

Målrettet virkemiddelsplanlægning – en deloplandsanalyse

De danske vandområdeplaner betyder store udfordringer for landbruget, hvor reduktionskravene i nogle oplande er så høje, at det synes meget svært at realisere målene med eksisterende virkemidler.

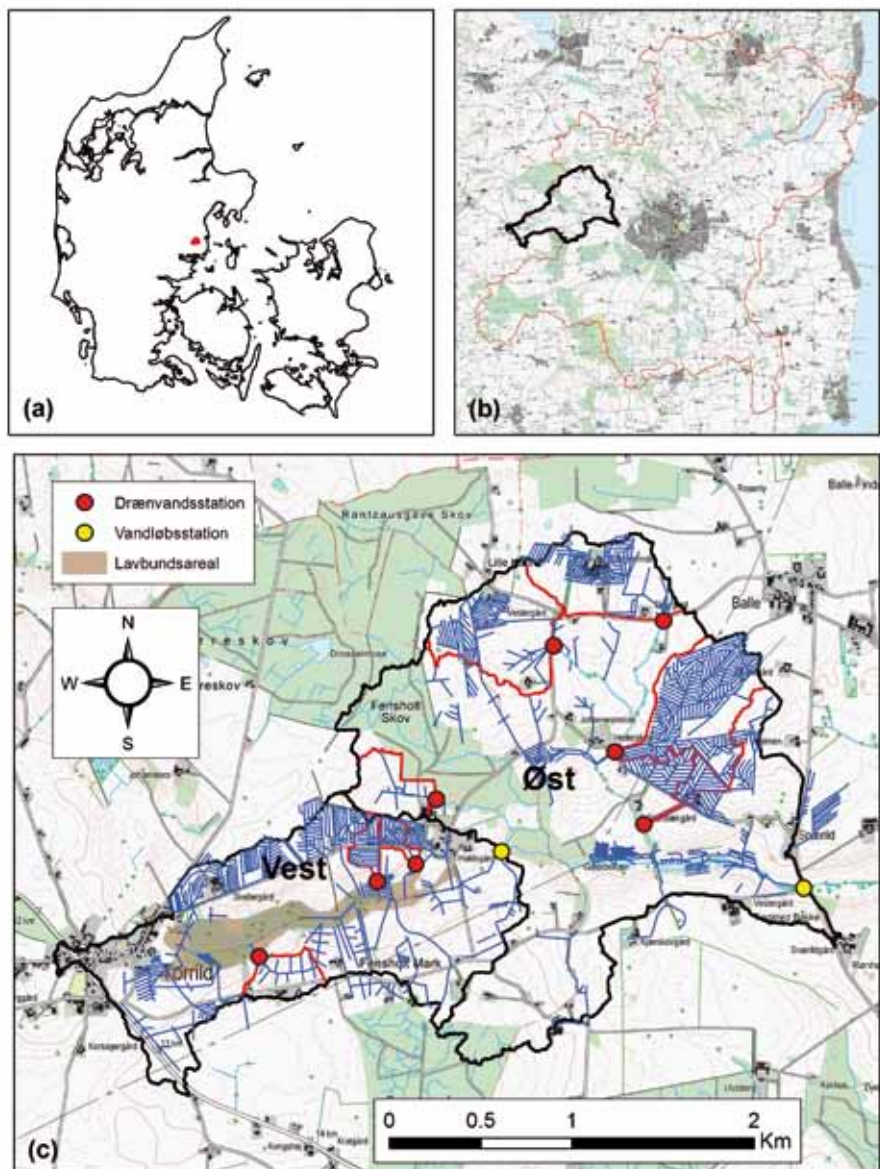
I dræned oplande kan konstruerede minivådområder målrettet dræn bidrage til at øge kvælstofreduktionskapaciteten og dermed sikre målopfyldelse.

CHARLOTTE KJÆRGAARD, ANNA MARIE THIERRY, CAMILLA HUSTED VESTERGAARD, CARL CHRISTIAN HOFFMANN & BO VANGSØ IVERSEN

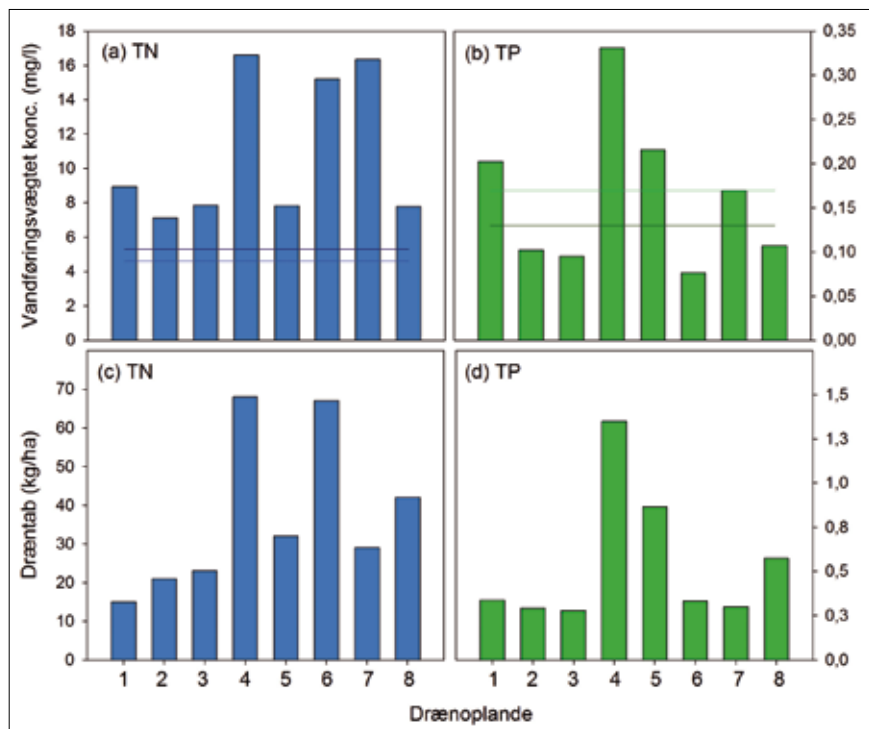
Baggrund

I de nationale vandområdeplaner der netop er sendt i høring fremgår indsatsbehovet for yderligere reduktion i kvælstof (N)-tilførslen indenfor de enkelte vandområder som grundlag for en fremtidig målrettet regulering. Målet er en regulering, der i højere grad tager hensyn til den enkelte recipients sårbarhed samt arealernes naturlige kvælstofreduktionspotentiale under transporten fra mark til recipient.

I Danmark vurderes mere end 50% af landbrugsarealet at være drænet. Dræn kan opfattes som motorveje, der forbinder marken med recipienten, og på arealer med en kvantitativ betydelig drænastrømning afkobles den naturlige N-reduktion, der kan foregå under grundvandstransporten. Dræned landbrugsarealer kan således have en øget risiko for tab af næringsstoffer, og næringsstofftab via dræn er estimeret til 54-62% af det totale N-tab og ca. 33% af det totale fosfor (P)-tab /1/. I oplande, hvor dræntransporten udgør den dominerende transportvej, kan N-reduktionspotentialet øges ved at lede drænvandet igennem vådområder. Hvor dræned højbundsarealer afvander direkte til vandløbet, er reetablering af naturlige vådområder ikke muligt, og her kan konstruerede minivådområder etableres i forlængelse af / eller som en del af drænsystemet og dermed bidrage til at omsætte eller tilbageholde næringsstoffer, inden disse når recipienten /2/.



Figur 1. Norsminde Fjord opland (a, b), med placering af Fensholt delopland (b), samt detaljeret kort over Fensholt med markering af drænoplande/drænstationer og vandløbsstationer (c).



Figur 2. Vandføringsvægtede drænvandskoncentrationer af total N (a) og total P (b), samt arealnormerede dræntab af total N (c) og total P (d) for de otte drænoplande. Fuldt optrukne linjer i (a,b) viser vandføringsvægtede vandløbskoncentrationer for de to stationer.

I nærværende artikel illustreres med udgangspunkt i resultaterne fra GUDP-projektet iDR/EN (www.idraen.dk), hvordan reduktionsmålet for et typisk østjysk delopland (Fensholt delopland, Norsminde Fjord) kan opnås ved en målrettet virkemiddelsplanlægning, der tager udgangspunkt i de lokale landskabshydrologiske forhold.

Fensholt delopland, Norsminde Fjord

Norsminde Fjord er et østjysk morænelersopland på ca. 10.100 ha, hvor ca. 82% af arealet udnyttes til landbrug (Figur 1a,b). Den årlige N-transport til Norsminde Fjord er 126 tons/år (baseline 2015), hvoraf landbrugsbidraget er estimeret til 68%, mens P-transporten er opgjort til 2-4 tons/år $\frac{1}{3}$. I vandplanen for Horsens Fjord-hovedoplandet 1.9 er reduktionskravet for Norsminde Fjord frem mod 2015 fastsat til 31,1 tons N/år heraf 21,2 tons/år fra landbrug $\frac{2}{3}$, svarende til et gennemsnitligt reduktionskrav på 2,56 kg N/ha landbrugsareal. Der er ikke opsat specifikke mål for P, men det angives, at der er behov for reduktion i P-transporten i forhold til at opnå god økologisk tilstand.

Deloplandet Fensholt på 1.070 ha er lokaliseret i den vestlige del af Norsminde Fjord opland og afvander via Stampemøllebæk til Odder Å (Figur 1b,c). Deloplandet er et kuperet moræne landskab med moræneler som den dominerende jordtype på højbund og humus samt lerblandet sand på lavbundsarealerne i ådalen. Deloplandet er karakteriseret som in-

tensivt drænet. I iDR/EN-projektet omfatter monitoringsundersøgelsen en afgrænset del af deloplandet svarende til 606 ha, hvoraf 486 ha er dyrket areal. Med henblik på at opnå viden om vandføring og næringsstoftransport i dræn og vandløb, er der opsat otte drænvandsstationer (dækkende 126 ha drænopland) og to vandløbsstationer, der afgrænser deloplandet i en vestlig (194 ha heraf 163 ha landbrug) og østlig (412 ha heraf 323 ha landbrug) del (Figur 1c). Deloplandets vestlige del (Vest) er karakteriseret ved lavbundsarealer i ådalen på begge sider af den delvist rørlagte Stampemøllebæk, mens det åbne vandløb i områdets østlige del (Øst) afgrænses af drænedede højbundsarealer (Figur 1c). På baggrund af reduktionskravet til Norsminde Fjord (2015) er N-reduktionskravet for det afgrænsede dyr-

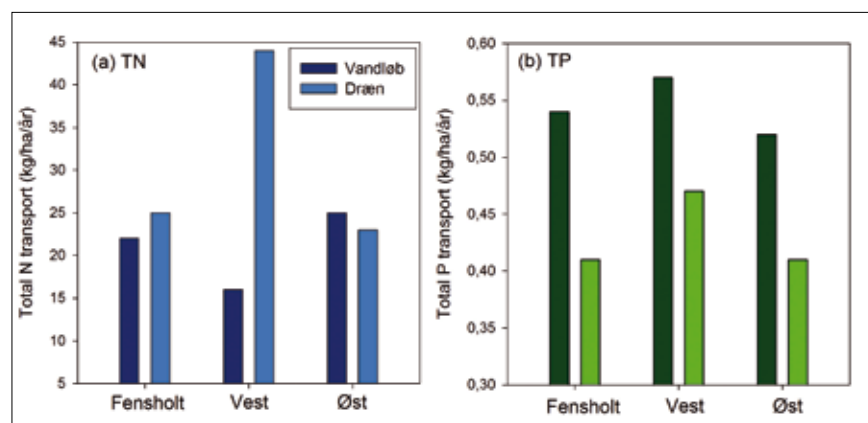
kede delopland beregnet til 1.244 kg N/år. Monitorings-programmet blev igangsat i 2012 og pågår fortsat. I nærværende artikel anvendes monitoringsresultater for måleåret august 2013/2014 til virkemiddelsanalysen.

Næringsstoftransport

Afstrømningen via drænen er generelt en dominerende afstrømningsvej i dette delopland, men med lokale variationer fra 200 til 475 mm drænafstrømning for de 126 ha drænoplande. Tilsvarende viser den målte næringsstoftransport via drænen betydelige lokale variationer i såvel vandføringsvægtede koncentrationer (Figur 2a,b) samt arealnormeret dræntab (Figur 2c,d).

Den samlede målte vandløbstransport for deloplandet udgør i måleåret 10.700 kg total N (TN) og 260 kg total P (TP). Når den målte vandløbstransport (uden korrektion for spildevand og naturbidrag) normeres i forhold til det dyrkede areal giver dette et arealbidrag på hhv. 22 kg/ha TN og 0,54 kg/ha TP (Figur 3a, b). Til sammenligning er den gennemsnitlige målte dræntransport på hhv. 25 kg N/ha og 0,41 kg P/ha (Figur 3a, b).

Resultaterne viser, at der i Øst er god overensstemmelse mellem den gennemsnitlige arealnormerede TN-transport i drænen og vandløb. Anderledes forholder det sig i Vest, hvor der ses en markant højere TN-transport fra de målte drænoplande, men samtidig en væsentligt lavere TN-transport i vandløbet (Figur 3a). En sandsynlig forklaring på dette kan skyldes, at de målte drænoplande i Vest er karakteriseret ved, at drænene afbrydes i skræntfoden, hvorefter drænvandet overrisler lavbundsarealerne. Lavbundsarealerne, der benyttes ekstensivt til græsning, har i den primære del af afstrømningsperioden karakter af "våde enge" (Figur 4), og der må således forventes at være et betydeligt N-reduktionspotentiale på disse arealer, hvilket kan forklare den lavere TN-transport i vandløbet.



Figur 3. Transport af total N (a) og total P (b) i drænen og vandløb for Fensholt delopland samt opgjort for det vestlige (Vest) og østlige (Øst) delområde.



Figur 4. Periodisk våde lavbundsarealer der i afstrømningsperioden overrisles med drænvand. Foto: Charlotte Kjærgaard.

Der ses generelt en højere arealnormeret TP-transport i vandløb sammenholdt med drænen, og TP-transporten er generelt højere i Vest (Figur 3b). Det kan ikke udelukkes, at den højere TP-transport i vandløb kan skyldes bidrag fra spildevand (Torrild by) og/eller mobilisering af P fra de våde lavbundsarealer, mens erosion må forventes at være af begrænset betydning i det overvejende rørlagte vandløb i Vest.

Målrettet virkemiddelsplanlægning

Med udgangspunkt i det aktuelle måleår udgør det beregnede N-reduktionsmål (~1.250 kg/år) ca. 12% af den nuværende TN-transport. En intelligent og målrettet virkemiddelsplanlægning bør tage udgangspunkt i kendskabet til de primære afstrømningsveje og muligheden for at øge landskabets bufferkapacitet i forhold til reduktion/retention af næringsstoffer fra landbrugsarealet. Fensholts landskabelige karakteristika med lavbundsareal i ådalen i Vest, og vandløbet der afgrænses af drænede højbundsarealer i Øst, giver forskellige potentialer for at målrette virkemidler, der kan bidrage til at øge N-reduktionspotentialiet. Mens der i Vest vil være potentialer til at reetablere vådområdet i ådalen, er dette ikke en mulighed i Øst, hvor drænen fra højbundsarealer afvander direkte til vandløbet. Her vil der i stedet være et stort potential for etablering af konstruerede minivådområder i tilknytning til drænsystemet /2/.

Der findes flere typer af konstruerede vådområder målrettet drænafstrømning /2/, men den mest simple variant er minivådområder med overfladestrømning (Figur 5). Konstru-

erede minivådområder kendes internationalt, men de første forsøg med danske minivådområder blev først igangsat i 2012. De første resultater fra disse er nu beskrevet i virkemiddelskataloget /4/, og indgår som forudsætning for den følgende virkemiddelsanalyse.

Analyse af virkemidler

På baggrund af det estimerede N-reduktionskrav for Fensholt (1.250 kg/år) og det målte gennemsnitlige næringsstofftab fra drænen på 25 kg N/ha/år og 0,41 kg P/ha/år er der i iDRÆN-projektet lavet en analyse af effekten af forskellige virkemidler i Fensholt (Tabel 1). I analysen sammenholdes virkemiddelseffekten af udvalgte markfladevirkemidler, efterafgrøder og udtagning af landbrugsjord, med effekten af minivådområder målrettet drænen og reetablering af vådområde i ådalen.

Scenarie 1 – Markfladevirkemidler

Udtagning af landbrugsjord tilskrives i dette drænen-dominerede delopland en N-effekt på 22 kg/ha, hvor effekten er bestemt som den målte gennemsnitlige udvaskning via drænen (25 kg/ha) fratrukket naturbidrag (3 kg/ha). For efterafgrøder regnes med en effekt på 16 kg N/ha. Hvis N-reduktionsmålet skal opfyldes med et af disse virkemidler kræves således enten 78 ha supplerende efterafgrøder eller udtagning af 57 ha højbundsjord (Tabel 1). Udtagning af lavbundsarealer forventes ikke at bidrage med nogen N-effekt, da disse arealer allerede anvendes ekstensivt til græsning, og dertil kommer at arealerne allerede har et betydeligt N-reduktionspotentialer grundet de våde forhold i den primære afstrømningsperiode. Markfladevirkemidler bør ligeledes målrettes den østlige del af deloplandet, hvor effekten vil være størst, og her vil målrettede udtagning af landbrugsjord være ensbetydende med, at der skal udtages 18% af det dyrkede højbundsareal. For markfladevirkemidlerne findes der ikke nogen dokumentation for P-effekten, men begge virkemidler forventes at have en positiv P-effekt på erosionstruede ar-

ealer. Udtagning af landbrugsjord kan desuden over længere tid, bidrage til en reduceret P-udvaskning, men tidshorizonten vil afhænge af jordtype, P-mætningsgrad og afstrømning /5/.

Scenarie 2 – Minivådområder målrettet drænen

Ved et gennemsnitlig N-tab via drænen på 25 kg/ha/år, og en N-reduktionseffektivitet på 25-30% af N-belastningen /4/ kan reduktionsmålet opnås ved etablering af 1,6-2 ha minivådområder i tilknytning til 160-200 ha drænopland, svarende til en virkemiddelseffekt på 625-767 kg N/ha minivådområde/år (Tabel 1). Minivådområder bør som markfladevirkemidlerne målrettes den østlige del af oplandet, og en målrettede udtagning af 0,5-0,6% af højbundsarealet, eller alternativt at minivådområder etableres uden for/på grænsen af markfladen. Ved den aktuelle P-udvaskning fra drænen på 0,41 kg P/ha og en P-retentionseffektivitet for minivådområder på 30% /4/, bidrager de 1,6-2 ha minivådområder med en aktuell P-tilbageholdelse på 20-25 kg P/år (Tabel 1), svarende til en reduktion af den aktuelle P-transport fra det dyrkede areal på 10-13%.

Scenarie 3 – Reetablering af vådområde i ådal

Det forventes at der allerede under de nuværende forhold foregår en N-reduktion ved overrisling af de periodisk våde lavbundsarealer med drænvand. Der er dog stadig landbrugsarealer, der afvander direkte til vandløbet, og der må således forventes at være et potentialer til at udnytte virkemiddelseffekten ved en reetablering af vådområder på de 31 ha lavbund. Virkemiddelseffekten for vådområder, der overrisles med drænvand, er ifølge Naturstyrelsen på 50% af N-belastningen fra det direkte opland. Den gennemsnitlige N-transport fra de målte drænoplande i Vest er på 44 kg/ha, hvor Naturstyrelsens beregningsmodel estimerer N-transporten fra det direkte opland til 30 kg/ha. Kvælstoftransporten

Tabel 1. Analyse af virkemiddelseffekter i østjysk moræne delopland (606 ha) baseret på den aktuelle målte næringsstofftransport i drænen og vandløb (iDRÆN-data)

Virkemiddel	Arealkrav ha	Virkemiddels effekt	N-effekt		P-effekt
			Kg/år	Kg/ha/år	Kg/år
Efterafgrøder	78	16 kg/ha	1.250	16	I.U.*
Udtagning af højbundsjord	57	22 kg/ha	1.250	22	1 - 14**
Minivådområde drænen	1,6 - 2,0	25-30 %	1.250	625 - 767	20 - 25
Vådområde ådal	31	fra 35-55% til 71%	900 - 1.450	29 - 47	F.U.***

*I.U. Effekten er ikke undersøgt

** Effekten er skønnet /5/

*** Effekten kan først fastlægges efter forundersøgelse /7/



Figur 5. Konstrueret minivådområde med overfladestrømning bestående af sedimentationsbassin (ses forrest), og vådområde med skiftevis dybe zoner og lavvandede vegetationszoner. Minivådområdet, der er etableret i en lavning i udkanten af marken, er på 0,35 ha og modtager drænvand fra ca. 50 ha landbrugsareal. Foto: Charlotte Kjærgaard.

fra det direkte dyrkede opland vurderes derfor i størrelsesorden 4.000-6.000 kg N/år. Den aktuelle målte N-vandløbstransport for Vest er på 2.600 kg/år, hvilket indikerer, at der allerede foregår en N-reduktion i lavbundsarealerne i størrelsesorden 35-55%. Antages en årlig N-reduktion i det fuldt reetablerede vådområde på 71% /6/, kan det forventes, at der opnås en yderligere N-reduktion på 900-1.450 kg/år, svarende til en N-effekt på 29-47 kg/ha vådområde (Tabel 1). P-effekten ved reetablering af vådområder kan ikke angives, da denne forudsætter en lokal forundersøgelse af risiko for evt. P-frigivelse efter reetablering af vådområdet /7/.

Helhedstænkning i virkemiddelsplanlægningen

I forhold til det estimerede N-reduktionsmål på ca. 1.250 kg/ha (2,56 kg N/ha landbrugsareal) kan dette mål nås alene ved anvendelse af virkemidler uden for dyrkningsfladen (minivådområder og/eller vådområder) eller ved en kombination af de forskellige virkemidler. Minivådområder er ved det aktuelle udvaskningsniveau et 29-36 gange mere effektivt virkemiddel end udtagning af højbundsjord. For det konkrete delopland vil reetablering af vådområde i ådalen i Vest delvist/(helt) opfylde N-reduktionsmålet for hele deloplandet. Kombineres reetablering af vådområdet i Vest med etablering af 1,6-2 ha minivådområder i Øst opnås en samlet N-reduktion på 2.160-

2.500 kg/år, svarende til en reduktion i den aktuelle N-transport på 20-23%, eller et overskud på 910-1.250 kg N/år i forhold til målsætningen. Etablering af minivådområder vil samtidig bidrage til en reduktion i den aktuelle P-transport fra dyrkningsfladen på 10-13%, mens P-effekten ved reetablering af vådområde først kan forudsige efter lokal forundersøgelse.

Perspektiver

Af overstående analyser fremgår det, at der kan opnås en langt mere effektiv virkemiddelsindsats, hvis der tages udgangspunkt i de lokale landskabshydrologiske forhold. Minivådområder målrettet dræn kan, ligesom med reetablering af vådområder i ådalen, bidrage til at skabe flere "reaktive filterzoner", hvor næringsstoffer kan omsættes eller tilbageholdes, inden de når recipienten. Minivådområder bidrager således til at skabe større bufferkapacitet i drænedede oplande. En forudsætning for virkemiddelseffekten af minivådområder er selvfølgelig, at en betydelig del af næringsstoftransporten foregår via drænen, og prædiktion af dræntransporten vil følgelig være en væsentlig faktor for vurdering af den lokale virkemiddelseffekt. Der arbejdes i forbindelse med igangværende forsknings- og udviklingsprojekter på at udvikle operationelle modeller til prædiktion af drænaftstrømning. Samtidig arbejdes der, i flere projekter, på at forbedre vidensgrundlaget for funktion og effekt af minivådområder med henblik på fre-

madrettet at kunne optimere virkemiddelseffekten. I den sammenhæng ses også på potentiale og udfordringer for minivådområder med filtermatrice samt P-drænfilterløsninger (supremetech.dk).

Referencer

- /1/ Blicher-Mathiesen, G., Grant, R., Jensen, P.G., Hansen, B., Thorling, L., 2012: Landovervågnings-oplande 2011 Novana. DCE
- /2/ Kjærgaard, C., og Hoffmann, C.C., 2013: Konstruerede vådområder til målrettet reduktion af næringsstoffer i drænvand. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- /3/ Miljøministeriet og Naturstyrelsen, 2011: Vandplan 2010-2015. Horsens Fjord. Hovedvandopland 1.9. Vanddistrikt: Jylland og Fyn. Miljøministeriet, Naturstyrelsen.
- /4/ Kjærgaard, C. og Iversen, B.V., 2014: Monitorering af virkemiddelseffekt for danske konstruerede minivådområder med overfladestrømning, bilag 13. I: Eriksen, Jensen og Jacobsen (red.) "Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport nr. 052.
- /5/ Rubæk, G.H., Jørgensen, U. og Hasler, B., 2010: Ophør med omdrift på højbundsjord (braklægning). Kortlægning af risikoarealer for fosfortab i Danmark. B1: Arealændringer i risikoområder.
- /6/ Hoffmann, C.C., Baattrup-Pedersen, A., 2007: Re-establishing freshwater wetlands in Denmark. Ecological Engineering 30:157-166.
- /7/ Hoffmann, C.C., Kronvang, B., Andersen, H.E., Kjærgaard, C., 2013: Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

CHARLOTTE KJÆRGAARD (c.kjaergaard@agro.au.dk) og Bo V. Iversen er henholdsvis seniorforsker og lektor ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

CARL CHRISTIAN HOFFMANN er seniorforsker ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

ANNA MARIE THIERRY og CAMILLA HUSTED VESTERGAARD har i iDRÆN-projektet arbejdet med det aktuelle projekt som specialstuderende ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Resultaterne er publiceret i "Vestergaard, C.H. 2013. Multikriterieanalyse for målrettet placering af konstruerede vådområder til reduktion af kvælstof i drænvand, Aarhus Universitet", og "Thierry, A.M. 2014. Evaluating local targeted surface-flow constructed wetlands as an alternative to general regulation on subcatchment scale, Aarhus Universitet".