette notat stammer fra hollandske studier, hvor der har været en del forskning i effekter af oversvømmelser på ådalens vegetation og jordbundskemi. Der er taget kontakt til STOWA (Foundation for Applied Water Research), for at indhente oplysninger om igangværende projekter eller nye resultater fra gennemførte projekter, bl.a. inden for det program, der hedder "Room for the Rivers". Under dette program er der gennemført en lang række projekter, især med klimasikring som formål. Kontrollerede oversvømmelser er en vigtig del af projekterne, nøjagtig som i Holstebro og Storå. Nye resultater fra de hollandske projekter, overvågning, forskning og effekter, vil formentlig understøtte det faglige grundlag i nærværende projekt. Det er ikke lykkedes at få fat i nye undersøgelser, men det forventes, at STOWA sender informationer vedrørende nye resultater i nær fremtid.



Figur 1-1 Oversvømmelser i den nordvestlige del af området ved Grydholt som følge af høj vandstand i Storåen (6.3 2020).

2 Baggrund

Oversvømmelser som følge af det ekstremt våde efterår 2019 og vinter 2019-2020, har medført at arealer, der normalt ikke oversvømmes om vinteren, har stået under vand pga. høj vandstand i Storåen. Holstebro Kommune oplyser, at der ultimo februar 2020 er registreret en vandstand ved Grydholt på kote 16,71 m. Også en del af de værdifulde eng- og kærømråder i ådalen blev oversvømmet. Koter for området samt forekomst af værdifuld natur ved Grydholt fremgår af Figur 3-1.

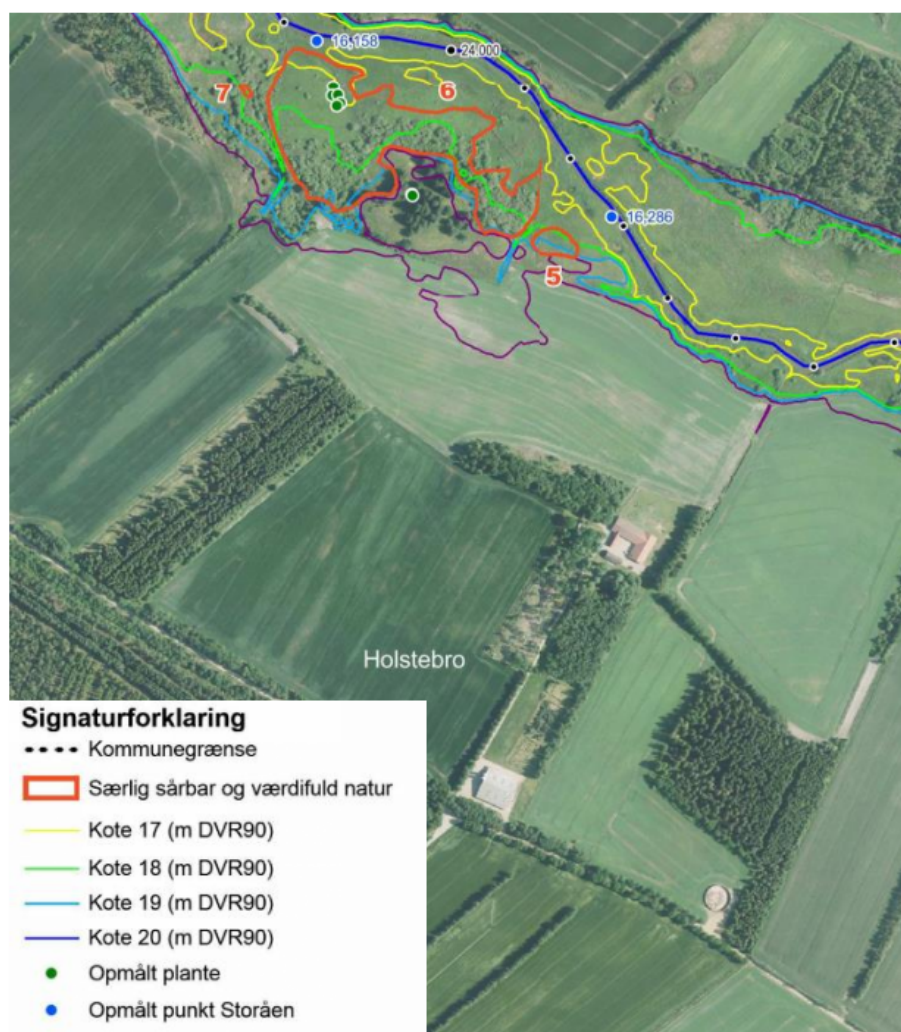
Ved kraftige afstrømninger opslemmes store mængder sediment i vandløbsvandet. Når vandløbene oversvømmes de omkringliggende arealer, bundfældes og efterlades en del af dette sediment i ådalens terrestriske natur (Sival, Makaske, Maas, & Runhaar, 2005; Klaus, Sintermann, Kleinebecker, & Hölzel, 2011). Særligt det finkornede, organiske sediment kan være meget næringsrigt. Det kan derfor medføre markante ændringer i næringstilgængeligheden og dermed vegetationssammensætningen i den næringsfattige ådalsnatur, hvor det aflejres (Andersen & Baattrup-Pedersen, 2016). Ved øget næringstilgængelighed favoriseres hurtigt voksende konkurrenceplanter, som bortskygger den nøjsomme, artsrige og lavtvoksende vegetation. Ved gentagne oversvømmelser øges risikoen for permanente ændringer i vegetationen mod udbredte, tæt voksende højstaude-samfund. (Andersen & Baattrup-Pedersen, 2016). En anden følge af oversvømmelser kan være frigivelse af jernbundet fosfor, der finder sted, når en oversvømmelseshændelse ændrer på iltforholdene i jorden og skaber iltfrie forhold (Cussell, Lamers, van Wirdum, & Kooijman, 2013). Det kan medføre, at fosfor, der under aerobe forhold ikke er tilgængelig for planterne, frigives, optages af

planterne og fører til øget vækst og ændrede konkurrenceforhold. (Se også afsnit 9 i Miljørapporten (COWI, 2018).

Rigkær er en grundvandsafhængig naturtype, der kræver næringsfattigt grundvand og lav næringstilgængelighed for at opnå en god naturtilstand. Afsætning af fint, næringsrigt vandløbssediment i et område med rigkær kan ændre arts-sammensætningen permanent og føre til tab af sjældne og rødlistede arter samt en generel forringelse af naturtilstanden. (Andersen & Baattrup-Pedersen, 2016). Disse potentielle påvirkninger er beskrevet i Miljørapportens kap. 9.4 'Vurdering af påvirkninger' (COWI, 2018).

3 Undersøgelsesområde

Undersøgelsesområdet (Figur 3-2) blev undersøgt d. 6/3 2020. Undersøgelsesområdet er identisk med delområderne M89 og E82, som er beskrevet i Miljørapportens kap. 9.3.1 ('Beskyttet natur').



Figur 3-1

Kort fra VVM-rapporten (fig. 9-46). Kortet viser koter fra højdemodellen i og omkring undersøgelsesområdet. Særligt værdifulde naturlokaliteter er markeret med rød. Opmålte planter og punkter i Storåen er foretaget i december 2019 af biologer fra Holstebro Kommune og COWI.



Figur 3-2 Afgrænsning af det besøgtede område (COWI, marts 2020).

Både de centrale områder med rigkærsvegetation, de artsrige pilekrat samt de mere næringsrige områder tættere på vandløbet blev undersøgt, selvom sidstnævnte ikke rummer værdifuld natur, men fremstår som næringsrig eng, mose og højstaudesamfund. Dette gøres for at dække de forskellige typer af sediment, der aflejres som følge af oversvømmelser. Det giver bedre mulighed for at foretage en senere vurdering af, hvilke konsekvenser endnu kraftigere oversvømmelseshændelser kan have på den beskyttede natur. Kraftigere hændelser kan betyde påvirkning af områder, der ikke er blevet påvirket af aflejringer eller oversvømmelser i denne omgang.

Besigtigelse og indsamling af sediment blev foretaget fredag d. 6. marts 2020. På det tidspunkt, havde vandet trukket sig en del tilbage efter nogle dage med tørvejr. Det havde været optimalt at vente yderligere nogle dage med at foretage grundig gennemgang og indsamling, så vandet havde nået at trække sig fra en større del af arealet. Da der var udsigt til regn de følgende dage, blev besigtigelse og indsamling imidlertid gennemført, da regnen formentlig ville medføre, at en del af det sediment, som var aflejret ovenpå vegetationen ville blive vasket fra blade og lign. til selve overfladen og dermed blive svært at indsamle.

4 Metode

Undersøgelsesområdet på Figur 3-2 er gennemgået for at afklare, hvilke områder, der ser ud til at have aflejringer, og hvilke der har været oversvømmede, men uden umiddelbart at have aflejringer. På de arealer, hvor der så ud til at være afsat sediment, blev der indsamlet materiale til bestemmelse af næringsindholdet i sedimentet. I de tilfælde, hvor sedimentaflejringen var tydelig og af en vis tykkelse, blev de øverste centimeter indsamlet med en lille planteskovl. Hvor der kun var et tyndt lag sediment aflejret, blev det så vidt muligt skrabet af vegetationen. Det indsamlede materiale blev opbevaret i plastikposer, indtil aflevering på laboratoriet fredag eftermiddag (Højvang laboratorier i Holstebro).

Udstrækningen og tykkelsen af aflejringerne blev så vidt muligt estimeret, og der blev taget fotodokumentation af området og de steder, hvor der blev foretaget indsamlinger.

Sedimentprøverne blev analyseret for fosfortal, Total P og Total N (Højvang Laboratorier A/S). Fosfortallet angiver den plantetilgængelige del af jordbundens fosfat. Fosfortallet bliver målt i det nationale overvågningsprogram, NOVANA, på rigkærslokaliteter, så der ligger et muligt sammenligningsgrundlag. Total P giver en idé om den pulje, som måske kan blive tilgængelig for planterne efterhånden som den organiske del af sedimentet nedbrydes. Total P (mg P/kg tørvægt af sediment) måles ofte, når fosforkoncentrationen af sediment behandles i videnskabelige artikler.



Figur 4-1 Steder, hvor der blev indsamlet materiale til bestemmelse af næringskoncentration i sediment. Ved plot 2+3 var der to typer af aflejret sediment til stede. Derfor blev der her taget to prøver inden for et meget lille geografisk område.

5 Resultater

Store dele af området har tydeligvis stået under vand en stor del af vinteren – og dele af området var stadig vanddækket d. 6.3 2020. En del af det nordvestligste hjørne var fortsat oversvømmet og blev besigtiget fra kanten af det oversvømmede areal. På Figur 5-1 er der foretaget en omtrentlig inddeling af området efter, hvor der er aflejret vandløbssediment, hvor der muligvis er aflejret sediment, og hvor der ikke er. Der er primært tydelige spor af sedimentaflejringer tæt ved vandløbet, i plot 2-5 og plot 8. De øvrige steder var der ikke tydelige af-

lejringer, eller det var svært at afgøre, om substratet på jorden bare var naturlige aflejringer efter høj vandvand eller vinterblottet jord og udfældning af f.eks. jernforbindelser (Figur 5-13 og Figur 5-12). En analyse af næringsindholdet i sediment fra disse delområder er foretaget i forsøget på at afgøre dette.



Figur 5-1 Undersøgelsesområdet inddelt i delområder (romertal). De orange områder har spredt til udbredt aflejring af sandet eller fint sediment fra vandløbet. Gule områder har mindre aflejringer af fint sediment. Grønne polygoner er områder med krat, hvor der har været høj vandstand men ikke ser ud til at være aflejringer. Blå polygoner er områder med fugtig-våd eng, hvor der ikke ser ud til at være aflejringer. Røde tal indikerer indsamlede sedimentprøver.

Nedenfor gennemgås de forskellige delområder og karakteristika i aflejringer, vegetation m.m.

5.1 Delområde I – fugtig eng

Området er en fugtig eng. Der er hverken spor af oversvømmelse eller aflejringer.



Figur 5-2 Delområde I, fugtig eng.

5.2 Delområde II – fugtigt pilekrat

Fugtigt til vådt pilekrat, hvor der tydeligvis har stået blankt vand i en periode. Der er dog ingen tegn på aflejringer af vandløbssediment.



Figur 5-3 Delområde II. Fugtigt til vådt pilekrat

Der er et område med fint rigkær i kanten af pilekrattet, hvor der bl.a. er en fin bestand af den karakteristiske art for habitatnaturtypen rigkær, 7230, glinsende kærmos (*Tomentypnum nitens*). Rigkæret befandt sig over oversvømmelsesko-tens maksimum (~50 cm over højeste vandstand).



Figur 5-4 Rigkær med glinsende kærmos (*Tomentypnum nitens*). Dette område lig-ger væsentligt over (~50 cm), vandspejlskoten da vandstanden var på sit højeste.

5.3 Delområde III + IV, fugtig til våd eng

De to delområder adskiller sig ikke væsentligt fra hinanden vegetationsmæssigt. Begge dele er fugtig til våd, næringsrig eng. Delområde IV er nærmere åen, og nogle steder er der muligvis sedimentaflejringer, der stammer fra vinterens oversvømmelse. Det består af en blanding af fint, organisk materiale og fint sand. Det er dog ikke muligt med sikkerhed at afgøre, hvorvidt det bare er blot-tet jord mellem tuerne, eller om det er sediment fra vandløbet. Sedimentprøve 1 er indsamlet her (Figur 5-5).



Figur 5-5 Plot 1. Mulige aflejringer af vandløbssediment mellem tuerne af lysesiv. Sedimentet var relativt fint

5.4 Delområde V, våd, næringsrig eng

Engstykket er vandløbsnært og meget næringsrigt med en vegetation domineret af næringskrævende stauder og græsser. Der er en del aflejringer af groft, organisk materiale (Figur 5-6), som nogle steder har en tykkelse på op til 5 cm (prøve 2). Nogle steder er der aflejringer af fint, organisk sediment, der ligger som et tyndt lag på vegetationen. Særligt de steder, hvor der endnu er vanddækket, er denne aflejringer tydelig. I disse områder har der udviklet sig et tæt dække af trådalger, der også lægger sig som et tæppe over vegetationen, når vandet falder. Disse trådalger vil også kunne berige vegetationen med næringsstoffer, når de nedbrydes hen over sommeren. Det blev forsøgt at tage en prøve af det fine, organiske sediment samt de trådalger, der vokser i forbindelse med sedimentet (prøve 3), se Figur 5-7. Dette blev gjort, da det vurderes, at der vil være en samlet belastning fra sediment og trådalgerne, der allerede har optaget en del næring, som senere vil frigives til vegetationen.



Figur 5-6 *Plot 2. Aflejringerne består af groft, organisk materiale.*



Figur 5-7 *Plot 3. Sedimentet er til en vis grad stadig opslemmet i det stillestående vand. Der er tætte bevoxninger af trådalger på vegetationen.*

Langs vandløbet er der aflejringer af en blanding af fint sand og fint organisk materiale. Nogle steder er aflejringerne op til 2-3 cm tykke, se Figur 5-8 (prøve 4).



Figur 5-8 Plot 4. Aflejringer af relativt fint sediment helt tæt på vandløbet (vandløbet ses i øverste højre hjørne).

5.5 Delområde VI

Langs vandløbet var der flere steder aflejringer af fint materiale. Der er indsamlet materiale til analyse to steder: prøve 5 (Figur 5-9) og prøve 8 (Figur 5-10). Aflejringerne tykkelse var varierende, men generelt ikke så nemme at estimere, da en del sediment var gemt i vegetationen. Tykkelse af aflejringer var op til ~1 cm. I den østlige del af arealet er der en balke langs vandløbet, der ser ud til at bremse vandets hastighed, så der ikke er tydelige aflejringer på indersiden af denne balke.



Figur 5-9 Prøve 5. Organiske aflejringer i starbevoksning.



Figur 5-10 Plot 8. Aflejring af fint materiale tæt på vandløbskanten.

5.6 Delområde VII+VIII

Moseområde med rigkær, hvor store dele tydeligvis har stået under vand, og en del af området stadig var vanddækket. Området dækker de arealer, hvor der er forekomst af engblomme og kommunen har høslæt. Der er en del blottet jord/sediment med tydelige okkerudfældninger (Figur 5-13 og Figur 5-12), men ikke umiddelbart tegn på, at der er aflejret materiale på vegetationen.



Figur 5-11 Høj vandstand i kommunens høslætområde, med dækning af rigkærs-
set spids spydmos, *Calliergonella cuspidata*, men ikke egentlige, tydelige
aflejringer. Det blottede sediment er jernholdigt med okkerfilm.



Figur 5-12 Vegetationen har tydeligvis stået under vand, men der er ikke umiddelbart aflejringer på vegetationen

Der er indsamlet prøver til analyse fem steder i området: prøve 6 (Figur 5-13), prøve 7 (Figur 5-14), prøve 9 (Figur 5-15), Prøve 10 (Figur 5-16) og prøve 11 (Figur 5-17). Aflejringerne ved prøve 10 består af fint, næringsrigt organisk materiale og er formentlig aflejret vandløbssediment.



Figur 5-13 Plot 6. Våde, jernholdige sedimentforekomster. Der er ikke umiddelbart afsat sediment på de dele af vegetationen, der har været oversvømmet.



Figur 5-14 Prøve 7. Okkerholdige aflejringer i næringsrig højstaudevegetation. Tykkelsen på sedimentet er op til 3-4 cm.



Figur 5-15 *Prøve 9. Tykke (op til 10 cm), jernholdige aflejringer. Det var dog ganske vanskeligt med sikkerhed at afgøre, om det er aflejringer forårsaget af vandløbets oversvømmelse.*



Figur 5-16 *Prøve 10. Organiske aflejringer med trådalger. Disse aflejringer er formentlig aflejret vandløbssediment.*



Figur 5-17 Prøve 11. Blottet sediment i høslætområdet.

5.7 Delområde X, våd eng med vældpåvirkning

Engen ligger på skråningen op mod markerne og har ikke været udsat for oversvømmelser i vinteren 2019-2020 (Figur 5-18).



Figur 5-18 Fugtig eng og rigkær med vældpåvirkning, der ligger over oversvømmelsens maksimumniveau.

5.8 Delområde IX og XI, vådt pilekrat

Pilekrattet har haft høj vandstand hen over vinteren, men der er ingen synlige aflejringer af vandløbssediment (Figur 5-19).



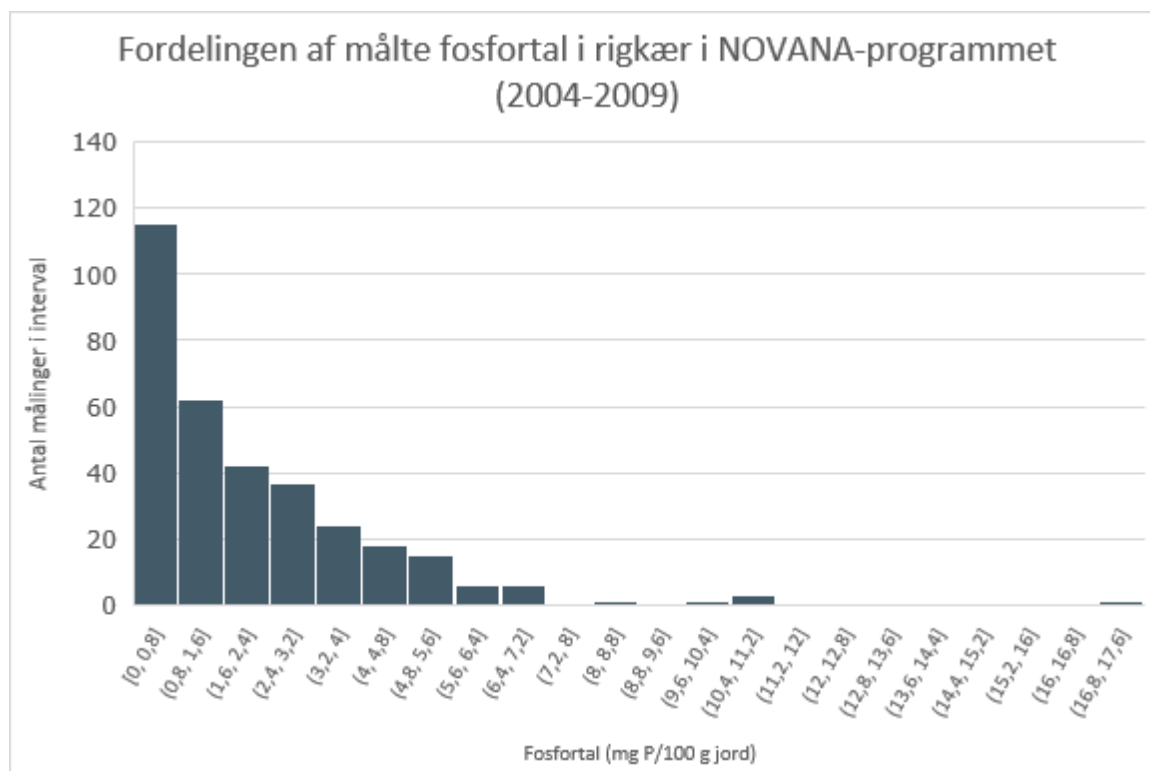
Figur 5-19 Fugtigt krat med høj vandstand, men uden tegn på vandløbsaflejringer.

6 Analyse af sedimentprøver.

Der blev foretaget analyse af fosfortal, total P og total N i sedimentprøverne. De tre næringsstofmål beskrives kort nedenfor.

Fosfortal i rigkær

Fosfortallet angiver den plantetilgængelige del af jordbundens fosfat. Et højt fosfortal indikerer en tidligere eller nuværende næringsbelastning, som vil kunne påvirke artssammensætningen på lokaliteterne. Den typiske størrelsesorden for jorder, som aldrig har været opdyrket, er 1,5-2,0 mg P pr. 100 g jord (svarende til 15 -20 mg/kg). Fosfortallet for arealer, der tidligere har været gødet, er typisk højere end 2 (Rubæk, Heckrath, & Knudsen, 2005). I NOVANA-overvågningen er der fra 2004-2009 målt fosfortal i naturlige rigkær, der ligger i intervallet fra 0-7 mg P/100 g jord (data fra (Andersen, Nygaard, Fredshavn, & Ejrnæs, 2013) med enkelte højere outliers. Det gennemsnitlige niveau for alle rigkær under NOVANA-programmet i perioden 2004-2015 ligger på 3,2 mg P/100 g jord. For Vestjylland er det gennemsnitlige niveau lidt lavere, og ligger på 2,6 g P/100 g jord (novana.au.dk). Således kan organiske jorder i rigkær (7230) have et relativt højt indhold af plantetilgængeligt fosfor og en stor del af rigkærene i NOVANA-programmet er formentlig påvirkede af tidligere dyrkning, tillædning af næringsrigt overflade- og drænvand m.m.



Figur 6-1 *Fordeling af målte fosfortal i rigkær i NOVANA-programmet i perioden 2004-2009*

Total P

Der måles ikke total P i det nationale overvågningsprogram. Til gengæld er total P en værdi, der bliver målt i forbindelse med studier af sedimentation i ådale. Vi har derfor mulighed for at sammenligne niveauet af fosfor i prøver fra Storådaalen med fosforkoncentrationen målt ved andre oversvømmelseshændelser og få en idé om, hvorvidt det analyserede sediment har højt eller lavt p-indhold.

I sediment fra oversvømmelser ved Odense Å, lå total P mellem ca. 700-6500 mg P/kg tørvægt (Poulsen, Hansen, Ovesen, Larsen, & Kronvang, 2014).

I et studie fra hhv. en næringsrig ådal lang Rhinen og en mere uberørt ådal i Polen var total P i jorden hhv. 970 mg/kg og 450 mg/kg (Antheunissen & Verhoeven, 2008).

Total N

Der måles ikke total N i det nationale overvågningsprogram. Total N måles nogle gange i studier af sedimentation og andre typer af studier i ådale. I forbindelse med oversvømmelser og deraf følgende ændrede redoxforhold, vil der ske denitrifikation. Her omdannes nitrat til frit kvælstof og forsvinder fra jordbunden til atmosfæren. Det er dog ikke al kvælstof, der er på en form, hvor det denitrificeres. Denne restpulje gøres tilgængelig for planterne, når det aflejrede organiske materiale gradvist nedbrydes (under iltede forhold og ved stigende temperaturer). Når vækstsæsonen starter, vil planterne således have øget tilgængelighed af kvælstof. Se også afsnit i VVM-rapportens kapitel 9 om sedimentation og bud på kvælstofbelastning som følge af sedimentaflejring.

I et studie fra hhv. en næringsrig ådal lang Rhinen og en mere uberørt ådal i Polen var total N i jorden hhv. 3.400 mg/kg og 4.470 mg/kg (Antheunissen & Verhoeven, 2008). (Bemærk, at total N er højere i den mere uberørte ådal).

6.1 Analyseresultater

Prøveresultaterne for de 11 sedimentprøver er vist i Tabel 1.

Fosfortal (plantetilgængeligt fosfor)

De målte fosfortal spænder fra <0,2 – 3,7 mg P/100 g tørstof og gennemsnittet for alle 11 prøver ligger på 0,97 mg P/100 g tørstof. De fleste værdier ligger inden for "normalområdet" for rigkær med værdier under 2 mg P/100 g tørstof. To prøver lå over "normalen" for rigkær: Prøve 3, der bestod af fine, organiske aflejringer med trådalger i en del af området, der stadig var delvist oversvømmet og havde et fosfortal på 2,1 mgP/100 g tørstof, (Figur 5-7); prøve 9, der bestod af tykke, jernholdige aflejringer og havde et fosfortal på 3,7 mgP/100 g tørstof (Figur 5-15).

Total P

De målte værdier for total P spænder fra 700- 2.800 mg P/kg tørstof, og gennemsnittet for de 11 prøver ligger på 2029 mg P/kg tørstof. Det svarer til den lavere ende af, hvad der blev målt i aflejret sediment i Odense ådal (700-6.500 mg P/kg) (Poulsen, Hansen, Ovesen, Larsen, & Kronvang, 2014), men alle prøver ligger væsentligt over de 450 mg/kg, der er målt i den uberørte ådal i Polen (Antheunissen & Verhoeven, 2008).

Total N

De målte værdier for total N spænder fra 1.700-35.000 mg N/kg tørstof, og gennemsnittet for de 11 prøver ligger på 15.100 mg N/kg tørstof. Højeste værdi er målt i de fine aflejringer med trådalger i prøve 3. Der er også målt et højt indhold i det grove, organiske materiale i prøve 2.

Tabel 1 Resultater af analyser af næringsindhold i indsamlede sedimentprøver fra undersøgelsesområdet. TS=tørstof

Prøvenr.	Beskrivelse, tykkelse af aflejring	Fosfortal mg P/100 g TS	Total P mg /kg TS	Total N mg /kg TS	Bemærkninger
1	Relativt finkornet materiale, 0,5-3 cm	0,37	900	3.800	
2	Groft, organisk materiale, plantester, 1-5 cm	0,35	1.300	22.000	Høj totN
3	Fine, organiske aflejringer med trådalger, <0,5 cm	2,1	2.800	35.000	Højt P-tal, totP og totN
4	Fine organiske aflejringer, tæt på vandløbet, 2-3 cm	<0,2	700	1.700	

5	Fint organisk materiale, tynde aflejringer, <1 cm	0,19	2.400	14.000	Høj totN og totP
6	Fint, jernholdigt sediment, 1-3 cm	1,5	2.400	22.000	Høj totN og totP
7	Jernholdige aflejringer i næringsrig højstaudevegetation, 3-4 cm	0,32	2.800	16.000	Høj totN og totP
8	Fint, organisk materiale tæt på åen, tynde aflejringer <0,5 cm	0,97	2.400	16.000	Høj totN og totP
9	Tykke, jernholdige aflejringer. Blødt, fint sediment, op til 10 cm	3,7	2.700	8.100	Højt P-tal og totP, rel. høj totN
10	Finkornede, organiske aflejringer med trådalger, 1-2 cm	0,49	890	8.500	
11	Jernholdigt, fint sediment i høslætområde, 1-5 cm	0,5	1.900	19.000	Høj totN

7 Diskussion og vurdering

En del af det aflejrrede sediment lå som et tyndt lag på vegetationen og helt nede i vegetationen. Her kunne det ikke undgås, at der fulgte plantemateriale med, når aflejringerne skulle skrubes af og samles til analyse. Det betyder, at resultaterne i et vist omfang afspejler en blanding af sediment og plantemateriale. Dermed skal resultatet opfattes som et fingerpeg om næringsindholdet og ikke en eksakt måling af det rene, aflejrrede sediment.

Den aktuelle indsamling af sediment giver os en omtrentlig fornemmelse af, hvad næringsniveauet er i de forskellige områder. Det er dog ikke alle steder vi ved denne sporadiske prøvetagning med sikkerhed kan sige, at den aktuelle næringsbelastning skyldes vinterens oversvømmelse.

7.1 Fosfor

Der er ikke en entydig sammenhæng mellem fosfortal og total P; prøver med lav total P har også lave fosfortal, men der er også prøver med høj total P, der har lave fosfortal. Der var heller ikke nogen umiddelbar sammenhæng mellem indhold af næringsstoffer og afstanden til vandløbet.

Der er både fundet høje og relativt lave værdier af fosfortal og total P i de prøver, der med overvejende sandsynlighed er aflejret vandløbssediment. Alle værdier ligger dog over, hvad niveauet vil være i en næringsfattig, upåvirket ådal, hvilket også er at forvente. Det betyder, at aflejring af sediment i varierende omfang vil føre til forhøjede fosforniveauer. Det er særligt problematisk, i næringsfattige, artsrige kær, der ikke hidtil har været ramt af oversvømmelse.

Fosforkoncentrationerne i det aflejrede sediment samt mængden af aflejret sediment ser dog ud til at være lavere, end de teoretiske antagelser i Miljørapporten.

7.1.1 Intern fosforpulje

At dømme ud fra det rødfarvede sediment og den olieagtige bakteriefilm, er jorden og grundvandet i området jernholdigt. Når der er ilt til stede, kan jern binde fosfor hårdt, så det bliver utilgængeligt for planterne. Det kan forklare, hvorfor vi finder lave fosfortal, men højt total P.

Når store mængder fosfor er bundet til jern, kan det give problemer med frigivelse af jernbundet fosfor, når områderne oversvømmes, og der skabes iltfrie (reducerede) forhold (Antheunissen & Verhoeven, 2008). Analyser gennemført på et større antal danske ådalssedimenter i denne rapport, viser at gennemsnitligt 20-23 % af total fosfor er bundet til redoxfølsomme jernoxider (Hoffmann, Kronvang, Andersen, & Kjærgaard, 2014). Området med det højeste fosfortal (prøve 9) havde også en høj total P. Det betyder, at der umiddelbart er en stor mængde plantetilgængelig fosfor til stede, samt at der er en stor pulje i jorden, hvoraf en del vil kunne frigives ved oversvømmelse.

Når vandstanden sænkes, og der genoprettes iltede forhold, vil fosfor atter bindes til jern. Hvor stor en del, der atter bindes til jern, afhænger dog af, hvad forholdet er mellem jern og fosfor (Fe:P-ratioen) samt, hvor stor en del af den totale fosfor, der er bundet til redox-følsomme jernoxider. Hvis der er høje koncentrationer af jern i jorden (høj Fe:P-ratio), vil langt det meste fosfor blive bundet. Det er ikke undersøgt, hvad Fe:P-ratioen er i området, eller hvor stor en andel af den totale fosfor, der er bundet til redoxfølsomme jernoxider. Det kan være relevant at få afklaret, hvis der ønskes en mere præcis vurdering af, hvad oversvømmelser vil betyde for frigivelse af fosfor (Carl Christian Hoffmann, pers. komm.).

Umiddelbart vurderes det, at størsteparten af den mængde fosfor som frigives ved oversvømmelser og deraf følgende iltfrie forhold atter bindes, når vandstanden falder.

7.2 Kvælstofholdige aflejringer

Der blev målt ret høje totalN-koncentrationer flere steder i området, både i de aflejringer, der helt sikkert var vandløbssediment og i prøver, der med stor sandsynlighed ikke har modtaget vandløbssediment. Oversvømmelser, hvor der skabes iltfrie forhold kan i vådområdeprojekter bruges i forbindelse med bl.a. kvælstofvådområdeprojekter til at afgasse jorden for kvælstof (denitrifikation). Det vil sige, at oversvømmelserne kan bidrage til at nedbringe den interne kvælstofpulje ved denitrifikation, med mindre tilført kvælstof i form af næringsrigt vand, sediment og plantemateriale overstiger den mængde, der fraføres. Kontrollerede oversvømmelser er imidlertid meget uhensigtsmæssigt i sårbare naturområder.

Aflejringer af fint sediment og opvækst af trådalger i forbindelse med oversvømmelser i milde vintre eller om sommeren vil sandsynligvis kunne betyde næ-

ringsberigelse, der vil påvirke vegetationen negativt. Trådalger og aflejring af kvælstofholdigt, fint sediment blev dog først og fremmest set tæt på vandløbet, hvor vegetationen i forvejen er næringsberiget.

Der var et ret højt indhold af kvælstof i de grove, organiske aflejringer, som blev fundet på næringsrige enge langs vandløbet. Det betyder, at også disse aflejringer kan være relevante at holde øje med. Disse flydende aflejringer aflejres oftest ved højeste vandstandslinje (Figur 5-6). Udover at bidrage med især kvælstof, vil centimetertykke aflejringer af groft materiale lægge sig som en måtte over vegetationen og skabe en førneeffekt. Førne bevirker, at der ikke kommer lys og varme til jorden, hvilket kan hindre opvækst og fremspiring af små arter og skabe ringere vilkår for varmeelskende arter af f.eks. insekter (Figur 7-1).



Figur 7-1 Aflejringer af groft materiale langs Storåen, februar 2020. (Holstebro Kommune)

7.3 Effekter af sommer versus vinteroversvømmelser

Oversvømmelse i vækstsæsonen er langt mere problematisk end vinteroversvømmelser (se f.eks. (Loeb, Lamers, & Roelofs, 2008; Van Eck, Lenssen, Van de Steeg, Blom, & De Kroon, 2006; Banach, et al., 2009)). Det skyldes dels, at nedbrydningsprocesserne øges ved højere temperaturer, så der frigives større mængder plantetilgængelige næringsstoffer, dels vil planterne i langt højere grad kunne udnytte de frigivne næringsstoffer, når de er i vækst. Samlet betyder dette en større potentiel ændring i vegetationssammensætningen. Imidlertid vil der også være større konkurrence om de tilgængelige næringsstoffer. Også de store bakteriemængder i jorden vil have højere aktivitet og dermed optage store dele af de tilgængelige næringsstoffer. Der vil også finde en højere nedsivning af næringsrigt overfladevand sted i sommerhalvåret, hvor fordampningen er større og jorden ikke er så vandmættet som om vinteren. En stor del af de karakteristiske rigkærplanter er desuden (modsat sumplanter) mindre toleran-

te overfor oversvømmelser om sommeren end om vinteren. (Koutecký & Prach, 2005). Riggærrets karakteristiske planter er kun i ringe og begrænset grad tilpasset et liv med oversvømmelser i vækstperioden.

Dette er påvist ved udenlandske undersøgelser og vi vurderer, at det samme gør sig gældende under danske forhold: Oversvømmelser i sommerhalvåret vil have en langt større negativ effekt på den sårbare natur, end vinteroversvømmelser.

8 Perspektivering til Miljørapporten

Vandstanden ved en 10-års hændelse ligger på kote 16.9 ved station 'VST Ådal' og en 20 årshændelse ved Grydholt ligger omkring kote 17,31 jf. Miljørapporten (COWI 2018).. Ved oversvømmelserne i 2020 blev vandstanden ved Grydholt iflg. Holstebro Kommune registreret til 16.71, men feltundersøgelser og opskyl i marts indikerer, jf. Figur 3-1, at der stedvis var oversvømmelse 'over kote 17'. Dette kan skyldes bølger, vindstuvning o.lign. Vandstanden vurderes således, med nogen usikkerhed, at være tæt på en 10-års hændelse.

Det er derfor rimeligt at sammenligne analyseresultaterne med de estimater af næringsbelastning ved 10-årshændelser, der er foretaget i Miljørapportens tabel 9-4.

Som der er redegjort for miljørapporten kan der ikke forventes en ensartet aflejring af materiale overalt ifm. oversvømmelserne. Det afhænger af vandsøjle tykkelse, strømhastighed, strømlæ (vegetationshøjder, tæthed, ruhed mm). Aflejringerne er i miljørapporten antaget værende ensartet fordelt. Sedimentationstykkelsen for 10-års hændelser er i Miljørapporten sat til en konstant og gennemsnitlig tykkelse på 0,6 cm.

De aflejringer, der i nærværende undersøgelse helt sikkert var et resultat af oversvømmelse og deraf følgende sedimentation, havde en markant mindre udbredelse og tykkelse end antaget i miljørapporten selv helt tæt på vandløbet. De fleste steder, var de spredte, faktiske aflejringer af en sedimenttykkelse omkring eller under 0,5 cm. Det gjorde sig gældende for alle de vandløbsaflejringer, der havde høje totalP-værdier. I rigkærene var aflejringerne tilsyneladende væsentlig mindre end de 0,5 cm, med det forbehold at stedvis aflejring i højere vegetation var vanskelig at erkende.

Resultaterne fra nærværende undersøgelse er opgivet i koncentration (gP/kg tørstof). De estimerede belastninger i miljørapporten er opgivet som g næringsstoffer pr. m² (g/m²). Det er derfor ikke muligt at foretage en nøjagtig (1:1) sammenligning med belastningen foretaget i tabel 9-4 i miljørapporten. Nedenfor er lavet en omregning af koncentration til et omtrentligt næringsindhold pr. m², så det er muligt at lave en sammenligning. Omregningen baseres på en erfaringsmæssig antagelse om, at prøverne har tabt halvdelen af deres vægt ved tørring. Miljørapporten angiver en densitet for løst aflejret sediment på 1000 kg/m³, densiteten af vores utørrede prøver sættes således til 500 kg/m³. En aflejring på 0,5 cm af den mest fosforrige prøve (2.800 g/kg TS) vil så give en potentielt øget tilgængelighed af fosfor på:

$$2,8\text{gP/kg} \times 500 \text{ kg/m}^3 \times 0,005 \text{ m}^3 = \underline{7 \text{ gP/m}^2}$$

(2,8 er koncentrationen af P i sedimentet, 500 kg/m^3 er densiteten og $0,005 \text{ m}^3$ er volumen af 0,5 cm sediment)

Tilsvarende vil den potentielt øget tilgængelighed af fosfor beregnet på den prøve med det laveste fosforindhold (0,7) være: $1,75 \text{ gP/m}^2$

Den øgede tilgængelighed af fosfor pr. volumenenhed beregnet på det opsamlede sediment er således ca. 1,5-6 gange mindre end antaget i miljørapporten. Her blev fosforbelastningen beregnet til at være 10 gP/m^2 pr. 10-årshændelse. Miljørapportens værdier er baseret på medianværdier af 200 danske søsedimenter.

Undersøgelsen fandt således både en mindre udbredelse og tykkelse af sedimentaflejringer og en lavere koncentration af fosfor i prøver af aflejringerne. Den faktiske, potentielle fosforbelastning af arealerne vurderes derfor samlet at være mere end 10 gange lavere end de teoretiske beregninger i miljørapporten, som var baseret på søsedimenter.

For kvælstof er der med samme antagelser om sammenhængen i densitet mellem våde sedimentprøver og tørre prøver lavet tilsvarende beregninger:

Den potentielle kvælstofbelastning for den sedimentprøve i undersøgelsen med det højeste kvælstofindhold ($35 \text{ g totN/kgtørstof}$) er $87,5 \text{ gN/m}^2$.

Den prøve med det laveste kvælstofindhold ($1,7 \text{ g totN/kg tørstof}$) vil tilsvarende give en belastning på $4,25 \text{ gN/m}^2$.

Beregningen i miljørapporten viste en gennemsnitlig kvælstofbelastning på 80 gN/m^2 . Dette ligger tæt på den højeste prøve i undersøgelsen men næsten 19 gange højere end den laveste.

Også for kvælstof gælder, at udbredelsen og tykkelsen af kvælstofholdigt sediment i rigkæret blev vurderet at være væsentligt mindre end beregnet i miljørapporten (ikke et konstant lag og væsentligt mindre end $0,6 \text{ cm/10-årshændelse}$). Dette sammenholdt med et gennemsnitligt lavere kvælstofindhold i sedimentet betyder, at den samlede potentielle kvælstofbelastning pr. 10 årshændelse er væsentlig lavere end beregnet i miljørapporten.

9 Afværgeforanstaltninger og anbefalinger

Fortsat og udvidet, ekstensiv afgræsning uden tilskudsfodring i en større del af området anbefales. Græsning vil føre til dels en gradvis udpining af området og dels skubbe konkurrencefordelen tilbage til de mere nøjsomme og stresstolerante (tolerance for nedbidning, tråd, slid og lavere næringstilgængelighed) fra de konkurrencestærke, hurtigt voksende højstauder.

Den negative effekt af store bræmmer af førnedække fra oversvømmelserne kan også reduceres ved at sikre forstyrrelser i form af græssende dyr.

Miljørapporten anfører, at klimatilpasningsprojektet vil føre til midlertidig oversvømmelse af op til 75 ha. beskyttet natur. En del af den beskyttede natur over-

svømmes allerede ved naturlige ekstremhændelser. Den udpeger desuden otte lokaliteter med særligt værdifulde rigkær. Nærværende notat beskæftiger sig alene med tre rigkær ved Grydholt (nr. 5, 6 og 7), som iflg. Figur 3-1 ikke eller kun i meget begrænset omfang berøres af en 10 års hændelse. Det vil være hensigtsmæssigt at se på påvirkninger og muligheder for afværgeforanstaltninger på de øvrige sårbare naturarealer, som vil oversvømmes.

Et overvågningsprogram, der undersøger sammenhæng mellem sedimentation, tilstand og udvikling i beskyttet, sårbare natur, der risikerer at blive oversvømmet kan iværksættes. En mere præcis estimering af aflejret sedimentmængde og næringsstofmængder kræver en mere systematisk indsamling, f.eks. med indsamling fra udlagte måtter og planlagt, målrettet indsamling af sediment. Dette vil også muliggøre en direkte sammenligning med værdier og enheder benyttet i miljørapporten. Det vil også kunne afhjælpe problemet med sedimentindsamling fra vegetationen uden at få plantemateriale med. En sideløbende, reproducerbar overvågning af vegetationen i faste prøvefelter vil kunne give information om årsagssammenhænge, særligt mellem sedimentationens størrelse, status og udviklingen af forskellige naturområder, i forskellige koter. Et overvågningsprogram kan give mulighed for at dokumentere en udvikling, der kan danne grundlag for fremtidige justeringer af styringsstrategien.

10 Konklusion

Der er fundet sedimentaflejringer i moser og rigkærsområder ved Grydholt efter naturlig oversvømmelse i vinteren 2020. Aflejring af vandløbssediment vil føre til en forøget næringstilførsel langs vandløbet, hvor det aflejres. Dette vil kunne føre til en fortsat gradvis, negativ ændring af vegetationen mod homogene, artsfattige højstaudesamfund. Oversvømmelser og dermed næringsbelastning af varierende omfang i ådalen er naturlige, men et projekt med en ådalsdæmning vil bidrage til en merpåvirkning af naturområderne. Mængden af tilført sediment til de indre dele af ådalen, hvor den mest sårbare natur fortsat findes, ser ud til at være begrænset, eller i det mindste mindre end antaget i de teoretiske vurderinger i Miljørapporten (COWI, 2019).

Undersøgelserne peger desuden på, at der dels er en stor permanent næringsstofpulje i dele af området fra Grydholt, og at store mængder jernbundet fosfor frigives, når der ved oversvømmelser med åvand skabes iltfrie forhold. Observationer af højt jernindhold i de 'permanente' sedimenter i enge og rigkær indikerer, at den fosfor, som frigives ved oversvømmelserne i stort omfang atter bindes til jern, når vandet trækker sig tilbage. Da oversvømmelserne sker i vinterhalvåret, dvs. uden for planternes vækstsæson, vil betydningen for vegetations sammensætningen være lille.

Oversvømmelsen ved Grydholt i februar 2020 vurderes at svare til en 10-års hændelse. Der er ingen nøjagtige målinger ved Grydholt, men vurderingen baseres på observationer i felten og registrering af vandstand på nedstrøms liggende stationer. Selv om vurdering af sedimentationens størrelse, udbredelse og fordeling ved den spontane besigtigelse og metode er behæftet med stor usikkerhed, var udbredelsen og tykkelsen af sediment i rigkæret/det mest sårbare naturområde væsentligt mindre end antaget i miljørapporten. Fosfor- og kvælstofindholdet i det aflejrede sedimentprøver var desuden også lavere end i miljørapporten.

tens beregninger. Miljørapporten beregnede et 'worst-case' scenarium, hvad angår potentielt øget næringsstofbelastning fra projektet. Vinterens undersøgelse og analyser tyder på, at virkelighedens næringsstofbelastning ved Grydholt er væsentligt lavere, især for fosfor men også for kvælstof. Aflejring af groft, flydende organisk materiale, der potentielt efterlades nær højeste vandstandslinje på oversvømmede arealer, kan udgøre et problem ift. kvælstofbelastning og ved at skabe et tykt, skyggende førnedække.

Det har desuden været vurderet, om de næringsrige forhold i området kan stamme fra dræning af nærliggende marker. Oplandet syd for ådalen er intensivt dyrket de fleste steder, og luftfotos viser, at markerne er dræned, og vandet ledes til ådalen. Holstebro kommune oplyser, at drænvandet i dag ledes forbi rigkærene og direkte til Storå. Der forhandles desuden om at udlægge en dyrkningsfri bræmme mellem marken og de sårbare naturarealer, lige som der er etableret græsning og høslæt på dele af arealerne. Mulighederne for yderligere afværgende foranstaltninger er således begrænsede.

Naturlige oversvømmelser samt en ådalsdæmning vurderes fortsat at føre til en næringsbelastning af de sårbare naturarealer, primært via sedimentation, men i væsentlig mindre grad end beregnet i miljørapporten.

11 Referencer

- Andersen, D. K., & Baattrup-Pedersen, A. (2016). Hvad gør sedimentaflejring ved vegetationen i ådalene. *Vand og Jord*, 137-140.
- Andersen, D. K., Nygaard, B., Fredshavn, J. R., & Ejrnæs, R. (2013). Cost-effective assessment of conservation status of fens. *Journal of Applied Vegetation Science*, 491-501.
- Antheunissen, M. A., & Verhoeven, J. T. (2008). Short-term responses of soil nutrient dynamics and herbaceous riverine plant communities to summer inundation. *Wetlands*, 232-244.
- Banach, A. M., Banach, K., Visser, E. J., Stepniewska, Z., Smits, A. J., Roelofs, J. G., & Lamers, L. P. (2009). Effects of summer flooding on floodplain biogeochemistry in Poland: Implications for increased flooding frequency. *Biogeochemistry*, 247-262.
- COWI. (2018). *Klimasikring af Holstebro midtby*. Aarhus: COWI.
- Cussell, c., Lamers, L., van Wirdum, G., & Kooijman, A. (2013). Impacts of water level fluctuation on mesotrophic rich fens: acidification vs. eutrophication. *Journal of Applied Ecology* 50, 998-1009.
- Hoffmann, C., Kronvang, B., Andersen, H. E., & Kjærgaard, C. (2014). *Kvantificering af fosfortab fra N- og P-vådområder*. Silkeborg: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Holstebro Kommune, K. J. (3.3.2020). *Rigkær oversvømmet*. Holstebro: Holstebro Kommune.
- Klaus, V. H., Sintermann, J., Kleinebecker, T., & Hölzel, N. (2011). Sedimentation-induced eutrophication in large river floodplains – An obstacle to restoration? *Biological Conservation*, 451-458.
- Kotowski, W., & van Diggelen, R. (2004). Light as an environmental filter in fen vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 583-594.
- Koutecký, P., & Prach, K. (2005). Recovery of alluvial meadows after an extreme flood: a case study. *Ecohydrology & Hydrobiology* 5, 33-39.

- Loeb, R., Lamers, L. P., & Roelofs, J. G. (2008). Effects of winter versus summer flooding and subsequent desiccation on soil chemistry in a riverine hay meadow. *Geoderma* 145, 84-90.
- Poulsen, J. B., Hansen, F., Ovesen, N. B., Larsen, S. E., & Kronvang, B. (2014). Linking floodplain hydraulics and sedimentation patterns along a restored river channel: River Odense, Denmark. *Ecological Engineering*, 120-128.
- Rubæk, G., Heckrath, G., & Knudsen, L. (2005). Fosfor i dansk landbrugsjord. *Markbrug*, nr. 312.
- Sival, F. P., Makaske, B., Maas, G. J., & Runhaar, J. (2005). Floodplain sedimentation regulating vegetation productivity on small rivers. *Ecology*, 82-83.
- Van Eck, W. H., Lenssen, J. P., Van de Steeg, H. M., Blom, C. W., & De Kroon, H. (2006). Seasonal dependent effects of flooding on plant species survival and zonation: a comparative study of 10 terrestrial grassland species. *Hydrobiologia* 565, 59-69.