



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Bæredygtig håndtering af vand fra dyrket og drænet landvindingsområde ved Limfjorden



Miljøprojekt nr. 2088

Januar 2020

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Bjarne Moeslund Orbicon

Henrik Skovgaard Orbicon

Fotos:

Bjarne Moeslund

ISBN: 978-87-7038-079-9

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Forord 6

1.	Baggrund	7
1.1	Orbicons arbejde med udvikling og afprøvning af minivådområder med filtermatrice	7
1.2	Projektets formål og indhold	7
2.	Projektet ved Gjør-Fristrup	9
2.1	Projektområdet	9
2.2	Projektering og etablering	11
2.3	Minivådområde med åbne bassiner som nabo	16
2.4	Vandforsyning og prøvetagning	18
2.5	Vandstandsmålinger i grøfter og kanaler	21
2.6	Future Cropping	23
3.	Ibrugtagning, drift og overvågning	24
3.1	Ibrugtagning	24
3.1	Drift	24
3.2	Overvågning af matriceanlæggets funktion	26
4.	Næringsstoffjernelse	27
4.1	Næringsstoffjernelse i matriceanlæg	27
4.2	Kvælstof	27
4.3	Fosfor	29
4.4	Vandtilførsel, opholdstid og kvælstoffjernelse	33
5.	Vandmagasinering	37
5.1	Resultater	37
6.	Samlet vurdering	41
6.1	Vandforsyning fra pumpede arealer	41
6.2	Kvælstoffjernelse	43
6.3	Fosforfjernelse	43
6.4	Vandmagasinering	43
6.5	Driftsmæssige erfaringer	44
7.	Perspektivering	46
7.1	Vandtilbageholdelse	46
7.2	Matriceanlæg ved pumpede landbrugsområder	47
7.3	Matriceanlæg som nationalt virkemiddel	47
7.4	Matriceanlæg som internationalt virkemiddel	48

Forord

I september 2012 indgav Orbicon en ansøgning til Naturstyrelsen om økonomisk støtte til projektet "Bæredygtig håndtering af vand fra dyrket og drænet landvindingsområde ved Limfjorden" fra "Miljøteknologisk udviklings- og demonstrationsprogram – MUDP".

Støtten blev ansøgt under overskriften *Vand og klimatilpasning* og underoverskrifterne *Udvikling og demonstration af metoder til intelligent håndtering af drænvand* samt *Teknologier til forbedring af vandmiljøforvaltningen*.

I december 2012 meddelte Naturstyrelsen tilsagn om et økonomisk tilskud til projektet på maksimum 40 % af de samlede projektudgifter. Tilskuddet blev ydet i medfør af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 1049 af 7. november 2012 om tilskud til miljøeffektiv teknologi og under forudsætning af en egenfinansiering fra Orbicons side på 60 % af de samlede projektudgifter.

Forud for opstarten af projektet blev der nedsat en følgegruppe med deltagelse af følgende personer:

Ditte Holse (Chefkonsulent, Task Force for Klimatilpasning)
Torben Bramming Jørgensen (Indehaver af Vand- og Miljørådgivning Aps)
Jens Jungersen (Formand, Gjøl-Frstrup Landvindingslag)
Henrik Damsgaard (Teamleder Natur, Jammerbugt Kommune)

Følgegruppen fulgte især projektet i perioden frem til færdiggørelsen og ibrugtagningen af anlægget, idet der i den periode skulle drøftes og afklares en række forskellige forhold og problemstillinger. I driftsperioden har der været afholdt flere møder repræsentanter for landvindingslaget.

1. Baggrund

I 2012 havde Orbicon gennem flere år arbejdet med at udvikle og afprøve minivådområder med filtermatrice til fjernelse af næringsstoffer fra drænvand, først og fremmest kvælstof. Dette kapitel beskriver baggrunden for at afprøve teknologien på et sted, hvor drænvandet fra et ca. 164 ha stort landbrugsareal pumpes bort til Ryå via en pumpestation, og hvor der samtidig er mulighed for at undersøge mulighederne for at foretage temporær tilbageholdelse af drænvand i det pumpede områdes grøfter og kanaler.

1.1 Orbicons arbejde med udvikling og afprøvning af minivådområder med filtermatrice

I 2006-2007 tog Orbicon og Aarhus Amt initiativ til på baggrund af udenlandske erfaringer at udvikle og afprøve konstruerede minivådområder med filtermatrice som virkemiddel til at fjerne næringsstoffer, først og fremmest kvælstof, fra drænvand fra dyrkede arealer.

I 2009 var det første fuldskala-anlæg i Ondrup Mose nær Odder klar til ibrugtagning, og i de efterfølgende år blev yderligere et antal anlæg etableret og sat i drift, alle på grundlag af økonomisk støtte fra Hedeselskabet og flere offentlige og private donorer og med velvilje fra de private lodsejere, på hvis jord anlæggene blev placeret.

De første års drift og afprøvning af anlæggene gav en mængde resultater og erfaringer, som indikerede behov for videreudvikling og forbedringer af både udformning, materialevalg, drift og monitorering af anlægstypen. Det var på den baggrund, at Orbicon i 2012 besluttede at sondere mulighederne for økonomisk støtte til at forsætte arbejdet med filtermatricer, herunder etablering af endnu et anlæg.

1.2 Projektets formål og indhold

Projektets overordnede formål har været at udvikle og afprøve en metode til klimatilpasning af afstrømningen af drænvand fra dyrkede arealer samtidig med fjernelse af de næringsstoffer i drænvandet, som i dag ledes direkte ud i vandmiljøet.

Med fokus på mulighederne for klimatilpasning af drænvandsafstrømningen gennem tidvis magasinerings af drænvand i grøfter og kanaler i pumpede landbrugsområder afprøver projektet ved Ryå helt konkret et af de klimavirkemidler, der blev bragt i forslag i projektet "Vandet fra landet" under titlen "Dræn og pumpeløsning fra Brovst", og som gør brug af magasineringskapaciteten i jorderne og de heri gravede drængrøfter og –kanaler til at forhindre eller begrænse ødelæggende afstrømninger af overskudsnedbør fra dyrkede arealer, jf. <https://www.klimatilpasning.dk/media/895837/Vandet%20fra%20landet%20-%20dekatalog%20-%202015.pdf> og <https://www.klimatilpasning.dk/media/1174462/vandet-fra-landet-rapport-mst-aktiviteter-i-partnerskabet-maj-2017.pdf>.

Konstruerede minivådområder med filtermatrice anlægges traditionelt på steder, hvor drænvand fra tilpas store landbrugsarealer med kendt størrelse og veldefinerede drænsystemer kan

ledes til anlæggene via rørdræn, og hvor anlæggene dimensioneres efter mængden af vand, der skal kunne behandles.

I dette projekt var det ønsket at kombinere næringsstoffjernelse fra drænvandet til følsomme kystområder (Limfjorden) med en anderledes håndtering af drænvandet fra et drænet og pumpet landbrugsområde, nærmere bestemt Gjøl-Fristrup Enge i oplandet til Ryå.

Drænvandet fra pumpede landbrugsarealer fjernes traditionelt i takt med behovet, det vil sige, at når der er meget vand, pumpes der meget, og når der er lidt, pumpes der lidt eller slet ikke. Alt sammen med det formål til enhver tid at opretholde den for dyrkningen nødvendige afvandsdybde/afvandingstilstand.

En sådan pumpepraksis betyder, at når der er meget vand i drænsystemerne, pumpes der ikke blot meget vand ud i vandmiljøet, men typisk også mange næringsstoffer.

Skulle man kunne håndtere sådanne potentielt meget store mængder vand i et konstrueret minivådområde, ville det med de erfaringsmæssige krav til vandets opholdstid¹ i minivådområdet kræve et meget stort anlæg, hvad enten der er tale om et anlæg med filtermatrice (hvor filtermatricens størrelse er afgørende) eller et anlæg med åbne bassiner (hvor bassinarealet og – volumen er afgørende).

Hvis udgangspunktet er et anlæg, der er mindre, end hvad der er nødvendigt for at kunne sikre optimal kvælstoffjernelse i forbindelse med tidvis meget store mængder drænvand, og hvis der samtidig er ønske om at kunne fjerne næringsstoffer fra hele drænvandsmængden, er der behov for at kunne tilbageholde drænvandet i de perioder, hvor vandmængden overstiger anlæggets kapacitet, og gradvis lede det tilbageholdte vand igennem anlægget i overensstemmelse med dettes kapacitet.

Denne forsinkelseskapacitet kan være svær at finde og håndtere i drænsystemer med frit udløb ved gravitation, subsidiært dyr at tilvejebringe, eksempelvis i form af store sparebassiner. Muligheden kan imidlertid være til stede i drænsystemer i pumpede landbrugsarealer, hvori der indgår dybe grøfter og kanaler med betydeligt større magasineringskapacitet end rørdræn. Således som det er tilfældet i det pumpede område, der i ansøgningen var udset som projektområde.

Projektets specifikke formål har været at fjerne kvælstof (og fosfor) fra drænvandet fra et stort landbrugsareal under alle nedbørsforhold ved at benytte magasineringskapaciteten i hele drænsystemet – dræn, grøfter, kanaler og ikke mindst de drænede jorder - som buffer mod de største afstrømninger, frem for at skulle pumpe overskydende vand urensset ud i recipienten (Ryå), subsidiært at skulle magasinere vand i et gravet bassin i de situationer, hvor minivådområdets kapacitet er overskredet.

Tidvis magasinering af vand i drænsystemerne giver derudover mulighed for at sikre tilstrækkeligt med vand til afgrøderne i perioder med ringe nedbør og rummer dermed et væsentligt aspekt af reguleret dræning, og en mere hensigtsmæssig og bæredygtig anvendelse og håndtering af vandressourcen.

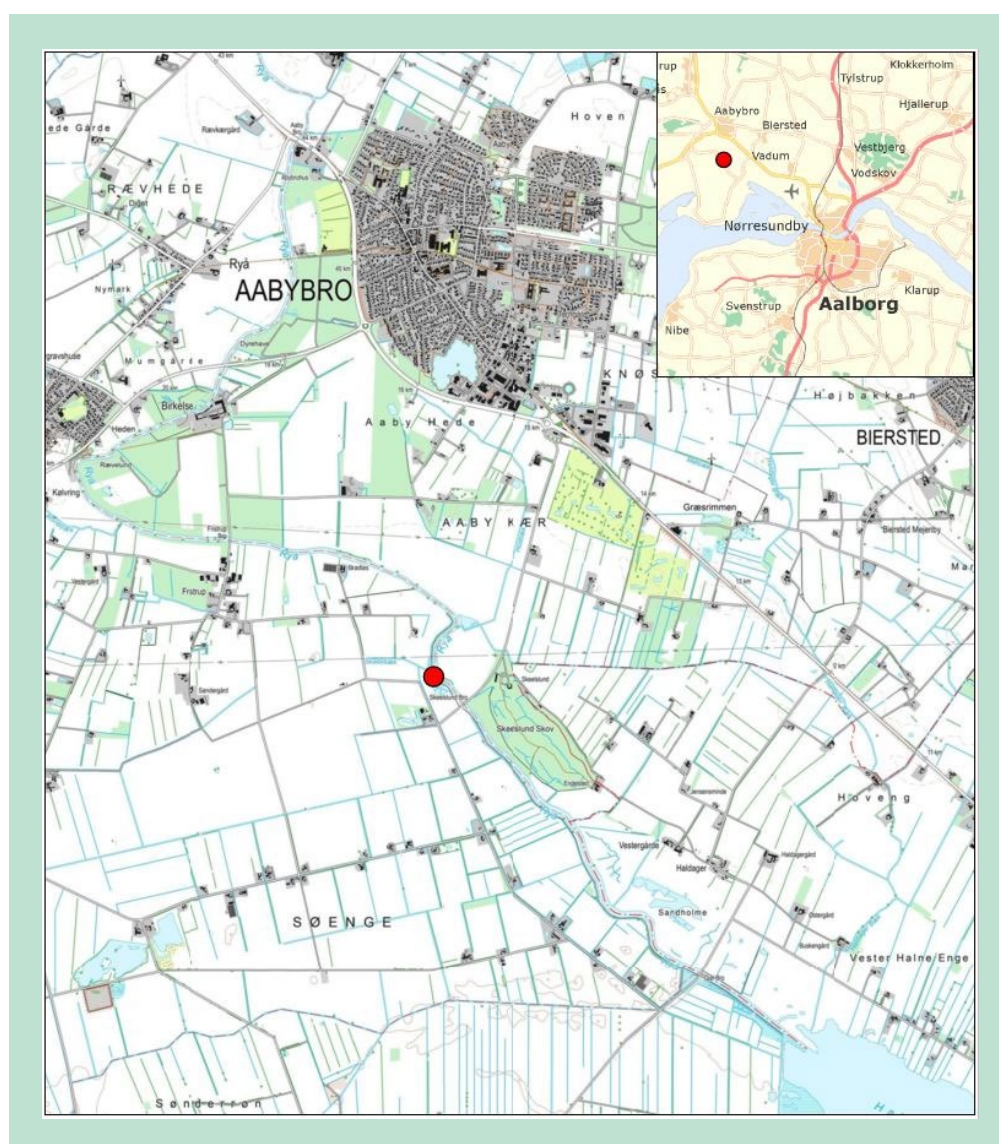
¹ Sideløbende med Orbicons etablering og afprøvning af matriceanlæg gennemførte Aarhus Universitet en række forskningsprojekter med matriceanlæg. Disse projekter har siden etableringen af matriceanlægget ved Ryå vist, hvor lang opholdstid vandet skal have i filtermatricen for at opnå optimal kvælstoffjernelse. Det betyder, at de store drænvandsafstrømninger er bestemmende for størrelsen af filtermatricen, hvis der under alle afstrømningsforhold tilstræbes optimal kvælstoffjernelse.

2. Projektet ved Gjør-Frstrup

Matriceanlægget ved Gjør-Frstrup er det senest tilkomne af Orbicons matriceanlæg og er derfor dimensioneret og anlagt på basis af den viden og de erfaringer, der gennem de forudgående år er blevet høstet i Orbicons øvrige matriceanlæg.

2.1 Projektområdet

Projektområdet er beliggende ved Ryå syd for Åbybro, se figur 2.1.1.



FIGUR 2.1.1. Oversigt over beliggenheden af matriceanlægget i Gjør-Frstrup Enge ved den nedre del af Ryå. Kortmateriale: Danmarks Miljøportal.



FIGUR 2.1.2. Oversigt over afgrænsningen (tynd rød streg) af det pumpede landbrugsopland til matriceanlægget ved Ryå. Den røde pil viser beliggenheden af matriceanlægget forud for etableringen

Matriceanlægget er etableret på et areal tilhørende Jens Jungersen og driffællesskabet JSJ-agro I/S.

Oplandet til matriceanlægget er ca. 164 ha stort og er en del af et langt større landvindingsområde, der afvandes af Gjør-Frstrup Enges Landvindingslag. Som det fremgår af figur 2.1.2. består oplandet til matriceanlægget næsten udelukkende af intensivt dyrkede landbrugsarealer.

Hovedparten af arealerne under Gjør-Frstrup Enges Landvindingslag afvandes til Ryå via en stor pumpestation, beliggende umiddelbart opstrøms Haldager Bro. De ca. 164 ha afvandes ligeledes til Ryå, men via en langt mindre pumpe umiddelbart opstrøms Skeelslund Bro, se rød pil i figur 2.1.2.

Landvindingslagets lille pumpe nord for Skeelslund Bro har under langt de fleste forhold tilstrækkelig kapacitet til at holde arealerne i oplandet til matriceanlægget afvandet på tilfredsstillende vis, men hvis afvandingsbehovet overstiger pumpens kapacitet, er der mulighed for, at overskydende vand fra oplandet kan ledes sydover til den store pumpe via en grøft langs Slusevej, se figur 2.1.3.

Denne mulighed for hydraulisk aflastning blev undersøgt forud for valget af projektområde, idet hyppige aflastninger ville kunne kompromittere formålet om at undersøge mulighederne for tidvis magasinering. Konklusionen blev, at aflastninger via grøften forekommer så sjældent, at de ikke udgør et problem i forhold til projektets formål.



FIGUR 2.1.3. Forbindelsesgrøften langs Slusevej mellem landvindingslagets lille pumpe ved projektområdet og den store pumpe opstrøms Haldager Bro, begge md afløb til Ryå

2.2 Projekttering og etablering

Matriceanlægget er projekteret af Orbicon på grundlag af de erfaringer, der indtil da var høstet i andre matriceanlæg.

Forud for projekteringen blev der indgået aftaler med lodsejer og landvindingslaget og indhentet en række tilladelser og dispensationer fra Jammerbugt Kommune og Statens Luftfartsvæsen. Sidstnævnte var begrundet af anlæggets nærhed til Aalborg Lufthavn, idet etablering af åbne vandflader indebærer mulighed for forekomst af flere fugle i området og dermed en øget risiko for bird strikes.

I forbindelse med opstarten af projektet blev der nedsat en følgegruppe med repræsentanter fra myndigheder og lodsejere. Denne følgegruppe fulgte projektet gennem projekteringsperioden.

Matriceanlægget er anlagt i randen af dyrket mark, tæt på Ryå, se figur 2.1.2, og består af 5 indbyrdes adskilte enheder, se figur 2.2.1.

De 5 enheder er i rækkefølge fra indløb til udløb:

1. Et stort, aflangt forbassin beliggende mellem Ryå og de øvrige bassiner
2. Et lille forbassin
3. Filtermatricen bestående af grofthakket bøgetræflis²
4. Et mellemstort bassin i forlængelse af filtermatricen
5. Et større efterklaringsbassin adskilt fra det opstrøms bassin af en jordvold.

² På tidspunktet for projekteringen og etableringen af anlægget var det erfaringen, at grofthakket bøgetræflis var det bedst egnede filtermateriale i henseende til både porøsitet og stabilitet. I andre projekter har det sidenhen vist sig, at også andre træsorter, eks. pil, kan anvendes i filtermatricen. Der har ikke været konstateret sortfarvning af vandet eller andre problemer ved anvendelse af bøgetræflis.



FIGUR 2.2.1 Luftfoto af matriceanlægget ved Gjøl-Fristrup 2017. Den grønne farve i bassinerne skyldes dækkende forekomster af Liden Andemad på vandoverfladerne. Det grå element er filtermatricen, bestående af grofthakket træflis.

1 - Det store forbassin, se figur 2.2.2, adskiller matriceanlægget ved Gjøl-Fristrup fra de fleste andre matriceanlæg ved både dets tilstedeværelse og størrelse og er anlagt med det specifikke formål at undersøge, hvordan et sådant stort bassin kan påvirke/forbedre fosfortilbageholdelsen i et matriceanlæg og samtidig udjævne vandtilførslen til matricebassinet.



FIGUR 2.2.2. Det store forbassin mellem matriceanlægget og Ryå, set i retning fra syd mod nord kort efter færdigetableringen i 2014.

2 - det lille forbassin opstrøms filtermatricen, se figur 2.2.3, tjener normalt som sedimentationsområde for det partikulære materiale, der i varierende grad transporteres med drænvandet, og sikrer derudover en jævnt fordelt vandstrøm gennem træflisen. I dette anlæg tjener det lille forbassin fortrinsvis sidstnævnte formål, idet det store forbassin sikrer en effektiv sedimentation af partikulært materiale.



FIGUR 2.2.3 Det lille forbassin set i retning fra nord mod syd kort efter anlæggelsen i 2014.

3 - filtermatricen består af grofthakket bøgetræ, se figur 2.2.4, og udgør kernen – eller bioreaktoren, om man vil - i matriceanlægget. Kvælstoffjernelsen i matriceanlægget sker i al væsentlighed i filtermatricen ved mikrobiel omsætning af drænvandets nitrat til luftformig kvælstof

med træflisen som kulstofkilde og under iltfrie forhold (denitrifikation). Det er derfor filtermatri-
cens størrelse og karakteristika, der er bestemmende for kvælstoffjernelsen.

Filtermatri-
cens volumen er 90 m³, hvilket med en porøsitet på ca. 60% og en projekteret vand-
gennemstrømning på ca. 10 l/s betyder, at vandets projekterede opholdstid i matricen er ca.
1,5 timer. Denne projekterede opholdstid gælder under forudsætning af, at pumpen leverer
vand hele tiden. Det er imidlertid ikke tilfældet i tørre perioder med ringe drænvandstilstrøm-
ning, idet der så kan være intervaller af varierende længde, hvori der ikke pumpes vand til an-
lægget. Er det tilfældet, kan der alligevel i en stor del af tiden ske vandtilførsel til matricen som
følge af buffereffekten i det store forbassin.

4 - bassinet nedstrøms filtermatricen er med til at sikre den ensartede vandgennemstrømning i
træflisen.

5 - efterklaringsbassinet er fortrinsvis anlagt for at genilte drænvandet, som er helt iltfrit, når
det forlader filtermatricen. I Ryå udgør afløbsvandet fra matriceanlægget under 1 % af vandfø-
ringen i Ryå og iltes tilmed ved, at afløbsvandet risler ned i åen fra afløbsrøret, der er placeret
højt over åens vandspejl. Det er derfor uden betydning for tilstanden i Ryå, om vandet fra ma-
triceanlægget udledes uden eller med ringe indhold af ilt. Iltindholdet i afløbsvandet kan imid-
lertid være et problem i de tilfælde, hvor et matriceanlæg har afløb til et lille vandløb, hvorfor
der kan være behov for en iltningstrappe eller iltningsbrønd. Der arbejdes i andre projekter
med at finde løsninger på dette problem. Det skal her nævnes, at afløbsvandet ikke er ilt-
forbrugende i sig selv og derfor blot skal geniltes ved fysisk kontakt med atmosfæren.

Matriceanlægget er udgravet på en sådan måde, at vandspejlet i anlægget ved normal drift lig-
ger +/- i niveau med det omgivende terræn. Med en bassindybde på godt 1 meter betyder det,
at vandet i anlægget i en stor del af tiden er beliggende over vandspejlet i de omgivende jor-
der. Jordbunden i projektområdet er domineret af permeabelt sand, og det var derfor nødven-
digt at fore bassinerne med en ca. 20 cm tyk lermembran, se figur 2.2.5, primært for at forhin-
dre vandudsivning til de omgivende markarealer, men også for at forhindre utilsigtet vandind-
sivning.





FIGUR 2.2.4. Filtermatricen – bioreaktoren, hvori kvælstoffjernelsen sker ved denitrifikation af drænvandets nitrat - består af grofthakket bøgetræ, øverst set fra syd mod nord, før der blev lukket vand på anlægget, og nederst set fra nord mod syd kort efter at der blev lukket vand på sidst i 2014.



FIGUR 2.2.5. Matriceanlægget er anlagt i/på porøs sandet jord, der via dræn og pumpe er afvandet til mere end 1,5 meters dybde. For at holde vandet i bassinerne var det nødvendigt at fore bassinerne med en lermembran til et stykke op over omgivende terræn.

Den opgravede jord blev anvendt til at indramme anlægget med ca. 1 meter høje jordvolde, som skal forhindre afstrømning af vand fra anlægget til markarealerne og pumpekanalen i tilfælde af utilsigtet høj vandstand i anlægget, se figur 2.2.6.



FIGUR 2.2.6. Matriceanlægget er omgivet af ca. 1 meter høje volde for at forhindre udstrømning af vand fra anlægget til de omgivende marker i tilfælde af høje vandstande i anlægget.

2.3 Minivådområde med åbne bassiner som nabo

Matricebassinet blev projekteret og etableret samtidig med at Gjør-Frstrup Enges Landvindingslag med økonomisk støtte fra NaturErhvervstyrelsen fik projekteret og etableret et minivådområde af typen med åbne bassiner på arealet umiddelbart syd for matriceanlægget, se figur 2.3.1. og figur 2.3.2.



FIGUR 2.3.1. Oversigt over beliggenheden af Gjør-Fristrup Enges Landvindingslags åbne bassin-anlæg syd for Orbicons matriceanlæg.



FIGUR 2.3.2. Plantegning (som udført) af de to minivådområder ved Gjør-Frstrup, matriveauet øverst og det åbne bassinanlæg nederst, med angivelse af strømningsvejene.

2.4 Vandforsyning og prøvetagning

Vandforsyningen til begge anlæg sker fra pumpekanalen via én pumpe og via en fordelingsbrønd, der sikrer, at begge anlæg til enhver tid gennemstrømmes i overensstemmelse med den projekterede kapacitet. Som led i projektet med både matriveauet og det åbne bassin-anlæg blev der i en ny pumpebrønd opsat en ny pumpe, dimensioneret til at oppumpe den projekterede vandmængde, se figur 2.4.1.

Den nye pumpe kapacitet er fastlagt på grundlag af forudgående drøftelser med landvindingslaget om drænvandsmængderne, ønsket om magasinering og størrelsen af de to minivådområder.



FIGUR 2.4.1. Den nyetablerede pumpe, hvis kapacitet er afstemt i forhold til den projekterede vandgennemstrømning i matriceanlægget og det åbne bassinanlæg.



FIGUR 2.4.2. Fordelerbrønden hvori vandet fra pumpen fordeles med ca. 10 l/s via en vandbremse til matriceanlægget og ca. 25 l/s til det åbne bassinanlæg.

Den eksisterende pumpe er bevaret og tjener som nødpumpe til bortpumpning af overskydende drænvand i de tilfælde, hvor magasineringen i kanaler og grøfter overstiger, hvad der er acceptabelt i forhold til afvandingen af jorderne. På grund af for stor kapacitet kunne den eksisterende pumpe ikke anvendes til oppumpning af vand til de to anlæg – matriceanlægget og det åbne bassinanlæg.

Den projekterede pumpe har en kapacitet på ca. 35 l/s, varierende en smule med højden på vandspejlet i pumpekanalen, og den oppumpede vandmængde fordeles via en fordelerbrønd, se figur 1.7.2, og en vandbremse med ca. 10 l/s til matriceanlægget og den resterende vandmængde, ca. 25 l/s, til det åbne bassin-anlæg.

Fordelerbrønden er konstrueret således, at når der pumpes vand op i brønden, ledes ca. 10 l/s forlods til matriceanlægget via vandbremsen og den resterende vandmængde (ca. 25 l/s) til det åbne bassin-anlæg.

Mængden af vand, der ledes til det åbne bassin-anlæg, er siden ibrugtagningen af de to anlæg blevet målt med en flowmåler, og den samlede oppumpede vandmængde kvantificeres derfor som summen af den målte vandmængde til de åbne bassiner og de ca. 10 l/s, som via vandbremsen ledes til matriceanlægget. Prioriteringen af vandfordelingen betyder, at når der er vandtilførsel til det åbne bassin-anlæg, tilføres der altid samtidig 10 l/s til matricebassinet. Og eftersom der altid oppumpes ca. 35 l/s, når pumpen er i drift, vil vandtilførsel til de åbne bassiner altid være ledsaget af vandtilførsel til matriceanlægget. Den oppumpede vandmængde, svarende til pumpens kapacitet, vil således altid fordeles i forholdet ca. 10:25. Siden oktober 2017 er vandtilførslen til matriceanlægget også blev målt med en særskilt flowmåler.

Fællesskabet om vandforsyningen gør det muligt til enhver tid at se og vurdere de to anlægstypers evne til at fjerne kvælstof (og fosfor) fra vand med samme indhold af næringsstoffer.

Overvågningen af anlæggenes funktion er rettet mod næringsstofkoncentrationerne i det tilstrømmende og udstrømmende vand og mod mængden af vand, der passerer gennem anlæggene. I tilknytning til pumpen og fordelerbrønden er der derfor etableret målebrønde, der muliggør udtagning af vandprøver i følgende punkter:

1. I den fælles vandforsyning fra pumpen,
2. I afløbet fra matriceanlægget,
3. I afløbet fra det åbne bassin-anlæg, og
4. I afløbet fra det store forbassin til matriceanlægget.

Vandprøverne til bestemmelse af næringsstofkoncentrationerne mv. udtages løbende med ISCO-samlere, der er placeret i et aflåst skur. I tillæg til prøvetagningen i ind- og udløbsvandet foretages der prøvetagning i afløbsvandet fra det store forbassin, ligeledes med ISCO-samlere placeret i aflåst skur i den nordlige ende af matriceanlægget.

Figur 2.4.3. viser de tekniske installationer i området mellem de to minivådområder.



FIGUR 2.4.3. Oversigt over de tekniske installationer med pumpebrønde, fordelerbrønd og målebrønd i området mellem de to minivådområder. Det grønne skur rummer strømforsyning og de ISCO-samlere, der løbende indsamler vandprøver fra den fælles vandforsyning og fra afløbene fra de to minivådområder. Brønden længst til venstre huser den oprindelige pumpe. November 2014.

2.5 Vandstandsmålinger i grøfter og kanaler

Tidvis magasinering af vand i grøfter og kanaler i det pumpede landbrugsområde er et af fokuspunkterne i projektet, og der blev derfor i september 2016 opsat vandstandsloggere på tre steder i de grøfter og kanaler, der leder drænvandet fra oplandet frem til pumpen:

5. I hovedkanalen (Skallebæk) umiddelbart opstrøms pumpen,
6. I hovedkanalen (Skallebæk) ca. 500 meter opstrøms pumpen,

7. I aflastningsgrøften ca. 750 meter opstrøms pumpen, tæt på "vandskellet" mod hovedpumpestationen nær Haldager Bro,

se figur 2.5.1. og figur 2.5.2.

Vandstandsloggerne er nivelleret således, at vandstanden kan angives i kote (m DVR90). Loggerne er forsynet med modem, der løbende, med korte intervaller transmitterer data til Orbicon, hvorfra de regelmæssigt opdaterede data vises på den offentligt tilgængelige hjemmeside Vandløbssiden – hydrometri.dk.

Idet alle tre loggere er nivelleret, kan man via Vandløbssiden se vandspejlskoten næsten i realtid på alle tre stationer. Denne facilitet har været nyttig for pumpelaget, hvis jorder påvirkes af vandspejlshøjden i grøfter og kanaler.



FIGUR 2.5.1. Oversigt over beliggenheden af de tre vandstandsstationer i oplandet til matriceanlægget ved Gjøl-Fristrup Enges Landvindingslag.



FIGUR 2.5.2. Online vandstandslogger i aflastningsgrøften langs Slusevej. I hovedparten af tiden strømmer vandet i retning mod pumpen ved de to minivådområder, og kun i forbindelse med ekstraordinært store afstrømninger er der mulighed for at vandstrømmen vendes i retning mod hovedpumpen opstrøms Haldager Bro, som derved aflaster pumpen i projektområdet. Grøftens dimensioner og især gennemstrømningsåbningens størrelse i de mange overkørsler over grøften betyder, at grøftens vandføringsevne er begrænset.

2.6 Future Cropping

Matriceanlægget ved Gjør-Frstrup er som nævnt ét af i alt 4 matriceanlæg, som Orbicon tillige med eksisterende overvågningsdata fra de 4 anlæg har stillet til rådighed for samarbejdet med bl.a. Aarhus Universitet, Agro og SEGES i det af Innovationsfonden støttede projekt "Future Cropping".

De 4 matriceanlæg monitoreres i perioden 2016-2019 efter en standard, der muliggør beregning af anlæggenes effekt i forhold til kvælstof- og fosforfjernelse, beregning af hydraulisk opholdstid, håndtering af peak flows, temperatur og iltforhold op- og nedstrøms filtermatricen samt drift- og anlægstekniske forhold. Der er ikke planlagt monitorering af anlæggene efter 2019.

I 2019-2020 skal Future Cropping levere en model for placering og dimensionering af konstruerede minivådområder med filtermatrice, en anlægsmanual³, en peer review artikel, en artikel til tidsskriftet Mark, en artikel til tidsskriftet Vand og Jord samt demonstrere anlæggene for forskellige grupper af interessenter. Anlægsmanualen baseres på Orbicons erfaringer men under inddragelse af nyeste viden fra AU og andre. Det overordnede formål med formidlingen af resultaterne er at bidrage med viden om og dokumentation af drænfilterteknologiens kapacitet og potentiale i forhold til fjernelse af kvælstof (og fosfor) fra drænvand og potentialet som et af flere virkemidler i det åbne land.

Projektet ved Gjør-Frstrup bidrager derigennem med data og viden, som skal indgå grundlaget for at inddrage matriceanlæg i gruppen af virkemidler til målrettet regulering og/eller den kollektive indsats til begrænsning af tabet af kvælstof fra drænede landbrugsarealer.

3. Ibrugtagning, drift og overvågning

I november 2014 var anlægsarbejdet tilendebragt og matriceanlægget klar til at blive sat i drift. I sommeren 2015 blev der iværksat overvågning af anlæggets fjernelse af kvælstof og fosfor fra drænvandet. Dette afsnit beskriver aktiviteterne og det driftsmæssige forløb, herunder de udfordringer, som viste sig i løbet af driftsperioden.

3.1 Ibrugtagning

I november 2014 var etableringen af matriceanlægget tillige med de åbne bassiner og de fælles installationer (pumpe, fordelingsbrønd og målebrønde mv.) tilendebragt, og matriceanlægget – samt også det åbne bassin-anlæg - var dermed klar til drift, se figur 3.1.1.

3.1 Drift

Ved driftsperiodens begyndelse kunne det konstateres, at fordelingen af det oppumpede drænvand mellem matriceanlægget og de åbne bassiner fungerede som planlagt, det vil sige at ca. 10 l/s blev ledt til matriceanlægget og ca. 25 l/s til de åbne bassiner.

Langt henne i driftsperioden viste de loggede, men indtil da ikke granskede data fra flowmåleren i indløbet til de åbne bassiner imidlertid, at mængden af oppumpet vand til de to anlæg havde været faldende gennem en lang periode, til trods for at forsyningspumpen havde kørt regelmæssigt.

Efter et længerevarende udredningsarbejde og afklaring af ansvarsfordelingen, der i sidste ende førte til demontering af forsyningspumpen, viste det sig, at pumpen på et tidspunkt var blevet ramt af en defekt, der gradvis havde nedsat kapaciteten. I den forbindelse viste det sig ydermere, at der i modstrid med projektbeskrivelsen var blevet monteret en forsyningspumpe med for lille kapacitet. Defekt og underdimensionering af forsyningspumpen havde som konsekvens, vandtilførslen til matriceanlægget (og det åbne bassinanlæg) i første del af driftsperioden ikke var som projekteret. Defekten på forsyningspumpen betød endvidere, at en stor del af den samlede vandmængde fra oplandet i første del af driftsperioden blev pumpet uden om de to minivådområder via landvindingslagets oprindelige pumpe for at undgå kritisk høje vandstande i landbrugsjorden.

Dette uforudsete og sent opdagede problem betød, at såvel driften af anlægget som magasineringen af vand i drængrøfterne og kanalen var kompromitteret gennem en længere del af den oprindelige projektperiode.

I første halvdel af 2017 blev der efter forudgående revision af projektbudgettet og tidsplanen og aftale med Miljøstyrelsen taget initiativ til for Orbicons regning at få opsat en ny forsyningspumpe med tilstrækkelig stor kapacitet, og samtidig blev der monteret en flowmåler i indløbet til matricebassinet for at få fuldstændigt styr på vandtilførslen i alle flowsituationer. Udskiftning-

gen af pumpen og etableringen af målebrønd til flowmåleren var gennemført sidst på sommeren 2017, hvorved driften af begge anlæg nu kunne foregå som oprindeligt projekteret, og hvorved alt drænvandet fra oplandet kunne oppumpes via forsyningspumpen og ledes gennem de to minivådområder i det projekterede mængdeforhold på ca. 10:25.



FIGUR 3.1.1. Øverst: Det nyanlagte matricebassin set fra syd mod nord. Nederst: To af bassinerne i det nyanlagte åbne bassin-anlæg set fra øst mod vest.

I begyndelsen af driftsperioden viste der sig ydermere problemer med afvandingen (dræningen) af et mindre markareal, der grænser op til minivådområdet, sandsynligvis som en følge af anlægsarbejdet, og det var nødvendigt at få retableret dræntilstanden for midler uden for projektbudgettet.

Bortset fra disse installationsmæssige problemer har matriceanlægget fungeret som forventet gennem hele driftsperioden. Vandstrømmen gennem anlægget har fundet sted som planlagt, og det har alene været nødvendigt med en lille justering af træflismatricens højde for at undgå overskylning af matricen.

Samlet set har driftsperioden således været præget af en række uforudseelige problemer, som har betydet en væsentlig forsinkelse af tidspunktet for opstart af den projekterede og planlagte

drift. Perioden med "normal" drift har derfor været begrænset til perioden august 2017 til september 2018.

3.2 Overvågning af matriceanlæggets funktion

Overvågningen af matriceanlæggets næringsstoffjernelse blev påbegyndt i juli 2015, godt et halvt år efter at der var blevet sat vand på. Til sammenligning skal det nævnes, at overvågningen af det åbne bassinanlæg først blev påbegyndt ca. et år efter etableringen, idet bassinerne først skal "modnes" med organisk kulstof, førend de kan fjerne kvælstof.

Vandprøver til analyse for kvælstof og fosfor er gennem hele driftsperioden blevet indsamlet med ISCO samplere med udtagning af én prøve hver time på hver af de tre stationer:

1. Indløbsvand fra den fælles vandforsyning,
2. Indløbsvand ved indløbet til matricebassinet fra forbassinet,
3. Udløbsvand fra matricebassinet.

Tilsynet med ISCO-samplerne, hjembringelse og analyse af vandprøver samt tapning af flowdata fra flowmåleren er gennem hele driftsperioden blevet varetaget af Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, som led i samarbejdet i projektet Future Cropping. Analyserne af vandprøverne er foretaget efter de forskrifter, som Aarhus Universitet anvender i forbindelse med overvågningen af andre minivådområder. Disse forskrifter indebærer, at der på baggrund af flowdata foretages en udvælgelse af de vandprøver, som repræsenterer perioder med stabil vandtilstrømning til pumpen henholdsvis stigende og faldende vandtilstrømning. På den måde kan antallet af analyser blandt de mange vandprøver begrænses og fokuseres på de perioder, hvor der erfaringsmæssigt ikke sker udsving i koncentrationen eller hvor denne varierer meget på grund af stigende eller faldende drænvandstilstrømning.

Orbicon har derudover ført regelmæssigt tilsyn med anlæggets tilstand og funktion.

Orbicon har ligeledes ført regelmæssigt tilsyn med vandstandsloggerne på de tre stationer i grøfterne i oplandet til forsyningspumpen for at sikre, at de fungerer korrekt og transmittere korrekte data til Orbicons database HYMER. Vandstandsloggerne har registreret vandstanden i grøfterne hvert femte minut, og resultaterne er blevet præsenteret med løbende opdatering på Vandløbssiden – hydrometri.dk, hvor alle har kunnet følge vandstandens størrelse (kote i DVR90) og variation næsten i realtid.

Det er vurderingen, at der i projektperioden kun har forekommet aflastning til hovedpumpen i ubetydeligt omfang. Vurderingen hviler på både de registrerede vandstande og på det faktum, at grøftens vandføringsevne er stærkt begrænset, bl.a. af lille gennemstrømningsåbning i de mange overkørsler, der krydser grøften.

4. Næringsstoffjernelse

Selvom projektet blev ramt af en række driftsmæssige problemer i forhold til vandforsyningen, har overvågningen af næringsstoffjernelsen fundet sted som planlagt gennem hele driftsperioden. Det betyder, at der fra første del af driftsperioden og frem til oktober 2018 foreligger information om den relative næringsstoffjernelse (udløbskoncentrationen i forhold til indløbskoncentrationen), mens der fra sidste del af perioden også foreligger information om den mængdemæssige næringsstoffjernelse (kg fjernet næringsstof pr. døgn).

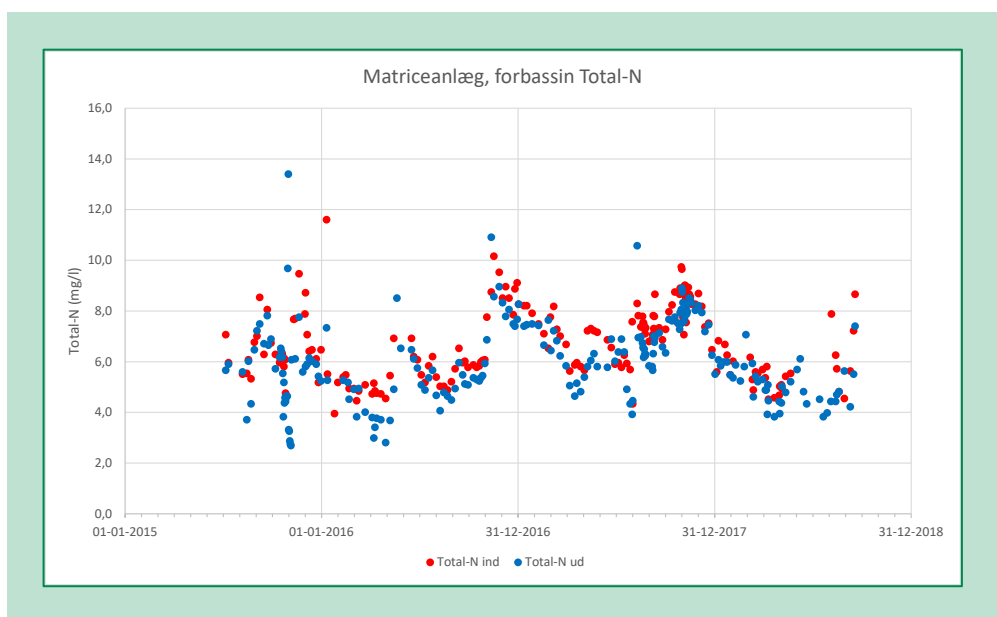
4.1 Næringsstoffjernelse i matriceanlæg

Der er i denne rapport fokuseret på det specifikke matriceanlæg i Gjør-Frstrup Enge med primært fokus på, hvordan dette anlæg har fungeret i forhold til formålet med anlægget i relation til både næringsstoffjernelse og vandhåndtering.

4.2 Kvælstof

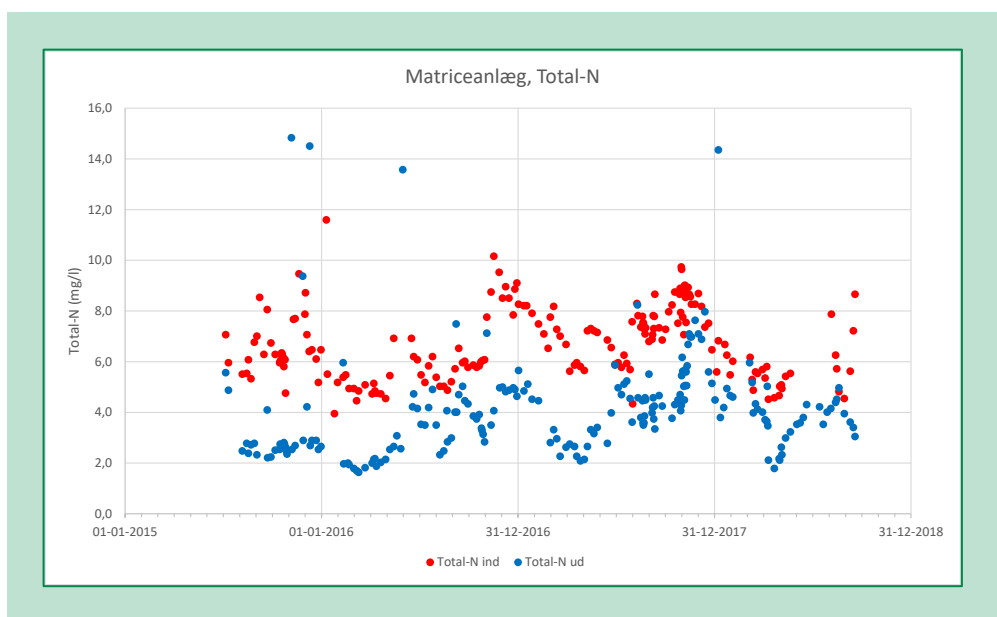
Overvågningen af kvælstofindholdet i indløbsvandet til matriceanlægget viser, at koncentrationen gennem hele overvågningsperioden har ligget på et typisk niveau for drænvand fra dyrkede landbrugsoplande med sommerværdier i intervallet 4-7 mg/l Total-N og interværdier i intervallet 7-10 mg/l Total-N, se figur 4.2.1.

Det store forbassin blev etableret for at optimere fosfortilbageholdelsen, vel vidende at kvælstoffjernelsen i et sådant enkelt bassin er beskeden, jf. figur 4.2.1. Det bemærkes dog, at når sådanne bassiner anlægges i serie, så kan flere hver for sig små reduktioner i et antal bassiner (= et åbent bassin-anlæg) alligevel summere op til betydelige reduktioner af vandets kvælstofindhold, hvilket udnyttes i minivådområder med åbne bassinanlæg, aktuelt det åbne bassinanlæg syd for matriceanlægget ved Gjør-Frstrup.



FIGUR 4.2.1. Oversigt over rådata for Total-N (mg/l) i drænvandet fra oplandet til matriceanlægget (rød markering) og i afløbet fra det store forbassin = indløbet til matricebassin (blå markering). De få meget høje værdier vurderes at være outliers med uforklarlig årsag.

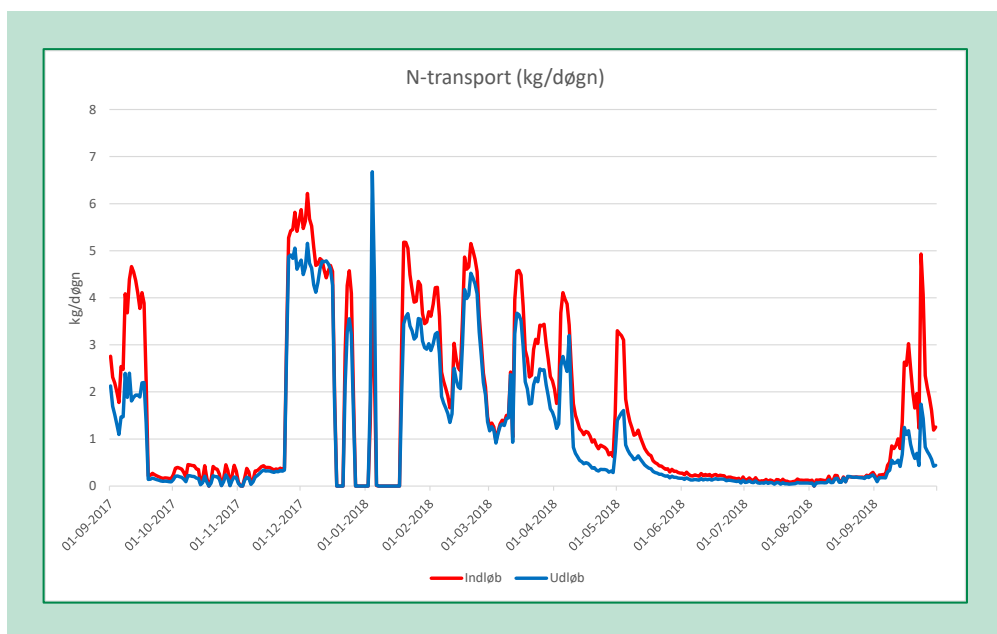
Mens kvælstofkoncentrationerne således kun reduceres lidt ved drænvandets passage gennem det store forbassin, sker der i matriceanlægget, hovedsagelig i selve filtermatricen, en betydelig kvælstoffjernelse, se figur 4.2.2.



FIGUR 4.2.2. Oversigt over rådata for Total-N (mg/l) i drænvandet fra oplandet til matriceanlægget (rød markering) og i afløbet fra matriceanlægget (blå markering). Bemærk: indløbsværdierne er de samme som i indløbet til det store forbassin og tager derfor ikke højde for den lille kvælstoffjernelse i det store forbassin. De få meget høje værdier vurderes at være outliers med uforklarlig årsag.

Overvågningen af matriceanlægget ved Gjør-Frstrup viser samme generelle billede som andre matriceanlæg, nemlig at den relative kvælstoffjernelse er størst om sommeren, når temperaturen er høj og vandets opholdstid i filtermatricen er lang, mens det omvendte gør sig gældende om vinteren.

Denne sæsonbetingede forskel kan for en umiddelbar betragtning ses som en svaghed ved matriceanlæg i almindelighed, men det skal tages i betragtning, at selvom den relative kvælstoffjernelse er mindre i vinterhalvåret, så kan der alligevel fjernes betydelige mængder kvælstof, fordi vandgennemstrømningen almindeligvis er større end om sommeren⁴. Dette forhold træder tydeligere frem, når man på grundlag af koncentrationer og flowdata beregner den daglige kvælstoffjernelse, se figur 4.2.3.



FIGUR 4.2.3. Figur 4.2.3. Oversigt over den daglige transport af Total-kvælstof ind og ud af matriceanlægget, beregnet på baggrund af daglige værdier for Total-N i ind- og udløbsvand og daglige, målte værdier af vandtransport igennem anlægget.

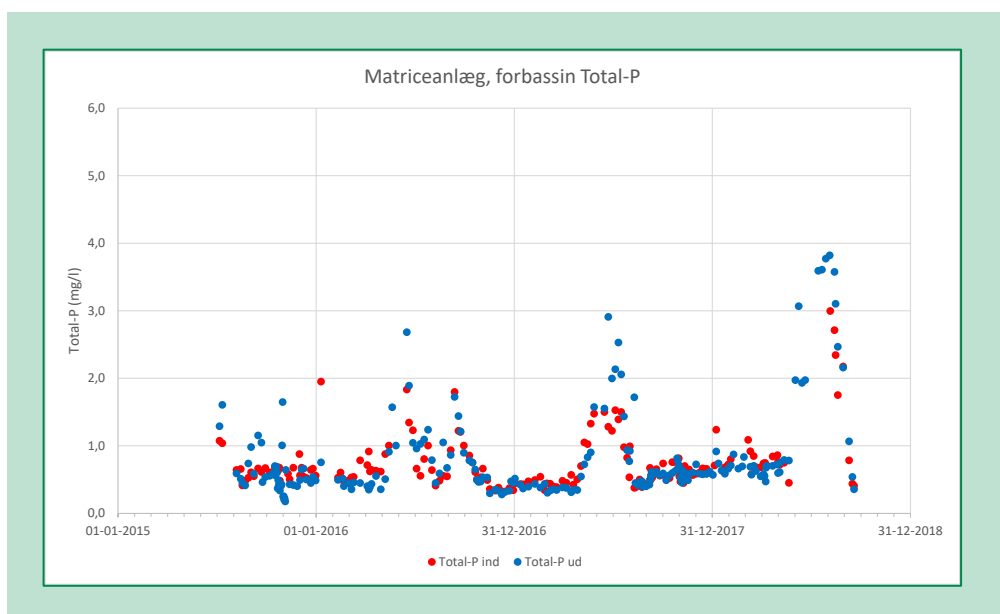
4.3 Fosfor

Overvågningen af fosforindholdet i indløbsvandet til matriceanlægget viser, at koncentrationen gennem hele overvågningsperioden har ligget på et bemærkelsesværdigt højt niveau med vinterværdier på +/- 0,5 mg/l og sommerværdier på +/- 1 mg/l eller højere, se figur 4.3.1.

Overvågningen viser, at det store forbassin er i stand til at tilbageholde en vis mængde fosfor i en stor del af tiden, først og fremmest i de kolde måneder, mens der i sommermånederne sker frigivelse af fosfor fra sedimentet i bassinet, med det resultat, at udløbsværdierne overstiger indløbsværdierne.

Et sådant variationsmønster tyder på, at hovedparten af fosfortilførslen sker i form af opløst fosfor, hvilket bekræftes af Aarhus Universitets stikprøvetagninger i indløbsvandet til det åbne bassinlæng. Derfor er tilbageholdelsen i det store forbassin relativt lille, til trods for bassinets størrelse. Hvis fosfortilførslen var sket i form af partikelbundet fosfor, ville der erfaringsmæssigt være sket en langt større fosfortilbageholdelse i et bassin som det store forbassin.

⁴ Forklaringen på, at der trods en projekteret fast vandtilstrømning på 10 l/s kan være forskel på opholdstidens længde er, at der om sommeren typisk er længere intervaller mellem pumpeaktiviteten end om vinteren, hvor de største vandmængder skal pumpes ud.



FIGUR 4.3.1. Oversigt over rådata for Total-P (mg/l) i drænvandet fra oplandet til matriceanlægget (rød markering) og i afløbet fra det store forbassin = indløbet til matricebassinet (blå markering).

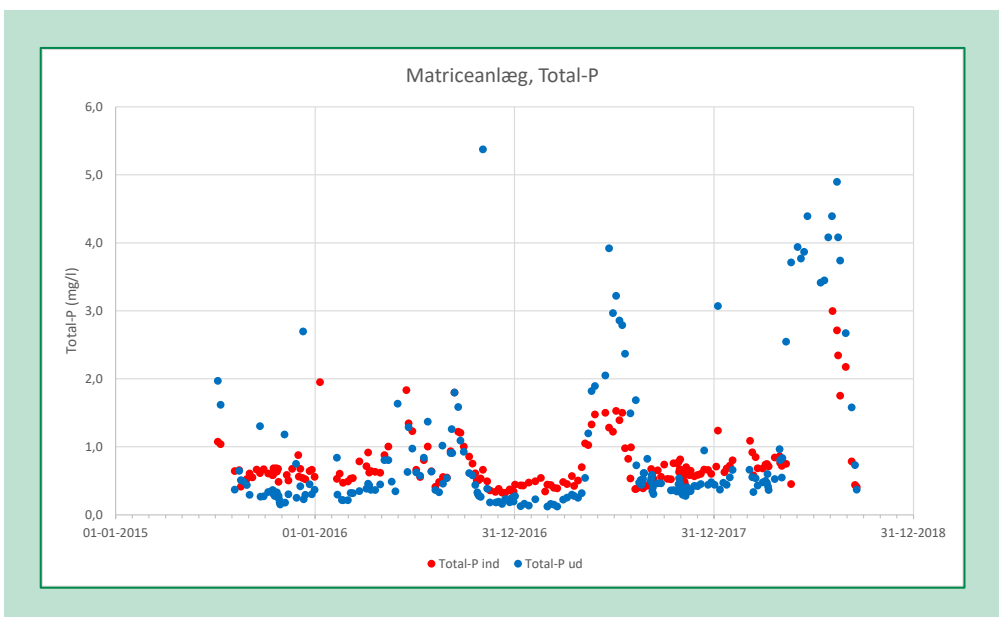
Frigivelse af fosfor fra sedimentet i de varme måneder tyder også på, at en stor del af fosfortilførslen sker i form af opløst fosfor, idet fosforbindingen i sedimentet er løs og meget følsom overfor iltfrie forhold i vandet. Og netop sidstnævnte vurderes at opstå, når lille vandgennemstrømning finder sted i kombination med, at Liden Andemad "lægger låg på" bassinets vandoverflade og forhindrer luftudveksling mellem vandet og atmosfæren og samtidig forhindrer undervandsplanter i at få lys, se figur 4.3.2.

Mens fosfortilbageholdelsen i det store forbassin var beskeden, var fosfortilbageholdelsen i matricebassinet mere udtalt, se figur 3.2.3, om end der også her er konstateret frigivelse af fosfor i de varme måneder, særlig i sommeren 2018. Også her tilskrives dækkende forekomster af Liden Andemad betydning for iltudvekslingen mellem vandet og atmosfæren og dermed for sedimentets evne til at binde fosfor, se figur 4.3.4.

Da indløbskoncentrationen af fosfor er højere om sommeren end om vinteren, tyder det på at der også i grøfterne og kanalen sker fosforfrigivelse fra sedimentoverfladen, når denne ved lav drænafløbstrømning og dannelse af tætte lag af Liden Andemad på vandoverfladerne bliver iltfri. Sidstnævnte har ved flere lejligheder kunnet konstateres på grundlag af indløbsvandets svage, men dog tydelige lugt af svovl/svovlbrinte.



FIGUR 4.3.2. Dækkende lag af Liden Andemad lægger gennem hele sommerperioden og langt ind i efteråret låg på vandoverfladen i det store forbassin og er derved medvirkende til at skabe iltfrie forhold i bassinet og grundlag for fosforfrigivelse fra sedimentet.

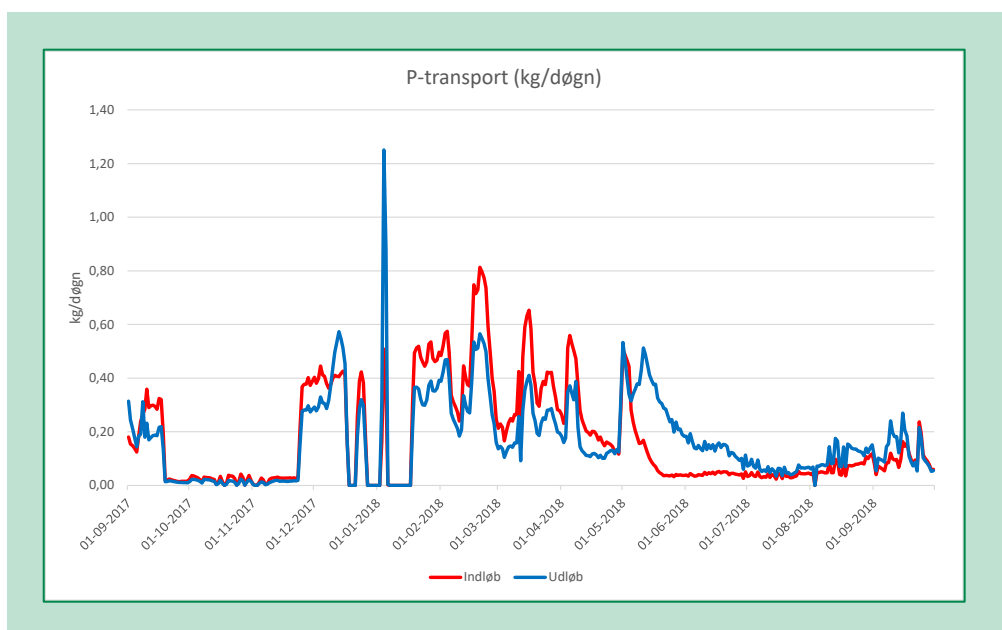


FIGUR 4.3.3. Oversigt over rådata for Total-P (mg/l) i drænvandet fra oplandet til matriceanlægget (rød markering) og i afløbet fra matriceanlægget (blå markering). Bemærk: indløbsværdierne er de samme som i indløbet til det store forbassin og tager derfor ikke højde for fosforfjernelsen i det store forbassin.



FIGUR 4.3.4. Vandoverfladen i bassinet nedstrøms filtermatricen var allerede i maj måned 2018 fuldstændigt dækket af Liden Andemad, som derved fuldstændig forhindrede luftudveksling mellem vandet og atmosfæren. Den tilsigtede funktion af bassinet som geniltningsbassin har derfor ikke været til stede. Det har ikke haft betydning for miljøtilstanden i Ryå, idet vandtilførslen fra matriceanlægget under alle afstrømningsforhold er forsvindende lille i forhold til vandføringen i åen.

Denne sæsonbetingede forskel kan for en umiddelbar betragtning ses som en svaghed ved matriceanlæg i almindelighed, men det skal tages i betragtning, at selvom afløbsvandet i sommerhalvåret har haft højere fosforkoncentrationer end indløbsvandet, så sker det typisk i forbindelse med, at vandgennemstrømningen i anlægget om sommeren er mindre og transporten af fosfor ud af anlægget derfor begrænset. Dette forhold træder tydeligere frem, når man på grundlag af koncentrationer og flowdata beregner den daglige fosforfjernelse, se figur 4.3.5.

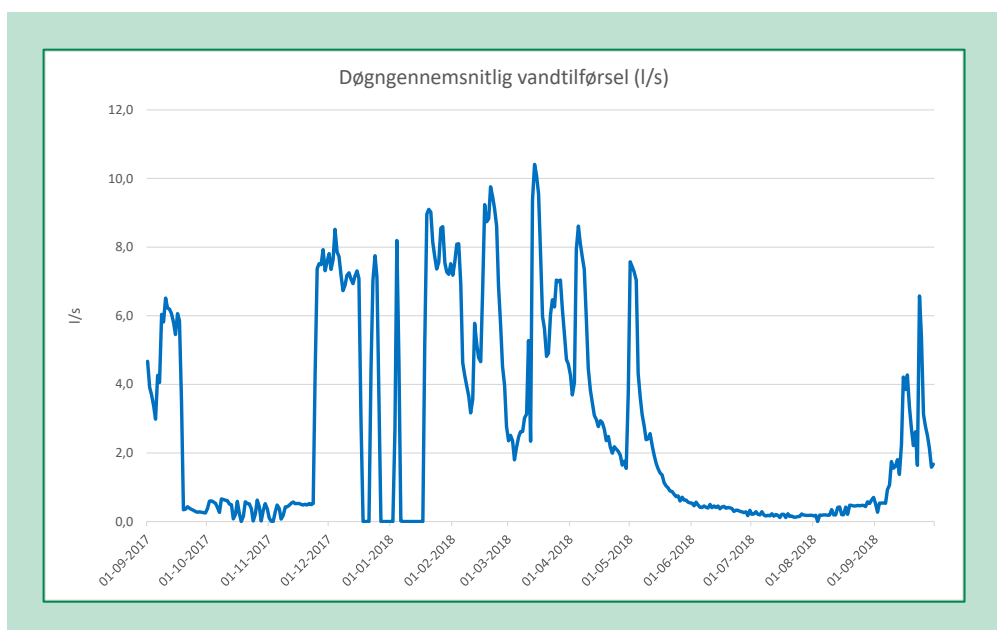


FIGUR 4.3.5. Oversigt over den daglige transport af fosfor til og fra matriceanlægget, beregnet på baggrund af daglige værdier for Total-P i ind- og udløbsvandet og daglige, målte værdier af vandtransport igennem anlægget.

Konsekvensen af den tidvis store frigivelse af fosfor fra matriceanlægget betyder, at den samlede tilbageholdelse i driftsperioden har været ubetydelig.

4.4 Vandtilførsel, opholdstid og kvælstoffjernelse

Vandtilførslen til matriceanlægget er via vandbremsen i indløbet begrænset til ca. 10 l/s, men i perioder med lille afstrømning i drænsystemet er den samlede vandtilførsel til de to minivåd-områder så lille, at vandtilførslen til matriceanlægget ikke når op på 10 l/s som gennemsnit for længere perioder se figur 4.4.1, idet der er mellemliggende perioder uden pumpeaktivitet.



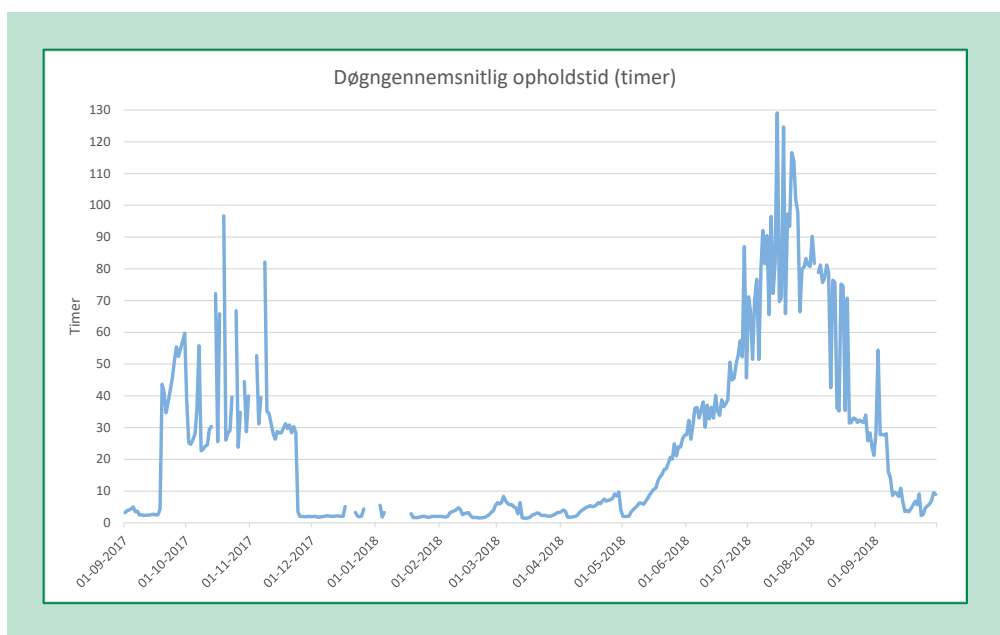
FIGUR 4.4.1. Oversigt over den døgngennemsnitlige vandtilførsel til matriceanlægget i perioden september 2017-oktober 2018. Bemærk, at der er tale om døgngennemsnitlige værdier. Disse er stort set altid mindre end den dimensionerede vandtilførsel på 10 l/s, fordi pumpen ikke kører konstant, men i intervaller, bestemt af vandstanden (drænvandstilstrømningen) i pumpekanalen.

Det er vurderingen, at den meget ringe vandtilførsel i efteråret 2017 – trods store mængder nedbør - skyldes, at pumpelagets oprindelige pumpe fejlagtigt var blevet indstillet på en sådan måde, at den "tog" vandet fra den nye pumpe og derved pumpede hovedparten af drænvandet uden om matriceanlægget (og det åbne bassinanlæg). Den meget ringe vandtilførsel i sommeren 2018 skyldes, at der som følge af den meget varme og tørre sommer kun strømmede ganske små mængder drænvand fra oplandet til matriceanlægget.

Filtermatricens volumen er som nævnt ca. 90 m³ eller 90.000 l, hvilket med en porøsitet på 60% og en projekteret vandtilførsel på 10 l/s svarer til en projekteret gennemsnitlig opholdstid på 5.400 sekunder eller 1,5 timer ved konstant vandtilførsel på ca. 10 l/s. Den faktiske opholdstid har imidlertid været længere i de perioder, hvor vandtilførslen ganske vist er 10 l/s, når pumpen kører, men hvor der er intervaller af varierende længde mellem at pumpen kører, se figur 4.4.2.

Den projekterede opholdstid i matriceanlægget ved Gjøl-Fristrup er en faktor 6-7 kortere end de 10 timer, som på grundlag af Aarhus Universitets forskning er den anbefalede opholdstid for matriceanlæg.

Årsagen til, at anlægget blev projekteret med en markant kortere opholdstid end den anbefalede er, at sidstnævnte først blev publiceret og normgivende, efter at anlægget var projekteret. Der er således ingen tvivl om, at anlæggets filtermatrice er underdimensioneret i forhold til den i dag anbefalede opholdstid, men så meget mere bemærkelsesværdigt er det, at der alligevel har kunnet opnås en så stor kvælstoffjernelse som ca. 32 %, målt på både råværdierne, og transportværdierne.



FIGUR 4.4.2. Oversigt over vandets døgngennemsnitlige opholdstid i filtermatricen i perioden september 2017-oktober 2018, beregnet på grundlag af den døgngennemsnitlige vandtransport til matriceanlægget.

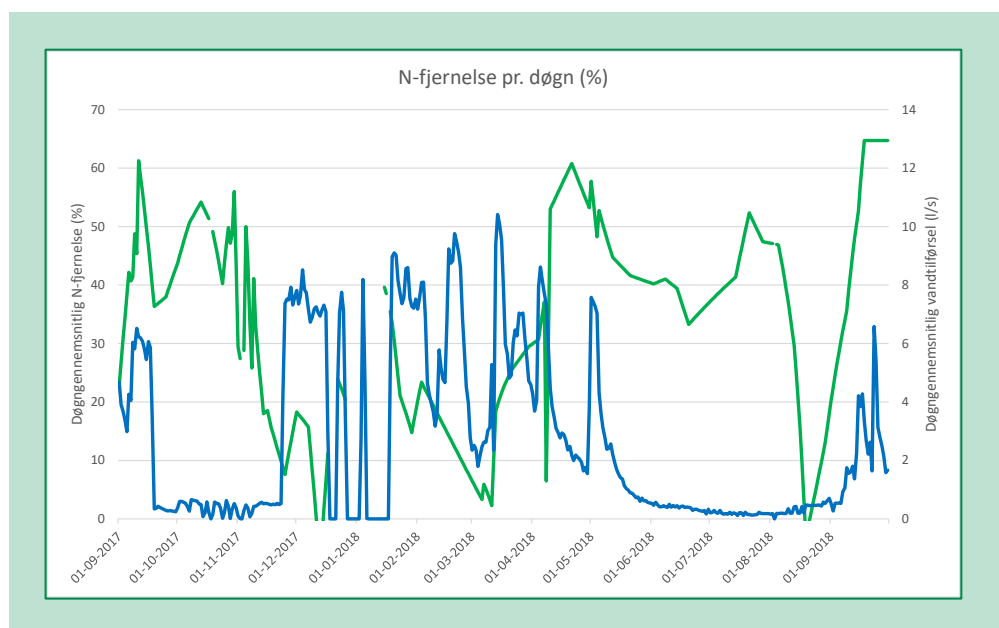
Skulle anlægget have været dimensioneret med sigte på en opholdstid på 10 timer, skulle matricen have haft et volumen på ca. 600 m³, det vil sige, at den skulle have været knap 7 gange større end den aktuelle.

Den opnåede kvælstoffjernelse i matriceanlægget på ca. 32 % er mere end halvt så stor som fjernelsen i de nyeste matriceanlæg, hvor filtermatricen er dimensioneret med sigte på 10 timers opholdstid ved de største hydrauliske belastninger.

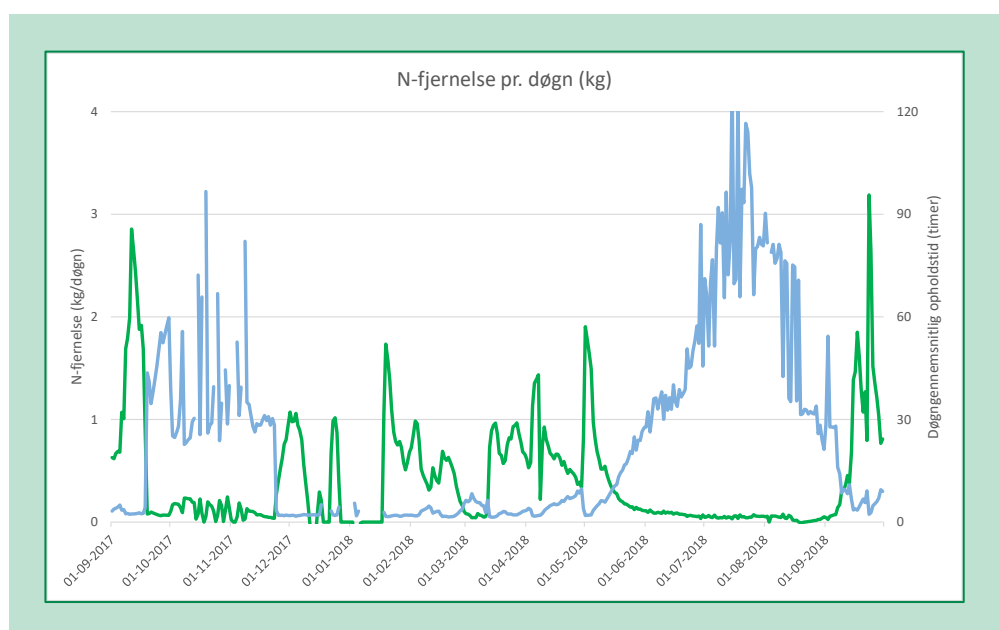
Forklaringen på denne høje procentuelle kvælstoffjernelse er først og fremmest, at den faktiske gennemsnitlige vandtilførsel i perioden september 2017 – oktober 2018 har været kun 2,7 l/s, svarende til 27 % af den projekterede vandtilførsel på 10 l/s. Det skyldes først og fremmest den meget ringe afstrømning af drænvand i sommeren 2018, hvortil kommer fejlindstillingen af pumpelagets pumpe i et par måneder i efteråret 2017.

Den meget ringe afstrømning af drænvand gennem en lang periode i sommeren 2018 betyder på den ene side en meget lang gennemsnitlig opholdstid i filtermatricen og derfor en høj procentuel kvælstoffjernelse, men på den anden side også en ganske lille hydraulisk belastning, og derfor en kun ganske lille mængdemæssig kvælstoffjernelse. Dette modsætningsforhold er illustreret i figur 4.4.3 og figur 4.4.4.

Den samlet set lille og ganske atypiske hydrauliske belastning betyder, at tilførslen af kvælstof til matriceanlægget har været lille, hvilket trods en relativt høj procentuel fjernelse betyder, at der i perioden september 2017 – oktober 2018 "kun" er fjernet i alt ca. 156 kg total-kvælstof.



FIGUR 4.4.3. Oversigt over den variationen af den procentuelle kvælstoffjernelse (grøn streg = døgngennemsnit) i matricebassinet i perioden september 2017 – oktober 2018. Til sammenligning er vist størrelsen af den hydrauliske belastning (blå streg = døgngennemsnitlig vandtilførsel).



FIGUR 4.4.4. Oversigt over variationen af den mængdemæssige kvælstoffjernelse (grøn streg = kg/døgn) i matricebassinet i perioden september 2017 – oktober 2018. Til sammenligning er vist størrelsen af vandets opholdstid i filtermatricen (døgngennemsnit = blå streg).

5. Vandmagasinerings

Siden opsætningen af vandstandsloggere i drængrøfterne og –kanalerne i oplandet til matriceanlægget er der registreret meget betydelige vandstandsvariationer, størst i pumpekanalen umiddelbart opstrøms pumpen, og mindst i aflastningsgrøften. Overvågningsdata viser på den måde, at grøfterne og kanalerne sammen med jordmatricen i de omgivende jorder i betydeligt omfang fungerer som temporære magasiner, når mængden af drænvand overstiger pumpens kapacitet, og der som følge heraf sker vandsstandsstigninger i drænsystemet.

5.1 Resultater

Det skal indledningsvis nævnes, at de åbne grøfter og kanaler i oplandet til matriceanlægget (figur 2.1.2) kun udgør en mindre del af drænsystemet i oplandet, idet dette primært er afvandet gennem underjordiske rørdræn. Det betyder, at selvom grøfterne og kanalerne er dybe og brede, så er deres magasinivolumen relativt ringe i forhold til den magasineringsvolumen, der er i de drænedede jorder.

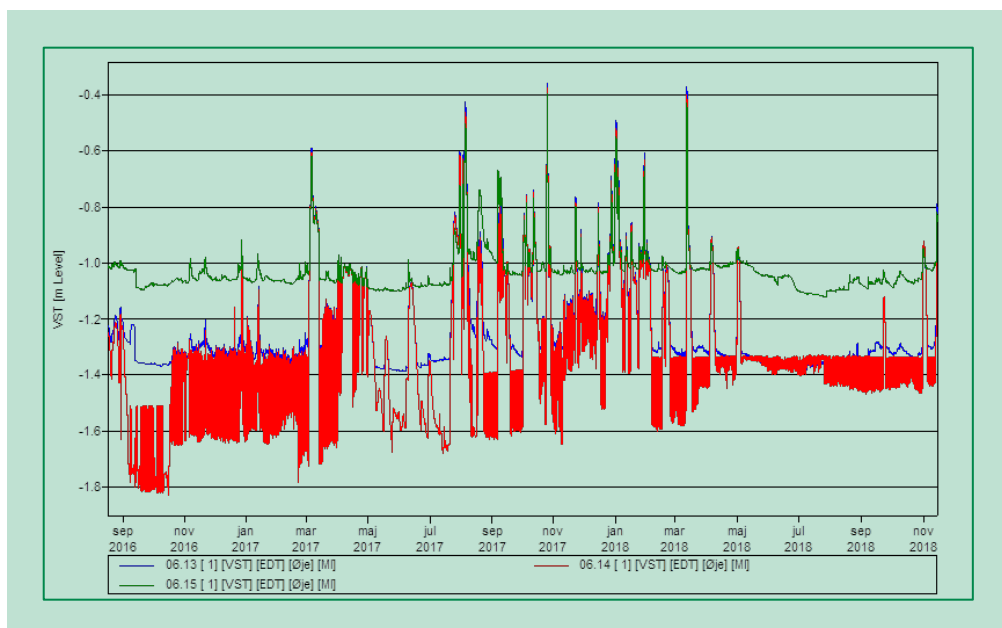
Vandspejlet i grøfterne og kanalerne korresponderer i meget høj grad med vandspejlet i de omgivende jorder.

Det betyder i henseende til afvandingen af landbrugsjorderne, at man sikrer drændybden ved at sænke vandspejlet i grøfterne og kanalerne og derigennem trække vand ud af jorderne via de underjordiske drænrør.

Omvendt betyder denne korrespondance mellem vandspejlene i henseende til vandtilbageholdelse/-magasinerings, at der i jorderne, qua deres store arealmæssige udstrækning, er en langt større magasineringsskapacitet end i grøfterne og kanalerne. Denne langt større magasineringsskapacitet i jorderne kan tilmed opnås ved forholdsvis små vandspejlshævninger, mens grøfternes og kanalernes fulde magasinkapacitet kun kan nås ved bredfuld vandfyldning. Og da sidstnævnte ikke er forenelig med den landbrugsmæssige arealanvendelse, beror vandtilbageholdelsen i al væsentlighed på magasineringen i de drænedede jorder.

Situationen i oplandet til matriceanlægget er derfor meget lig den, der ligger til grund for forslaget "Dræn og Pumpeløsning fra Brovst": "... *Det har den fordel at tør og veldrænet jord kan rumme 200-250 mm vand, og det er med til, at vi har en yderligere mulighed for at forsinke vandtilstrømningen*", jf. <https://www.klimatilpasning.dk/media/895837/Vandet%20fra%20landet%20-%20Idekatalog%20-%202015.pdf>.

De registrerede vandstande på de tre stationer i grøfterne og kanalerne (figur 2.5.1) i oplandet (figur 2.1.2) til matriceanlægget (og det åbne bassinanlæg) er vist i figur 5.1.1.



FIGUR 5.1.1. Oversigt over variationen af vandstanden (m DVR90) på tre stationer i grøfter og kanaler i oplandet til matriceanlægget i Gjøl-Fristrup 2016-2018. Den røde graf viser vandstandens variation i pumpekanalen umiddelbart opstrøms pumpen (station 06.14), den blå graf viser vandstandens variation i pumpekanalen ca. 500 meter opstrøms pumpen (station 06.13), og den grønne graf viser vandstandens variation i aflastningsgrøften langs Slusevej (station 06.15). Bemærk: ny pumpe blev taget i brug i august 2017.

Vandstandsmålingerne viser, at vandstandsvariationerne i perioden forud for ibrugtagning af den nye pumpe august 2017 har været mindre end efter ibrugtagningen. Det tolkes på den måde, at mens anlæggets pumpe var defekt, sørgede landvindingslagets oprindelige pumpe for at holde vandstanden i pumpekanalen på et relativt stabilt og lavere niveau, det vil sige at drænvandet blev pumpet ud af oplandet i den takt, som landvindingslagets pumpe gav mulighed for.

Efter ibrugtagningen af den nye pumpe er der registreret betydeligt større tidslig variation af vandstanden på alle tre stationer. Det tolkes på den måde, at der med den nye pumpe har været tidvise magasineringer af drænvand i grøfterne og kanalerne samt i de omgivende jorder. Magasineringerens størrelse og varighed har været bestemt af både nedbøren og pumpens kapacitet.

I henseende til den temporære magasinerings af vand bemærkes det, at vandspejlet i aflastningsgrøften, trods kortvarige udsving, der korresponderer med udsvingene i pumpekanalen, generelt har ligget i en så høj kote, at aflastningen af drænvand til den store pumpe opstrøms Haldager Bro har været af meget beskedent omfang, og at vandstrømmen i langt hovedparten af tiden har været i retning frem mod pumpen ved minivådområderne.

Vandstandsmålingerne viser derudover, at der som følge af den tørre og nedbørsfattige sommer 2018 kun blev pumpet ganske små mængder drænvand ud af oplandet og ind i anlæggene gennem en flere måneder lang periode.

Landvindingslaget har på forespørgsel oplyst, at den oprindelige pumpe - trods justering for at give den nye pumpe prioritet - har været i drift i dele af perioden med den nye pumpe installeret og i drift, fortrinsvis i de måneder, hvor store mængder nedbør genererede en stor afstrømning af drænvand fra de pumpede arealer. På grundlag af antal driftstimer på den oprindelige pumpe er det vurderingen, at den i perioden som helhed, men især i de våde vintermåneder

har pumpet godt 20% af det tilstrømmende drænvand uden om de to minivådområder. Vandstandsmålingerne i pumpekanalen viser sammen med de målte mængder oppumpet vand til de to anlæg, at pumpelagets pumpe især "tog" vandet fra den nye pumpe og begrænsede magasineringen af vand i et par måneder med høj drænvandstilstrømning i efteråret 2017. Sådanne hændelser kan kun udgås, hvis pumpekapaciteten er afstemt mellem på den ene side afvandingsbehovet og på den anden side dimensioneringen af minivådområdet. En sådan afstemning forudsætter et detaljeret kendskab til drænafstrømningens størrelse og variation over længere perioder (flere år) foruden kendskab til afgrødernes sæsonbestemte krav til afvandingstilstanden (afvandingsdybden og tolerancen over for kortvarige forringelser af denne).

Samlet set er det vurderingen, at det efter installation og ibrugtagning af den nye pumpe, hvis kapacitet svarer til den projekterede, har været muligt at magasinere vand i oplandet til anlæggene i et sådant omfang, at der kun i de mest nedbørsrige måneder har været behov for at pumpe vand uden om anlæggene for at holde vandstanden tilstrækkelig lav i jorderne i oplandet⁵.

Trods den korte driftsperiode med intakt pumpe med den projekterede kapacitet, har projektet givet en klar indikation af, at det er muligt at praktisere en anden vandhåndtering end den traditionelle, hvor drænvandet til stadighed pumpes ud i en takt, der er bestemt af drænvandstilstrømningen og af jordernes og afgrødernes årstidsbestemte krav til afvandingsdybden.

De varierende vandstande blev ganske vist forud for ibrugtagningen af den nye pumpe drøftet med repræsentanter for landvindingslaget i forhold til afgrødernes tolerance over for tidvis forringet afvandingsdybde på forskellige tidspunkter af året. Det blev på daværende tidspunkt vurderet, at den nye pumpe ville kunne sikre tilstrækkelig afvanding, og det blev på den baggrund aftalt, at pumpelagets oprindelige pumpe skulle omstilles til kun at gå i gang ved kritisk høje vandstande. At dette ikke skete, må retrospektivt betragtes som en fejl/misforståelse.

Terrænoverfladen ligger i hovedparten af oplandet til pumpen i kote 0,75-1 m, hvilket selv ved det højeste målte vandstande i grøfterne og kanalerne betyder, at der er tilstrækkelig afvandingsdybde til at sikre optimal rodudvikling hos afgrøderne, ikke mindst fordi varigheden af de højeste vandstand har været meget kort. Der er imidlertid dele af oplandet, hvor terrænoverfladen ligger nær kote 0, og det er formodentlig disse lavtliggende arealer, der er bestemmende for den kote, hvortil landvindingslaget almindeligvis nedpumper vandspejlet i pumpekanalen.

Det er på den baggrund vurderingen, at magasineringen af vand i drænsystemerne kan optimeres yderligere gennem en mere differentieret og målrettet pumpedrift, der er tilrettelagt i forhold til både det sæsonbestemte afvandingsbehov på landbrugsarealerne, afgrødernes tolerance over for kortvarigt ugunstige afvandingsforhold og kravet til vandets opholdstid i minivådområdet, hvad enten der er tale om et matriceanlæg eller et åbent bassin-anlæg.⁶

⁵ Den nødvendige afvandingsdybde på dyrkede arealer varierer over året. Mens afgrøderne og deres rødder er små, er den nødvendige afvandingsdybde ikke så stor, men denne øges i vækstperioden i takt med afgrødernes vækst og optimale rodudvikling. Det betyder, at magasineringsskapaciteten i jorden varierer gennem året.

⁶ Frem til afslutningen af overvågningen af matriceanlæggets funktion ved udgangen af 2019 vil drænvandet fra det pumpede areal fortrinsvis blive oppumpet med den nye pumpe, og det er derfor forventningen, at drænvandshåndteringen vil finde sted med den grad af vandtilbageholdelse/-forsinkelse, der er mulig med den eksisterende dimensionering af de to minivådområder. Det betyder, at i tilfælde af meget store mængder nedbør og deraf følgende kritiske afvandingsforhold vil der kunne opstå behov for at pumpe vand uden om minivådområderne ved hjælp af pumpelagets oprindelige pumpe. Skulle de to minivådområder tilsammen kunne håndtere den fulde mængde drænvand under alle afstrømningsforhold, ville det med den nuværende viden have krævet betydeligt større anlæg.

Selvom styreparameteren i nærværende projekt har været vandføringens størrelse gennem to minivådområder, bestemt af dimensioneringen, giver projektet i henseende til vandtilbageholdelse/magasineret et billede af, hvad der kan lade sig gøre, eksempelvis i henseende til benyttelse af virkemidlet "Dræn og pumpeløsning fra Brovst", der blev bragt i forslag som klimavirkemiddel i "Vandet fra landet", og hvor målet med virkemidlet er at yde et bidrag til beskyttelsen af huse og byer mv. mod oversvømmelser.

6. Samlet vurdering

Projektet i Gjør-Frstrup Enge har vist, at det på steder, hvor næringsrigt drænvand pumpes bort fra landbrugsarealer, er muligt at kombinere næringsstoffjernelse med en anderledes håndtering af drænvandet. Projektet har dermed belyst nogle muligheder, som der med fordel kan gøres brug af i andre lignende områder. Men projektet har også afdækket nogle af de vanskeligheder, der knytter sig til at pumpe drænvandet gennem minivådområder.

6.1 Vandforsyning fra pumpede arealer

Projektet i Gjør-Frstrup Enge er til dato det eneste, hvor vandforsyningen til minivådområder sker fra en drænpumpe, og hvor der har været mulighed for temporær magasinering af drænvand i det pumpede områdes drænsystem.

Projektet i Gjør-Frstrup Enge er også det til dato eneste, hvor der sideløbende med drift og overvågning af et matriceanlæg er foretaget drift og overvågning af et åbent bassin-anlæg, som forsynes med det samme drænvand.

Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, varetager for NaturErhvervstyrelsen overvågningen af det åbne bassin-anlæg i den 5-årige periode, hvor Gjør-Frstrup Engens Landvindingslag som ejere af anlægget har forpligtet sig til at drifte det i overensstemmelse med den aftale, der ligger til grund for støtten til etableringen af anlægget.

Overvågningen er endnu ikke tilendebragt, hvilket betyder, at det ikke har været muligt at sammenligne resultaterne fra de to anlæg. Denne sammenligning vil først blive foretaget i forbindelse med Aarhus Universitets analyse og afrapportering af overvågningsdata fra det åbne bassin-anlæg i 2020.

Til trods herfor er det på baggrund af projektet vurderingen, at vandforsyning til minivådområder fra dræned arealer (landvindingslag) via en pumpe rummer flere fordele. Først og fremmest er det qua pumpens specifikke kapacitet muligt at skabe en mere stabil og afstemt vandgennemstrømning i anlæggene, hvilket er af betydning for både den mikrobielle stabilitet i matricen og for størrelsen af den mikrobielle kvælstoffjernelse (denitrifikation). Derudover er der fordele som:

- Minivådområdet kan anlægges uafhængigt af terrænet og kravet om at drænvandet skal kunne strømme ved gravitation.
- Minivådområdet kan dimensioneres mindre qua muligheden for at magasinere vand i drænsystemet.
- Det er muligt at styre den hydrauliske belastning

I det aktuelle tilfælde – de to minivådområder ved Gjør-Frstrup – er der ikke terrænforhold, der muliggør vandtilførsel og gennemstrømning af anlæggene ved gravitation, lige så lidt som der er mulighed for at aflede drænvandet ved gravitation. I sådanne flade, lavtliggende områder er benyttelse af pumpe eneste mulighed, hvis der skal anlægges minivådområder.

Det skal dog også nævnes, at benyttelse af pumpe har nogle potentielle ulemper:

- Vandforsyningen afhænger erfaringsmæssigt af intakt og tilstrækkelig pumpe og af stærk-strømsforsyning samt løbende tilsyn (som det er praksis i pumpelag).
- Etablering på terræn og sandede jorder kræver foring af bassinerne.
- Der er behov for en justerbar pumpekapacitet eller en hjælpepumpe for at sikre tilstrækkelig pumpekapacitet i perioder med ekstraordinær drænvandsafstrømning og i forhold til afgrø-dernes afvandingsbehov.

Dertil kommer, at ønsket om at benytte grøfter og kanaler til temporær magasineringskræver sæsonbestemt styring af pumpeaktiviteten med afgrødernes afvandingsbehov som styreparameter.

I både matriceanlæg og åbne bassin-anlæg er vandets opholdstid en faktor af meget stor betydning for den effektivitet, hvormed kvælstof fjernes fra drænvandet. Det betyder, at man for at opnå effektiv kvælstoffjernelse i anlæg, der modtager drænvand fra rødræn, er nødsaget til at dimensionere anlægget (især flismatricen) efter de største afstrømninger, dersom anlægget skal kunne fungere optimalt under de fleste afstrømningsforhold.

Når vandforsyningen sker via en pumpe, og der på det pumpede areal er magasineringskapacitet i drænsystemet, først og fremmest i de drænede jorder, er der mulighed for gennem temporær tilbageholdelse af drænvandet at skære toppen af de største afstrømninger, og dermed skabe grundlag for at kunne "nøjes" med et mindre matriceanlæg uden at kompromittere opholdstiden på ca. 10 timer ved vintermiddelfastrømning.

Dimensioneringen af anlægget afhænger dermed af, hvor stor magasineringskapaciteten i drænsystemet er i forhold til afvandingsbehovet, det vil sige at det på den ene side er nødvendigt at vide, hvor store vandstandsstigninger, landbruget kan tåle, både varighedsmæssigt og årstidsmæssigt, mens det på den anden side er nødvendigt at kende hydrografen for drænafstrømningen. Dermed kan der opstilles en model, som kan danne grundlag for dimensionering og drift af pumpen såvel som dimensionering af matriceanlæggets filtermatrice⁷.

Endnu en fordel ved vandforsyning via en pumpe er, at man almindeligvis har lange tidsserier af data for oppumpede vandmængder at lægge til grund for dimensioneringen af anlægget. Det giver et langt mere sikkert dimensioneringsgrundlag, end hvad man almindeligvis har adgang til, når det drejer sig om vandførings størrelse og variation i rødræn.

Derudover kan der være den fordel ved vandforsyning fra pumpede arealer, at disse almindeligvis er meget intensivt dyrkede på grund af den styrede hydrologi og derfor potentielle kilder til stor næringsstofudvaskning.

Afslutningsvis skal det nævnes, at der med vandforsyning via pumpe og temporær vandtilbageholdelse i drænsystemerne også er mulighed for at tilbageholde vand ikke blot med sigte på minivådområdets drift og funktion, men også med sigte på – i tørre perioder – at vande afgrøderne nedefra. Herved opnår man ikke blot at tilgodese afgrødernes vandbehov, men får også mulighed for at gødske planterne med næringsstoffer, der ellers var fulgt med drænvandet ned under rodzonen.

⁷ Drift og funktion af matriceanlægget ved Gjør-Frstrup Enge har vist, at kendskabet til drænvandsafstrømnings størrelse og variation i udgangspunktet var utilstrækkeligt, og at anlægget (sammen med det åbne bassinanlæg) derfor ikke har kunnet håndtere alt drænvandet under alle afstrømningsforhold på en måde, som er acceptabel i forhold til afgrøderne på de drænede arealer.

Dette aspekt kan på baggrund af tørkeproblemerne i sommeren 2018 og med tanke på klimamodellernes forudsigtelse af hyppigere forekomst af forhold som i sommeren 2018 vise sig stadig mere vigtigt i forhold til dyrkningssikkerheden på drænede arealer.

6.2 Kvælstoffjernelse

Matriceanlægget ved Gjør-Frstrup har vist, at det trods markant kortere projekteret opholdstid end de anbefalede 10 timer har været muligt at opnå en kvælstoffjernelse, der relativt er større end forholdet mellem den projekterede og den anbefalede opholdstid. Forklaringen herpå er, at den hydrauliske belastning i driftsperioden har været markant mindre end den projekterede hydrauliske belastning, først og fremmest på grund af den usædvanligt varme og tørre sommer 2018. Vandets faktiske opholdstid har derfor som gennemsnit for driftsperioden været markant længere end de ca. 1,5 timer, der korresponderer med den projekterede hydrauliske belastning. Det vurderes at være den primære årsag til den relativt høje procentuelle kvælstoffjernelse, men den lille hydrauliske belastning har til gengæld haft den pris, at den relativt høje procentuelle fjernelse modsvares af en relativt lille mængdemæssig kvælstoffjernelse.

6.3 Fosforfjernelse

Matriceanlægget har vist sig kun at være i stand til at fjerne små mængder fosfor, set over en længere periode. Fosfortilbageholdelsen ligger ganske vist på et højt niveau – 30-50 % i en stor del af tiden, men fordi der i de varme måneder sker en meget stor frigivelse af fosfor fra sedimentet i anlægget, ender den samlede fosfortilbageholdelse på en så lille værdi, at den må betragtes som værende ubetydelig.

Dette resultat er så meget mere bemærkelsesværdigt, fordi fosforkoncentrationen i det tilstrømmende vand er meget høj, og den årlige tilførsel til anlægget derfor også meget høj. Der er derfor et meget stort potentiale for fosforfjernelse fra drænvandet fra oplandet til matriceanlægget, men fordi en stor del af fosforen formodes at blive tilført på opløst form, kræver en effektiv tilbageholdelse efter alt at dømme anvendelse af andre teknologier.

6.4 Vandmagasinerings

Den nye pumpe har siden ibrugtagningen i sommeren 2017 i hovedparten af tiden kunnet klare bortpumpningen af drænvandet uden assistance fra landvindingslagets pumpe. Det er sket under benyttelse af magasinkapaciteten i drænsystemets grøfter og kanal samt i de drænede jorder, uden at det har været i konflikt med arealanvendelsen og afvandingsbehovet. Det forløb har utvivlsomt været begunstiget af den varme og meget tørre sommer 2018, hvor den nye pumpe har kunnet opfylde hele pumpebehovet. Til gengæld var der behov for assistance fra den oprindelige pumpe i forbindelse med de store mængder nedbør særlig i sidste halvdel af 2017.

Det er ikke på det foreliggende grundlag muligt at vurdere, i hvilket omfang og hvor længe det vil være muligt at magasinere vand i drænsystemet, hvis oplandet til pumpen bliver ramt af større regnmængder end oplevet i projektperioden. Det kan derfor ikke udelukkes, at der selv med en mere målrettet og differentieret pumpestrategi vil kunne opstå situationer, hvor det er nødvendigt at pumpe vand forbi anlægget (anlæggene). Uagtet at det er u hensigtsmæssigt i forhold til næringsstoffjernelsen, så er alternativet ikke nødvendigvis at lukke vandet gennem anlæggene med en højere flowrate, idet en sådan forkorter opholdstiden og nedsætter effektiviteten. Hvorved en større andel af de tilførte næringsstoffer alligevel tilføres vandmiljøet (i dette tilfælde Ryå).

Det er på den baggrund vurderingen, at magasinering i drænsystemet er en mulighed i hovedparten af tiden, men ikke nødvendigvis i forbindelse med de kraftigste nedbørshændelser. Skal disse også kunne håndteres i minivådområder, skal disse dimensioneres langt mere målrettet og på grundlag af længere tidsserier for drænafstrømningens størrelse og variation.

Det skal afslutningsvis nævnes, at begrundelsen for i anlægsfasen at montere en ny pumpe med væsentligt mindre kapacitet en landvindingslagets oprindelige pumpe var, at den oprindelige pumpe havde for stor kapacitet i forhold til størrelsen af og opholdstiden i de to minivådområder.

Forud for etableringen af de to minivådområder var landvindingslagets oprindelige pumpe ifølge oplysninger fra landvindingslaget i stand til at klare oppumpningsbehovet i langt hovedparten af tiden, men ikke under alle forhold. Det er årsagen til, at der langs Slusevej er etableret en grøft, hvorigennem overskydende vand (i forhold til afvandingsbehovet) kan ledes til landvindingslagets store hovedpumpestation i perioder med meget stor drænvandsafstrømning.

Det betyder, at selvom de to minivådområder havde været dimensioneret til at kunne håndtere hele vandmængden fra den oprindelige pumpe, og selvom denne havde været omstillet med sigte på en højere grad af vandtilbageholdelse/-forsinkelse, så ville der alligevel kunne have opstået situationer med behov for at pumpe dele drænvandet uden om de to minivådområder for at imødegå kritiske forringelser af afvandingstilstanden.

6.5 Driftsmæssige erfaringer

Matriceanlægget ved Gjør-Frstrup har som nævnt været ramt af en række driftsmæssige problemer, som ikke kunne forudses, og som ikke blev opdaget og korrigeret så tidligt som ønskeligt. De uforudsete problemer medførte også uforudsete udgifter til afhjælpning, især til ny pumpe, men også til flowmåler for at få styr på vandtilførslen til anlægget.

Af særlig betydning for forsinkelserne i projektet har været den defekte pumpe og ikke mindst afklaringen af, hvem der havde ansvaret og hvem der skulle afholde udgifterne til den nye pumpe.

På baggrund af disse erfaringer er det anbefalingen, at der i fremtidige projekter, hvori indgår aktive tekniske installationer, budgetteres med mere "luft" til dækning af uforudseelige udgifter. I dette projekt har det qua revideret budget og Miljøstyrelsens accept af dette og en ændret tidsplan været muligt at gennemføre projektet inden for projektets samlede økonomiske ramme, om end der er afholdt ikke ubetydelige udgifter uden for rammen til især ny pumpe og til supplerende dræning mv.

Ser man bort fra disse uforudseelige problemer, er det samlet set vurderingen, at driften af selve matriceanlægget er forløbet problemfrit og uden nogle af de problemer, der ellers kan være knyttet til matriceanlæg. Et af de alvorligste generelle problemer er tilførsel af sediment med det tilstrømmende drænvand, idet dette sediment typisk får matricen til at kloppe til og derved miste gennemstrømmeligheden.

Tilførsel af sediment til anlægget ved Gjør-Frstrup har stort set været undgået, dels fordi vandet pumpes op fra en kanal, hvor partikulært materiale for hovedpartens vedkommende sedimenterer på kanalens bund og derfra oprenses med jævne mellemrum, og dels fordi det store forbassin har bevirket sedimentation af det finkornede sediment, der måtte følge med det op-pumpede vand inden passagen ind i matricen.

Fraværet af sediment i det tilstrømmende vand vurderes sammen med den styrede vandtilførsel at være årsagen til, at der har været god vandgennemstrømning af filtermatricen, og at der har kunnet undgås overskylninger af filtermatricen gennem hele driftsperioden.

Det er pr. 1. november 2018 vurderingen, at anlægget uden nævneværdige vedligeholdelsesforanstaltninger, bortset fra rensning af rørledninger for Andemad mv., kan fortsætte driften i flere år fremover. Særlig matricen fremstår i god stand uden behov for supplement endsige udskiftning af træflisen. På sigt kan en mekanisk løsning af flisen måske komme på tale for at retablere en optimal porøsitet.

Helt overordnet har projektet også givet den erfaring, at det med vandtilførsel fra et pumpe-drænet landbrugsområde og temporær vandtilbageholdelse i drængrøfter og –kanaler er meget vigtigt på forhånd at afklare med pumpelaget, hvor meget vand der almindeligvis oppumpes og hvor grænserne for vandhåndteringen ligger i forhold til arealanvendelsen. Således at man kan projekttere både vandtilførslen og anlæggets størrelse i forhold til de givne rammer for vandhåndteringen.

7. Perspektivering

Orbicons sigte med det gennemførte projekt var at videreudvikle og teste minivådområder med filtermatrice og samtidig undersøge mulighederne for at koble rensning af drænvand sammen med en ændret håndtering af drænvandet før udledning i det åbne vandmiljø. Projektet har i overensstemmelse med dette formål og forudsætningerne, hvorunder Miljøstyrelsens støtte til gennemførelsen blev ydet, givet en række resultater og erfaringer, der kan bruges i forbindelse med den fremtidige håndtering af drænvandet fra pumpede, dyrkede arealer på nye måder.

7.1 Vandtilbageholdelse

Temporær vandtilbageholdelse i oplande til pumpede landbrugsarealer og forsinkelse af afstrømningen af overskudsnedbøren er et oplagt og allerede foreslået virkemiddel i forbindelse med tilpasningen til klimaforandringer – "Dræn og Pumpeløsning fra Brovst"

Virkemidlets store potentiale til vandtilbageholdelse knytter sig først og fremmest til magasin-kapaciteten i de veldræned jorder, som netop karakteriserer pumpede arealer, idet man med en pumpe til stadighed holder vandspejlet nede i den dybde, der er nødvendig for afgrødernes optimale vækst og udvikling.

Selvom afgrødernes optimale vækst kræver en bestemt afvandingsdybde, hvis størrelse varierer gennem vækstsæsonen, vil afgrøderne almindeligvis kunne tåle kortvarige forringelser af afvandingsdybden. Det betyder, at man gennem en målrettet pumpedrift kan lade vandspejlet i pumpekanalerne og de omgivende jorder stige kortvarigt, og dermed foretage den akutte vandtilbageholdelse, som kan være nødvendig for at begrænse eller forhindre ødelæggende øgninger af vandstanden i de tilgrænsende vandområder, typisk vandløb og søer, og deraf følgende ødelæggelser på nedstrøms beliggende vandløbsnære følsomme arealer så som bebyggelser og infrastruktur anlæg.

Der er næppe nogen tvivl om, at der allerede i dag mange steder sker en vis vandtilbageholdelse, bestemt af både den eksisterende pumpekapacitet og driftsøkonomien, ikke at pumpe mere end højst nødvendigt. Men der er næppe heller nogen tvivl om, at vandtilbageholdelsen kan optimeres gennem yderligere målretning og styring yderligere, både når der er for meget og for lidt vand.

Sommeren 2018 bød gennem en lang periode på næsten ingen nedbør, hvorfor drænene mange steder løb tørre, og afgrøderne kom til at lide under vandmangel. På pumpede arealer har man en mulighed, man ikke har på arealer, der afvandes via dræn med frit udløb i vandløb og søer. Man kan således standse afstrømningen af drænvand ved at stoppe for pumpningen og derigennem tilbageholde vand i de dræned jorder. Det forudsætter ganske vist, at der er drænvand at tilbageholde, men tilbageholdelsen, og dermed muligheden for at vande afgrøderne nedefra (undervanding) kan øges ved eks. at anvende nedbørsprognoser i tilrettelæggelsen og styringen af pumpedriften. Den fremgangsmåde betyder ikke blot forbedret vandingstilstand, men også vanding af afgrøderne med det næringsholdige vand, der således i højere grad optages af afgrøden fremfor at tabes til vandmiljøet.

7.2 Matriceanlæg ved pumpede landbrugsområder

Projektet ved Gjør-Frstrup har afdækket mange af de muligheder og begrænsninger, der knytter sig til vandforsyning til minivådområder fra drænpumpe. I og med at projektet samtidig er det til dato eneste med vandforsyning fra drænpumpe, danner de høstede erfaringer grundlag for at projektere fremtidige anlæg i bedre overensstemmelse med både den generelle anbefaling om 10 timers opholdstid i filtermatricen og de rammebetingelser, som gælder for temporær vandtilbageholdelse i de pumpede arealers grøfter og kanaler samt de drænede jorder. Og netop den temporære vandtilbageholdelse kan være den faktor, der qua udjævning af vandtilførslen til anlægget kan begrunde en mindre filtermatrice og skabe en bedre udnyttelse af denne. Eller sagt på en anden måde: hvis man gennem temporær vandtilbageholdelse kan skære toppen af de største drænafstrømninger, så kan man klare sig med en mindre filtermatrice subsidiært udelade et forsinkelsesbassin uden at gå på kompromis med den anbefalede opholdstid.

Projektet ved Gjør-Frstrup blev ramt af uforudseelige problemer, først og fremmest med en defekt pumpe, men derudover også med utilsigtet udpumpning af drænvand forbi de to minivådområder i en periode med stor drænvandsafstrømning fra oplandet. Disse problemer har i nogen grad kompromitteret dataindsamlingen og dermed mulighederne for at kvantificere klimatilpasningspotentialet. Dette til trods har projektet bidraget med viden om vigtige fokuspunkter i forbindelse med fremtidige projekter, hvor pumpede landbrugsarealer ønskes anvendt til målrettet og styret forsinkelse af afstrømningen af overskudsnedbøren via dræn, og hvor drænvandet samtidig ønskes rensat for næringsstoffer.

Det har ikke inden for rammerne af dette projekt været muligt at opstille en model, der på baggrund af alle relevante parametre kan danne grundlag for dimensionering og drift af såvel pumpe som minivådområder, men projektet har sat fokus på de parametre, der bør indgå i en sådan model.

Projektet har på den baggrund bidraget med viden, som kan være af værdi ved fremtidig brug af "Dræn og Pempeløsning fra Brovst", hvad enten denne benyttes alene som klimavirkemiddel eller i kombination med minivådområder til mindske af næringsstofbelastningen af vandmiljøet.

7.3 Matriceanlæg som nationalt virkemiddel

Sideløbende med etableringen og driften af matriceanlægget ved Gjør-Frstrup er der i forskellige projekter blevet etableret og driftet et stigende antal matriceanlæg rundt omkring i landet med sigte på at gøre matriceanlæg klar til godkendelse som nationalt virkemiddel til fjernelse af kvælstof fra dyrkede arealer og bidrage til opfyldelse af de nationale reduktionsmål for kvælstofudledningen til vandmiljøet.

En del af dette forberedende arbejde foregår i regi af projektet Future Cropping, hvori matriceanlægget ved Gjør-Frstrup indgår som ét af flere testanlæg.

Ved udgangen af 2018 er status for Orbicons matriceanlæg:

- En fjernelse af den årlige kvælstoftilførsel på 30-35 %.
- En fjernelse af den årlige fosfortilførsel på ca. 50 %.
- Et arealkrav på ca. 0,3 ha pr. 100 ha drænopland (hele anlægget). Der kan således opnås en kvælstofeffekt, der er mindst lige så stor som i et minivådområde med åbne bassiner, der kræver et areal på 1,0 ha pr. 100 ha drænopland).

- Filtermatricen skal have en størrelse, der sikrer en opholdstid på mindst 10 timer ved vinter-middelafstrømning.
- Anlægsudgifter (0,3 ha anlæg) til et standardanlæg uden måleudstyr: 0,3-0,5 mio. kr. Som ved anlæg af minivådområder med åbne bassiner kan anlægsomkostningerne variere, afhængigt af bl.a. behovet for lermembran, valg af filtermateriale og adgangsforhold m.m., samt i tilfælde af pumpede arealer, en pumpe, hvis kapacitet er afstemt efter afvandingsbehovet og dimensioneringen af matriceanlægget.

Lignende projekter gennemført af Aarhus Universitet har vist, at det er muligt at opnå en kvælstoffjernelse på mindst 50 % i minivådområder med filtermatrice, når opholdstiden ligger nær normværdien på 10 timer.

Negative effekter af minivådområder med filtermatrice kan være lugtgener i form af svovlbrinte, der kan forekomme i varme perioder med lave nitratkoncentrationer og høje sulfatkoncentrationer i drænvandet. Der er dog tale om relativt sjældne og kortvarige hændelser. Vandet i afløbet fra flismatricen er iltfrit, og det kan være nødvendigt at foretage en iltning af vandet i en iltningstrappe inden afløb til en sårbar recipient (f.eks. et lille vandløb). Udledning af klimagasser som metan og lattergas kan forebygges ved at lægge et ekstra tykt lag flis på matricen over vandspejlet og ved at operere med så ensartet vandgennemstrømning og vandstand som muligt. Levetiden for flismatricen afhænger bl.a. af tilførslen af partikulært stof og risikoen for tilklogning samt af nedbrydningstiden. Der må påregnes udskiftning af flismatricen ca. hver 5-10. år. I øvrigt er udfordringerne ved placering af minivådområder med filtermatrice i landskabet de samme som for minivådområder med åbne bassiner. Den største omkostningseffektivitet fås på dræned arealer med høj landbrugsudnyttelse og lav retention af kvælstof fra rodzonen til vandløb. Placeringen bliver reguleret gennem et nationalt potentialekort for hensigtsmæssig placering af minivådområder.

Med forventet inddragelse af matriceanlæg i paletten af godkendte virkemidler til reduktion af landbrugets udledning af kvælstof (og fosfor) til vandmiljøet er der taget skridt, der betyder øget aktivitet, og dermed øget beskæftigelse, på grænsefladen mellem landbruget og det øvrige erhvervsliv. Projektering og etablering af konstruerede minivådområder kræver på den ene side gennemførelse af forberedende arbejder inden for landbrugets egne rækker, bl.a. i form af det formaliserede arbejde, som varetages af oplandskonsulenter, og på den anden side det anlægsmæssige arbejde, der i vid udstrækning forventes udført af entreprenører og rådgivere uden for landbrugserhvervet. Hertil kommer skovbrugets leverancer af træflis.

7.4 Matriceanlæg som internationalt virkemiddel

Tab af næringsstoffer fra landbrugsarealer til vandmiljøet er et globalt problem. Det samme gælder udnyttelse og beskyttelse af vandressourcen og optimal udnyttelse af næringsstoffer.

De danske forsøg med matriceanlæg (og åbne bassin-anlæg) repræsenterer nytænkning på dansk grund og tilpasning af forskellige kendte teknikker til danske forhold. Men hverken konceptet for constructed wetlands eller ideen om en mere bæredygtig vandhåndtering i form af reguleret dræning er ny på globalt plan. Flere steder i Verden har man gennem adskillige år arbejdet med disse emner og udviklet en række forskellige varianter af constructed wetlands og filterteknikken, og nye varianter udvikles til stadighed. Det samme gør sig gældende i Danmark, hvor der med afsæt i bl.a. matriceanlæg udvikles og afprøves nye varianter af filterteknologien.

Med de seneste års positive resultater af afprøvning af filterteknologien i minivådområder med filtermatrice er der taget skridt frem mod godkendelse af matriceanlæg som et af virkemidlerne til at begrænse udledningen af kvælstof (og fosfor) fra landbrugsarealerne til vandmiljøet i Danmark. I 2019 er der som en forsøgsordning bevilget 20 mio. kr. ud af en samlet pulje på

115 mio. kr. fra Landdistriktsprogrammet til etablering af minivådområder. Bevillingerne videreføres i de kommende år som en del af Landbrugspakken og de statslige Vandområdeplaner som en del af de kollektive virkemidler. Der er i alt afsat 550 mio. kr. i perioden 2018-2021 til drænvandsteknologier, og der forventes etableret mindst 1000 minivådområder fordelt på minivådområder med åbne bassiner og minivådområder med filtermatrice, afhængigt af, til hvilken type anlæg der ansøges støtte. Fremtiden for matriceanlægget som virkemiddel afhænger bl.a. af resultaterne af Future Cropping-samarbejdet.

Kvælstoffjernelse og bæredygtig vandhåndtering

MUDP-projektet i Gjøl-Fristrup Enge har vist, at der knytter sig en række muligheder og fordele til at anlægge minivådområder i tilknytning til landbrugsarealer, der afvandes via pumpe.

På den ene side giver minivådområderne mulighed for at fjerne næringsstoffer fra drænvand, der ofte har et højt næringsstofindhold på grund af den intensive dyrkning af de pumpede arealer.

På den anden side giver udpumpningen af drænvandet mulighed for at anlægge minivådområder på steder, hvor terrænet ikke muliggør vandtilførsel ved gravitation fra rørdræn. Og derudover giver pumpningen mulighed for at styre vandtilførslen til minivådområderne bedre, end tilfældet er ved rørdræn. Styringen af vandtilførslen til minivådområderne gør brug af den kapacitet, der ofte er til stede i grøfter og kanaler til temporær vandtilbageholdelse i forbindelse med store drænvandafstrømninger. Denne temporære vandtilbageholdelse kan udnyttes i forhold til både dimensionering og drift af minivådområderne, og har i forhold til hydrologien i de åbne vandområder den fordel, at den kan være med til at mindske den hastighed, hvormed overskuds- nedbøren afledes som følge af dræning – et aspekt af relevans i forhold til klimatilpasning.



Miljøstyrelsen
Tolderundsvej 5
5000 Odense C
www.mst.dk