

# Forbedret hydrologi i rigkær på Helnæs

Naturstyrelsen Fyn har gennemført store genopretningsprojekter i Helnæs Made på Sydvestfyn. Marker er udlagt til vedvarende græsningsarealer, vandstanden er hævet, og Helnæs Made udgør nu et næsten 3 km<sup>2</sup> stort sammenhængende naturområde. Naturstyrelsen har undersøgt effekten af vandstandshævningen på et tilstødende rigkær og overvejer forslag til forbedring af hydrologien i områdets rigkær.

ERIK VINThER & ANNITA SVENDSEN

## Baggrund

I 1996 hæver Fyns Amt og Skov- og Naturstyrelsen vandstanden i den nordøstlige del af Maden og genskaber søen Åledyb med tilstødende fugtige enge. Fyns Amt undersøger effekten af vandstandshævningen på rigkæret umiddelbart nord for Åledyb ved at etablere et 51 m lang transekt gennem rigkæret. Vegetationen langs transektet bliver årligt analyseret i perioden 1997-2001.

Efter anmodning fra Naturstyrelsen Fyn udarbejder Aarhus Universitet og Aalborg Universitet /1/ i 2011 forslag til genopretning af hydrologien i de mange rigkær i nordenden af Maden. Dette forslag er senere suppleret ud fra yderligere undersøgelser /2/.

I 2021 gentager Naturstyrelsen den botaniske analyse langs transektet med henblik på både at klarlægge effekten af vandstandshævningen på rigkæret og samtidig få data, der kan indgå i vurderingen af en genopretning af rigkærenes hydrologi.

## Vegetationsanalyse

Det 51 m lange transekt (figur 1) starter tæt ved en afvandsgrøft, der afgrænser rigkæret mod nord, hvorefter transektet forløber gennem rigkæret mod syd til det genskabte Åledyb.

Transektet består af felter på hver 1x1m. I hvert andet felt er der i 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 og 2021 foretaget en dækningsgradsanalyse af vegetationen, hvor de enkelte plantearters dækning er angivet i procent.

For hvert analysefelt er der ud fra plantearternes dækningsgrader udregnet Ellenberg-indikatorværdier for lystilgængelighed (L), jord-



Figur 1. Øverst ses flyfoto af den nordøstlige del af Helnæs Made. Det 51 m lange transekt forløber gennem rigkæret fra grøften i nord til det genskabte Åledyb i syd. Nederst ses transektet mod syd fra grøften. Landmålerstokkene står med 10 m mellemrum. Smalbladet kæruld er udbredt i transektets felt 1-21, der har udstrømmende grundvand. I baggrunden ses rørsumpen langs Åledyb. Foto: Annita Svendsen.

bundens fugtighed (F), næringsforhold (N), reaktionstal (R) og salinitet (Ellenberg S). Plantearternes Ellenberg-værdier er kalibreret til den engelske flora /3/.

Desuden er næringsratio (Ellenberg N/R) beregnet alene ud fra plantearternes forekomst i felterne. Næringsratio er ligeledes et udtryk for næringstilgængeligheden, men tager hensyn til den naturlige variation i surhedsgraden inden for de enkelte naturtyper og er den stærkeste indikator for artsrigdommen af typiske plantearter i forskellige plante-samfund herunder rigkær /4/.

Det er desuden valgt at se nærmere på udbredelsen af 6 plantearter, der er typiske for rigkær: Sump-hullæbe, maj-gøgeurt, kødfarvet gøgeurt, fåblomstret kogleaks, hjertegræs og blågrøn star.

## Statistiske analyser

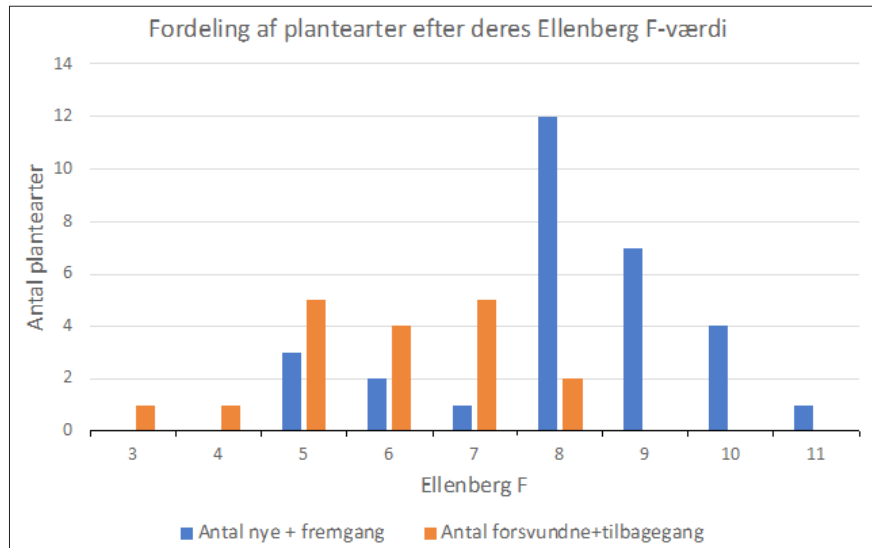
Til vurdering af observerede ændringer i felternes Ellenbergværdier og indhold af typiske rigkærarter er der benyttet de non-parametriske Sign-test, Wilcoxon Signed Ranks-test (WSR-test) og Mann-Whitney test (MW-test). Desuden er der udregnet Pearsons korrelationskoefficient til vurdering af sammenhæng mellem forekomst af rigkærarter og Ellenberg N/R.

Der er fokuseret på de ændringer, der sker i perioderne 1997-2001 og 1997-2021. På den måde fås et overblik over både korttids- og langtidseffekten i rigkæret efter genskabelsen af Åledyb.

## Udvikling i artsforekomster

I de 26 felter er der registreret 58, 63 og 66 forskellige plantearter i hhv. 1997, 2001 og 2021. Tallene dækker over stor variation i artsforekomsterne i de enkelte år. I perioden 1997-2021 er der således indvandret 23 arter og forsvundet 15. Kun for 5 arter er der tale om statistisk signifikante hændelser.

43 plantearter er registreret i transektet i



Figur 2. Fordelingen af de 48 plantearter, der i perioden 1997-2021 enten indvandrer i transektet / forekommer i signifikant flere analysefelter (blå farve) eller forsvinder fra transektet / forekommer i signifikant færre analysefelter (orange farve).

både 1997, 2001 og 2021. Heraf forekommer 10 arter i signifikant flere eller færre felter langs transektet i perioden 1997-2021.

En MW-test viser, at de 30 arter, der i perioden 1997-2021 indvandrer / forekommer i signifikant flere felter i transektet, har en signifikant højere Ellenberg F-værdi end de 18 arter, der enten forsvinder eller forekommer i signifikant færre felter ( $p < 0,0001$ ). Se arternes fordeling i figur 2. Derimod er der ikke signifikant forskel på de to artsgruppers Ellenberg L, N, R eller S.

## Typiske arter fra rigkær

De 6 arter tilknyttet rigkær vokser langs de første 41 meter af transektet, hvor terrænet er relativt højt og begynder at falde ned mod Åledyb (figur 3).

Antal rigkærarter pr. felt stiger signifikant fra 1997 til 2021 ( $p < 0,01$ ) og fra 2001 til 2021 ( $p < 0,001$ ). Begge tests er foretaget med WSR-test.

## Miljøforhold (Ellenbergværdier)

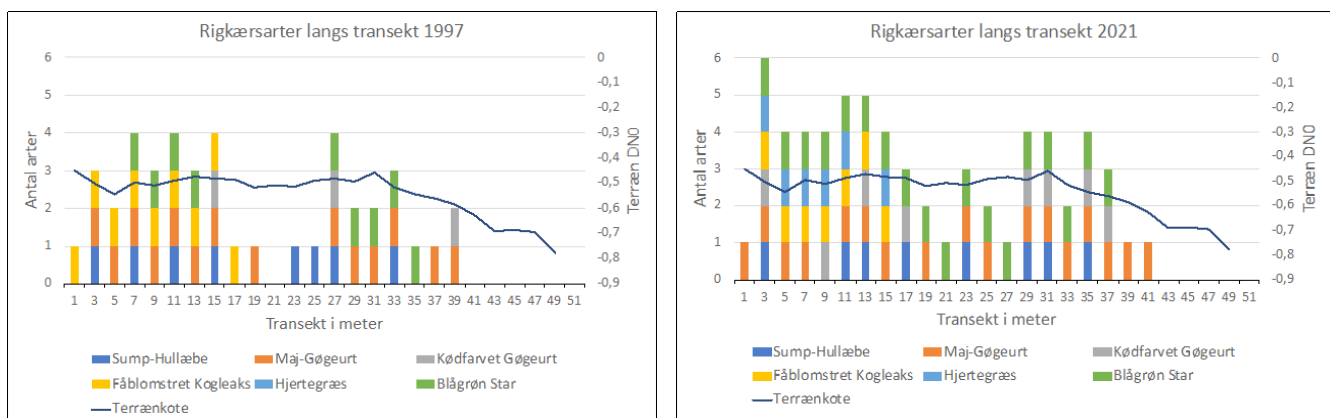
Figur 4 viser udviklingen i vegetationens tilpasning langs transektet til fugtighedsforhold (Ellenberg F) og næringsforhold (Ellenberg N/R).

F-værdierne ligger i både 1997, 2001 og 2021 omkring 8-9 langs de første ca. 21 m, hvor terrænet er relativt højt, men falder til 6-7 på de næste ca. 20 m. Herefter stiger F-værdien i takt med det faldende terræn ned mod bredden af Åledyb.

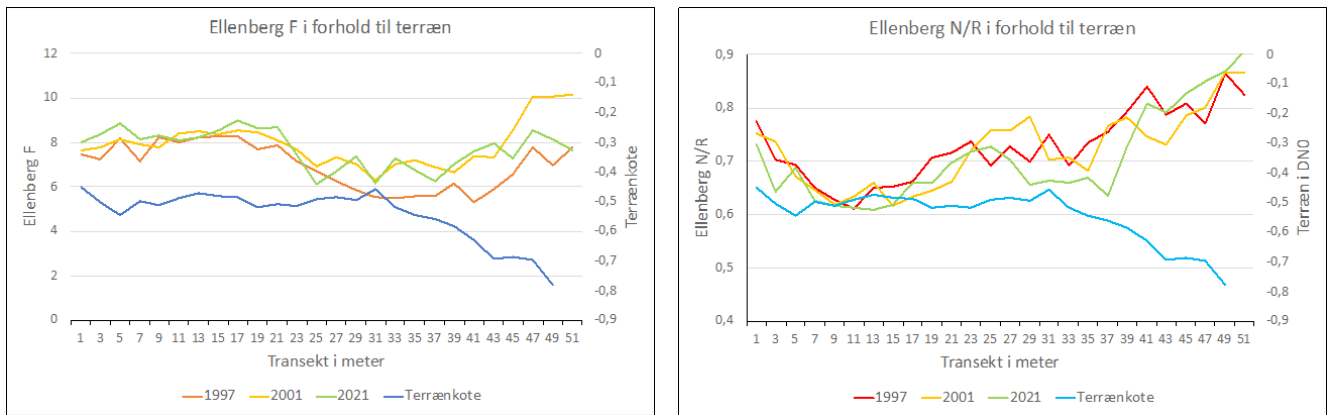
Transektets Ellenberg F-værdier er både i 2001 og 2021 signifikant højere end i 1997 (tabel 1).

Hvor transektet har forekomst af rigkærarter (felt 1-41) stiger Ellenberg F signifikant i perioden 1997-2001 og 1997-2021 (WSR-test  $p < 0,001$ ).

Ellenberg N/R-værdierne (næringsratio) har et tydeligt minimum på godt 0,6 i felt 9-13 i både 1997, 2001 og 2021, hvorefter N/R-værdierne igen stiger til mere end 0,8 ved Åledyb.



Figur 3. Forekomst af udvalgte rigkærarter i felterne langs transektet i 1997 og 2021 i forhold til terrænforholdene.



Figur 4. Ellenberg-værdierne for vegetationens tilpasning til fugtighed (F) og tilgængeligheden af næringsstoffer (N/R) i transektets felter i årene 1997, 2001 og 2021.

Tabel 1. Ændringer i Ellenberg L, F, N, R, S og N/R i transektet i perioderne 1997-2001, 2001-2021 og 1997-2021. +/- = signifikant reduktion / stigning; Signifikansniveau ved WSR-test: - =  $p < 0,05$ ; -- =  $p < 0,01$ ; ---/+++ =  $p < 0,001$ ; ns = ingen signifikant ændring.

Ellenberg	1997-2001	2001-2021	1997-2021
L (lystilgængelighed)	ns	ns	ns
F (jordbundens fugtighed)	+++	ns	+++
N (næringsforhold)	-	ns	-
R (reaktionstal)	ns	ns	--
S (salinitet)	--	ns	---
N/R	ns	ns	-

Næringsratio i transektets felter falder signifikant fra 1997 til 2021, mens der ikke er signifikant forskel i de to øvrige perioder (tabel 1). På trods af, at der både sker en øgning i F-værdierne og et fald i næringsratio, er der i 2021 ikke statistisk sammenhæng mellem høje F-værdier og lave N/R-værdier.

I 1997-2021 og 2001-2021 falder næringsratio desuden signifikant i felt 1-41m, hvor der er forekomst af rigkærarter (WSR-test

$p < 0,001$ ;  $p < 0,03$ ).

Ellenberg N har i 1997, 2001 og 2021 et relativt ensartet forløb med værdier mellem 3 og 4 frem til felt 25. I 1997 stiger N-værdien herefter til mellem 4 og 5 på den resterende del af transektet. I 2001 og 2021 stiger N-værdien først fra felt 33 i takt med, at terrænet falder ned mod Åledyb.

Ellenberg N-værdierne er signifikant lavere i både 2001 og 2021 i forhold til 1997 (tabel 1).

Ellenberg R har ligeledes et relativt ensartet forløb i 1997, 2001 og 2021 med værdier mellem 5 og godt 6 frem til felt 47. Herefter stiger R-værdien frem mod Åledyb. Ellenberg R-værdien falder signifikant i perioden 1997-2021 (tabel 1).

Ellenberg L-værdierne svinger mellem 7 og 8 langs stort set hele transektet, og der sker ikke signifikante ændringer i perioderne 1997-2001, 2001-2021 og 1997-2021 (tabel 1).

Ellenberg S-værdierne svinger mellem 1-2,5 i stort set alle transektets felter i 1997, 2001 og 2021. Kun i kanten af Åledyb når saliniteten i 2001 op på 3. Ellenberg S falder signifikant i perioderne 1997-2001 og 1997-2021 (tabel 1).

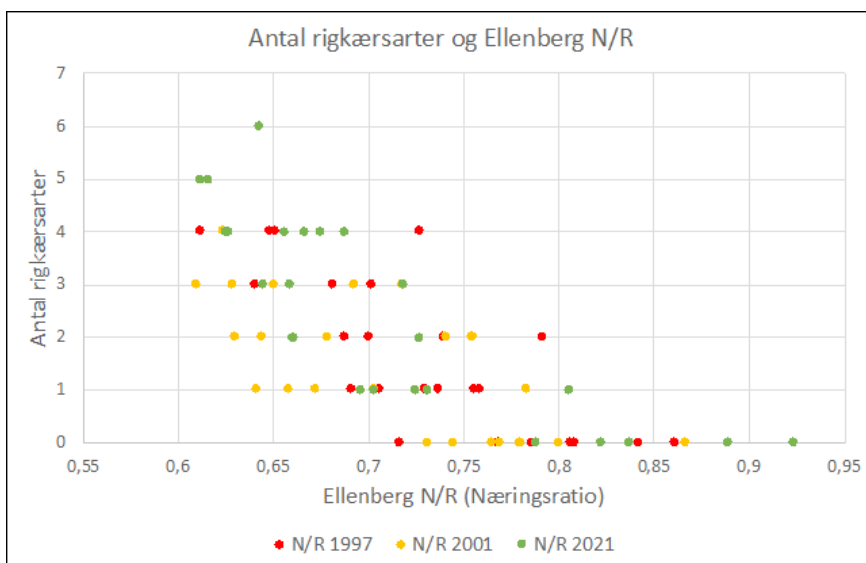
Felternes antal af rigkærarter stiger signifikant med faldende næringsratio (figur 5) i både 1997, 2001, 2021 og samlet for alle 3 år ( $p < 0,0001$  i alle 4 tests, og Pearsons  $R^2$  hhv. 0,55, 0,49, 0,69 og 0,57).

## Diskussion

Allerede 5 år efter genskabelsen af Åledyb ændrer rigkærets vegetation sig markant langs transektet til en mere fugtigbundspræget vegetation, der vokser på en mindre salt- og næringspræget jordbund.

Den manglende sammenhæng mellem lav næringsratio og høje Ellenberg F skyldes, at vådere voksesteder begunstiger plantearter langs hele næringsstofgradienten /5,6/. Der er da heller ikke forskel i Ellenberg N-værdien hos de planter, der indvandrer / forekommer i signifikant flere felter i transektets felter og dem, der forsvinder eller forekommer i signifikant færre felter. Figur 6 viser nogle af transektets plantearter.

Ud fra vandstandsmålinger i 2008-2015 og jordprofiler er det vurderet, at der sker en vis udstrømning af grundvand til det undersøgte rigkær i dele af året /1,2/. Vandstanden i rigkæret viser dog større og længere sommerudtørring end i de øvrige rigkær, hvilket med



Figur 5. Antal udvalgte rigkærarter i transektets felter i 1997, 2001 og 2021 fordelt efter felternes Ellenberg N/R (næringsratio).



Figur 6. Hjertegræs og maj-gøgeurt er valgt som typiske arter fra rigkær. Hjertegræs indvandrer i transektet i perioden 1997-2021 i et signifikant antal felter. Smalbladet kæruld og trævlekrone findes i transektet i perioden 1997-2021 og viser en signifikant fremgang i denne periode. Fotos: Erik Vinther.

stor sandsynlighed skyldes, at den nærliggende vest-øst gående grøft kan bortlede grundvand fra rigkæret /2/.

De høje F-værdier i perioden 1997-2021 langs transektets første 21m, hvor terrænet er relativt højt, understøtter vurderingen af, at rigkæret tilføres grundvand. Den signifikante øgning i Ellenberg F i 1997-2021 i felt 1-41 kombineret med et tilsvarende signifikant fald i Ellenberg N/R tyder desuden på, at en større del af grundvandet nu strømmer gennem rigkæret. Det understøttes af, at afvandingsgrøften ikke har været oprenset i de senere år. Etableringen af Åledyb har dog også hævet vandstanden i transektets sydlige del, hvilket antagelig bevirker en øget tilbageholdelse af grundvandet.

I starten af transektet er der i jordvandet målt pH på 7,4 /7/, hvilket indikerer et meget højt indhold af calcium. Grundvand indeholder desuden et generelt højt indhold af ioner som jern og mangan, der lige som calcium binder fosfor så hårdt, at det bliver utilgængeligt for planterne /8,9/. Derved begunstiges rigkærarter og andre såkaldte nøjsomhedsarter som fx kragefod og smalbladet kæruld, der er tilpasset til at vokse i et næringsbe-grænset, men ikke nødvendigvis kalkrigt miljø. Der sker da også et fald i Ellenberg R. Antallet af de udvalgte rigkærarter stiger signifikant med de faldende næringsratio, og alle analysefelter uden forekomst af disse arter har en næringsratio >0,7. Resultaterne er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser, der viser, at næringsratio i rigkær gerne skal være mindre end 0,7, for at rigkæret kan indeholde mange af de typiske arter /4/. Desuden er antallet af indikatorarter stærkt decimeret ved 0,8 og helt væk ved 0,9 /5/.

Det vurderes desuden, at effekten fra grundvandstilførslen ophører efter terrænfaldet omkring felt 41, hvor søen regulerer vandstand og næringsforhold. De 5 analysefelter tæt ved søbredden har både høje N og N/R-værdier og står til tider under vand. Der er her udviklet en egentlig rørsump med forekomst af vådbundsplanter som blågrøn kogleaks, liden andemad, tagrør, strand-kogleaks og almindelig sumpstrå, men også arter som engkabbeleje og vand-mynte.

Helnæs Made var inden inddæmningen en havbugt med et stort saltindhold i bundmateriale. På trods af, at der i mange år er sket udpumpning af vand, har rigkæret gennem alle årene forekomst af typiske strandengplanter. Den øgede tilførsel / tilbageholdelse af grund-

vand kombineret med den generelle hævnning af vandstanden og en fortsat udpumpning af vand fortynder saltindholdet i jordvandet, og i 2021 er forekomsten af strandengplanter som fx harril gået markant tilbage.

Den relativt ensartede lystilgængelighed til vegetationen (Ellenberg L) afspejler, at græsningsstrykket set over hele perioden 1997-2021 og kombineret med grundvandstilførslen har været tilstrækkelig til at friholde rigkæret fra tilgroning med tagrør og andre konkurrence-stærke plantearter.

### Konklusion

Genskabelsen af Åledyb ved en vandstands-hævning i 1996 har tilsyneladende haft en positiv effekt på rigkæret nord for søen. En større del af grundvandet strømmer gennem den nordlige del af rigkæret, antagelig fordi den vest-østgående drænggrøft lige nord for rigkæret ikke har været oprenset i de senere år kombineret med, at søens vandstand øger grundvandets opholdstid i rigkæret.

På trods af tilførslen af grundvand har rigkæret en øget sommerudtørring i forhold til andre rigkær i området. Det skyldes med stor sandsynlighed, at den nærliggende vest-øst gående grøft stadig er aktiv og bortleder en del grundvand.

De foreliggende forslag til genskabelse af optimal hydrologi i rigkærene i den nordlige del af Helnæs Made omfatter bl.a. en tilkastning af afvandingsgrøften nord for transektet. Vurderet ud fra tolkning af vandstandsmålningerne og jordbundsprofilen samt resultaterne fra denne undersøgelse kan en tilkastning eller en helt / delvis blokering af afvandingsgrøften medføre en større tilførsel af grundvand til det undersøgte rigkær. Det vil medføre en yderligere sænkning af næringsratio og dermed skabe endnu bedre vilkår for rigkærets karakteristiske og typiske plantearter. Dermed øges sandsynligheden for indvandring af den meget sjældne orkide mygblomst, der findes umiddelbart nordvest for grøften /10/.

Omvendt vil en oprensning af grøften medføre, at tilførslen af grundvand formindskes eller stopper helt, hvilket risikerer at ødelægge rigkærets store naturværdier.

### Perspektiver

Vores undersøgelse viser, at Ellenberg-værdierne sammen med konkrete målinger af vandstand og jordbundsforhold er vigtige redskaber til både at evaluere større genopretningsprojekter og vurdere effekten af

planlagte indgreb i vådområder. Samtidig giver resultaterne værdifuld viden, når der i fremtiden skal hæves vandstand på drænedde marker og enge af hensyn til klima og biodiversitet.

### Referencer

- /1/ Ejrnæs, R., Andersen, D.K. & O.M. Johansen 2011. Forvaltning af rigkær i Helnæs Made. Vurdering af muligheder for hydrologisk genopretning af grundvandspåvirkede rigkær. Notat til Naturstyrelsen Fyn.
- /2/ Johansen, O.M. 2016. Hydrologiske forbedringer af rigkær ved Helnæs Made. Notat fra NIRAS til Naturstyrelsen Fyn.
- /3/ Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B. & Bunce, R.G.H. 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT. Vol. 2. Technical annex. Inst. of Terrestrial Ecology, Huntingdon, UK.
- /4/ Andersen, D.K., Nygaard, B., Fredshavn, J.R. & R. Ejrnæs. 2013. Cost-effective assessment of conservation status of fens. Applied Vegetation Science, Vol. 16, Nr. 3, 07.01.2013, s. 491-501.
- /5/ Ejrnæs, R., Andersen, D.K., Baattrup-Pedersen, A., Damgaard, C.F., Nygaard, B., Dybkjær, J.B., Christensen, B.S.B., Nilsson, B. & Johansen, O.M. 2010. Hydrologiske og vandkemiske forudsætninger for en god naturtilstand i grundvandsafhængige terrestriske økosystemer.
- /6/ Johansen, O.M., Andersen, D.K., Ejrnæs, R. & Pedersen, M.L. 2018. Relations between vegetation and water level in groundwater dependent terrestrial ecosystems (GWDTEs). Limnological 68 (2018), s. 130-141.
- /7/ <https://naturereport.miljoportal.dk/707954>
- /8/ Boomer, K.M.B. & B.L. Bedford 2008. Groundwater-induced redox- gradients control soil properties and phosphorus availability across four headwater wetlands, New York, USA. Biogeochemistry 90: 259-274.
- /9/ van der Welle, M.E.W., J. G.M. Roelofs & L. P.M. Lamers 2008. Multi-level effects of sulphur-iron interactions in freshwater wetlands in The Netherlands. Science of the total environment 406: 426-429.
- /10/ Andersen, D.K., Ejrnæs, R., Vinther, E., Svendsen, A., Bruun, H.H., Buchwald, E. & Vikstrøm, T. 2015. Forvaltning af rigkær. Udgangspunkt i voksesteder for mygblomst. Aarhus Universitet. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE nr. 150. 52 s.

ERIK VINThER (inger.erik@stofanet.dk) er biolog og konsulent for Naturstyrelsen Fyn. ANNITA SVENDSEN (ansve@nst.dk) er biolog i Naturstyrelsen Fyn.

Tak til Dagmar Kappel Andersen, Naturstyrelsen for mange konstruktive forslag og kommentarer.