

Status for Minivådområder med filtermatrice	Ansvarlig	FLG/KRP
	Oprettet	19-10-2016
Projekt: 3732	Side	1 af 6

Status for minivådområder med filtermatrice

Baggrund

Minivådområder med filtermatrice har været testet i en årrække af Orbicon og af Aarhus Universitet.

Endvidere har matricer med træflis været testet og anvendt i flere år i USA, men i en lidt anden opsætning (kaldet bioreaktor), hvor træflis graves ned uden forbassin og efterbassin.

Dette notat omhandler en opsamling på danske resultater samt en vurdering af eventuelle udfordringer i forhold til at få minivådområder med matrice godkendt som virkemiddel overfor landbrugets tab af kvælstof og fosfor til vandmiljøet via markdræn.

Status for arbejde udført af AU

Forskning i matrice-minivådområder er sket i regi af det strategiske forskningsprojekt SupremeTech og GUDP-projektet iDRÆN. Forskningen er baseret på resultater fra laboratorieforsøg og et testanlæg (SupremeTech) i Gjern. Resultaterne er publiceret eller er undervejs til publicering i videnskabelige tidsskrifter. Se bilag 2 for publikationsliste. Endvidere er der i regi af iDRÆN nyligt anlagt et fuldskalaanlæg ved Odder.

Hovedresultaterne viser, at filtermatricer kan præstere en meget høj kvælstof-fjernelse. Især adskiller matriceanlæg sig fra anlæg med åbne bassiner ved at have potentiale for en større fjernelse i forbindelse med de store vinterafstrømninger, hvor den lavere temperatur spiller en afgørende rolle for fjernelsen. Resultater viser, at det er særligt vigtigt at forholde sig til den hydrauliske opholdstid (HRT) i anlæggets matrice. For de testede matricer gælder, at når HRT falder til under ca. 10 timer i vinterperioden, vil den procentuelle kvælstof-fjernelse være lav, og når HRT er lang vil fjernelsen kunne blive tæt ved 100 % (sommer). Resultaterne viser endvidere, at den hydrauliske kapacitet er afgørende for anlæggenes evne til at fjerne nitrat, og at den hydrauliske kapacitet kan optimeres ved hjælp af matricens materialevalg og strømningsveje.

Korrekt dimensionering af matriceminivådområder især om vinteren er således afgørende for at nå den ønskede kvælstoffjernelse. En helt afgørende faktor i den sammenhæng er viden om vinterdrænastrømningen, og om det sker i peak-events eller en mere jævn afstrømning.

Et nyligt anlagt matrice-minivådområde i iDRÆN projektet er dimensioneret til at kunne klare en HRT på minimum 10 timer i vinterperioden. Fjernelsesraten vil blive givet af afstrømningsforløbet gennem året. Testanlægget i Gjern har vist en kvælstof-fjernelse på ca. 50% på årsbasis ved den lokalitetsbestemte HRT.

Testene viste desuden, at den store forskel i sommer- og vintervandføring i Danmark er en udfordring i forhold til dimensionering. En tilpasset dimensionering til vinterens afstrømning vil medføre en overkapacitet om sommeren og føre til, at alt nitrat bliver fjernet, og bakterier i matricen kan begynde at danne svovlbrinte som både lugter og potentielt kan være toksisk ved udledning i vandløb med ringe vandføring.

Status for arbejde udført af Orbicon

Følgende vurderinger baserer sig på Orbicons rapport (Minivådområder med filtermatrice målrettet drænvand, 2016 v0.3), der er en opsamling af erfaringer fra flere års udvikling og monitorering frem til 2015. Fra 2015 foretages overvågningen af Orbicons 4 matrice-minivådområder i regi af Future Cropping (projekt under Innovationsfonden) efter et standardiseret måleprogram, som er aftalt med Aarhus Universitet AGRO. Resultater fra Future Cropping indgår ikke i indeværende vurderinger, da der endnu ikke er bearbejdede data for et helt hydrologisk år. Dog er koncentrationsdata fra RyÅ2 anlægget kort omtalt.

Ondrup Mose

- Anlægget i Ondrup mose er anlagt således, at det får vand fra et stort drænopland, men drænvandet samles i en åben grøft, der leder vandet til anlægget. Da minivådområdet er anlagt i et moseområde er det sandsynligt at der kommer et relativt større bidrag af grundvand til drænen end hvad der er typisk for drænen på højbundjord og at der således også er en relativt større afstrømning om sommeren end om vinteren i forhold til en typisk drænastrømning. Dette betyder at kvælstoffjernelsen opgjort på årsbasis formentlig vil blive højere for dette anlæg end i typiske drænoplande med relativt større vinterafstrømning.
- Anlæggets størrelse er meget lille i forhold til oplandet (ca. 0,15 %). Det oplyses, at der sker bypass af tilstrømmende vand uden om anlægget ved store afstrømninger. Anlægget angives at have en gennemstrømning af vand på 5,7 l/s, hvilket svarer til kun 0,05 l/s/ha opland, (noget under en forventelig afstrømning for området) og indikerer netop at der sker en ikke ubetydelig bypass af vand. I regi af Future Cropping er omløbsgrøften i 2016 blevet forsynet med et Thompson-overfald, således mængden af vand, der strømmer forbi anlægget, kan beregnes på grundlag af løbende målinger af vandstanden
- Anlægget er lavet om flere gange. Matricen er sidst blevet skiftet efteråret 2014. Det er ikke oplyst, hvad grundene til ombygning har været. Dette har betydning for vurdering af drift af anlæg.
- Anlægget er placeret på humusrig jord. Der er ikke nedlagt membran i bunden af anlægget. Ole Lyngby Pedersen (jordejer) har på et tidligt tidspunkt oplyst, at hans marker som støder op til anlægget efter anlæggelse er blevet mere tørre. Dette kunne indikere, at vandlægget har indtrængende vand. Orbicon har oplyst, at dette ikke er tilfældet på baggrund af simultane vandføringsbestemmelser i indløb og udløb. (ikke publiceret).
- Effekt: Kvælstof-fjernelsen og fosfor-fjernelsen er opgjort til henholdsvis 42% og 68 % af tilførslen over hele måleperioden på ca. 5 år. Effekten er dog meget variabel og kan være alt mellem nul og 100% fjernelse afhængigt af årstiden. Fjernelsen er opgjort til 1,1 kg N/ha/dag svarende til ca. 400 kg N pr år for anlægget. Det har en størrelse på 1.700 m² (ikke 1.500 m²), hvilket giver en effekt på 2.350 kg N/ha. Tilsvarende er fjernelsen opgjort til ca. 1.000 kg N/ha for åbne bassiner, men for et andet afstrømningsregime, hvor vinterafstrømningen er forholdsvis højere. Talene kan således ikke umiddelbart sammenlignes. For at sammenligne effekt er det mest optimalt at sammenligne effekten i forhold til HRT under forskellige temperaturer, eller årstider. Det er således ikke muligt på baggrund af nuværende sammenstilling af data at konkludere noget om anlæggets effektivitet i forhold til andre tilsvarende anlæg eller minivådområder uden matrice.
- Målinger. Det fremgår ikke i rapport hvilke målinger som er blevet benyttet på hvilket tidspunkt. I pers kommentar af Orbicon angives følgende: Fra foråret 2014, blev udtaget øjebliksprøve hver 14. dag indtil årsskiftet 2014/2015, hvor prøver blev udtaget med ISCO én prøve i døgnet til en puljet prøve for hver 14. dag. Siden sommeren 2015 er prøverne indsamlet med ISCO efter den besluttede fremgangsmåde med døgnprøver bestående af vand udtaget en gang i timen.

Forslag:

Opgørelse for effekt sker på 2 måder. Sammenstilling af N-fjernelse i forhold til HRT og sommer/vinterafstrømning samt fjernelse opgjort som kg N / ha fordelt på sommer og vinterafstrømning.

Opgørelse af, hvor meget vand og næringsstoffer, der løber uden om anlægget.

Ryå 1

- Målemetoderne ved Ryå1 anlægget er ikke beskrevet. I en tidligere periode blev koncentrationsmålingerne foretaget (pers kom Carl Chr. Hoffmann) ved sugeceller i matricen. Dette er en markant mere usikker metode som ikke kan anbefales, fordi man ikke kan vide om sugecellerne udtager vand der er repræsentativt for vandet i matricen. Opgørelsen på effekt bør kun ske for den periode, hvor der er sket målinger på indløb og udløb. Orbicon har oplyst, at data i rapport er baseret på enkeltmålinger hver 14. dag i indløb og udløb fra 2011 til 2015 med et længere udfald af monitoring i 2013 under modificering af anlægget. Fra 2016 monitoreres anlægget med automatiske ISCO samplere i indløb og udløb.
- Effekt: Kvælstof-fjernelsen og fosforfjernelsen er opgjort til henholdsvis 26 % og 59 % af tilførslen over hele måleperioden fra 2011 til 2015 . Effekten er dog meget variabel og kan variere mellem nul og 100 afhængigt af årstiden. For at sammenligne effekt er det mest optimalt at sammenligne effekten i forhold til HRT under forskellige temperaturer, eller årstider. Det er således ikke muligt på baggrund af nuværende sammenstilling af data at konkludere noget om anlæggets effektivitet i forhold til andre tilsvarende anlæg eller minivådområder uden matrice.

Forslag:

Opgørelse for effekt sker på 2 måder. Sammenstilling af N-fjernelse i forhold til HRT og sommer/vinterafstrømning samt fjernelse opgjort som kg N / ha fordelt på sommer og vinterafstrømning.

Hustedvej/Åkær Å

- Målemetoderne er ikke beskrevet i rapport. Orbicon har oplyst, at målingerne er foretaget med samme fremgangsmåde som i Ondrup Mose.
- Måleserien har mangler i perioder med lav fjernelse, hvilket kan ændre samlet bedømmelse
- Effekt: Kvælstof-fjernelsen og fosforfjernelsen er opgjort til henholdsvis 27% og 35 % af tilførslen over hele måleperioden 2012 til 2015. Effekten er dog meget variabel og kan variere mellem nul og 100 afhængigt af årstiden. For at sammenligne effekt er det mest optimalt at sammenligne effekten i forhold til HRT under forskellige temperaturer, eller årstider. Det er således ikke muligt på baggrund af nuværende sammenstilling af data at konkludere noget om anlæggets effektivitet i forhold til andre tilsvarende anlæg eller minivådområder uden matrice.

Forslag:

- Opgørelse for effekt sker på 2 måder. Sammenstilling af N-fjernelse i forhold til HRT og sommer/vinterafstrømning samt fjernelse opgjort som kg N / ha fordelt på sommer og vinterafstrømning.

Gjøl-Frstrup (Ryå2)

- Anlægget er ikke med i rapporten fra Orbicon. Det er anlagt i 2014 og er blevet bliver monitoreret i regi af Future Cropping projektet siden sommeren 2015. Anlægget får vand via en pumpe, som ledervandet til en fordelerbrønd og videre til et minivådområde med åbne bassiner og et andet minivådområde med matrice. Der er pt. alene målt vandflow til anlægget med åbne bassiner, mens vandføringen til anlægget med matrice forventes at kunne beregnes på baggrund af en monteret vandbremse, som er indstillet til at lukke 10 l/s ind i anlægget, når der lukkes vand ind i anlægget med åbne bassiner.
- Målinger af N, P og turbiditet er foretaget i udløb og indløb (sommer 2015-2016) og viser generelt væsentligt lavere koncentrationer i udløb end i indløb som tegn på en fjernelse i anlægget. Målingerne viser fra november 2015 periodevis forhøjede værdier i udløb. Det kunne indikere, at matricen ikke har fungeret under dele af vinterens afstrømninger eller i særligt kolde perioder.

Omkostningseffektivitet

Afsnittet om omkostningseffektivitet i rapport er ikke baseret på konkrete data, men teoretiske data. Det er desuden angivet at filtermatricen rens vand i forholdet 1:1000 mellem anlæg og opland. Dette er et urealistisk forhold, idet matrice-minivådområder må forventes at skulle dimensioneres større for at kunne sikre en HRT på mindst 10 timer om vinteren.

Konklusionen om, at matrice anlæg fylder 25-30 % af anlæg med åbne bassiner er der i rapporten ikke dokumentation for jf. ovenstående.

Samlet konklusion

Samlet set kan det konkluderes, at matrice-minivådområder kan fjerne nitrat og potentielt være et omkostningseffektivt virkemiddel. Hovedudfordringen i forhold til implementering som virkemiddel er opnåelse af viden om drænafstrømning på en systematisk og operationel måde som sikrer, at anlæg kan dimensioneres således deres effekt kan angives uden at måle på hvert eneste anlæg. Denne problemstilling gælder også for minivådområder med åbne bassiner, men er særlig vigtig for minivådområder med matrice fordi anlæggende er særligt sårbare for korrekt dimensionering i forhold til deres effektivitet.

Fjernelsesraten afhænger især af opholdstiden i matricen og temperaturen. Endvidere spiller hydraulisk kapacitet, type af træflis, strømningsvej mv. en rolle for effektiviteten.

De fuldskala anlæg, som er blevet etableret har ikke kørt problemfrit. Flere af Orbincons anlæg er blevet reetableret og samtidig tyder seneste data fra Gjør-Frstrup anlægget samt fra iDRÆN anlægget på Skovlyvej, ved Odder, at der kan have været effektivitetsproblemer under vinterafstrømningen.

For at sikre problemfri implementering, drift og optimal ydelse af matriceanlæg bør yderligere fuldskala-anlæg anlægges med henblik på at opnå tilstrækkelig erfaring og sikkerhed.

Den i rapporten citerede omkostningseffektivitetsberegning fra IFRO bør erstattes med beregninger baseret på opdaterede data, herunder en mere realistisk anlægsstørrelse.

BILAG 1

Overordnede vurderingskriterier

For at kunne lave en effektvurdering af matrice-minivådområder, skal de data der ligger til grund for effektvurdering være indsamlet og bearbejdet på en måde, der giver et retvisende billede af deres effekt på forskellige årstider og afhængigt af HRT. Det foreliggende datagrundlag skal derfor granskes og vurderes på en ensartet og konsistent måde.

Effektvurdering

Effekten defineres som den masse af kvælstof og fosfor, der er fjernet mellem indløb og udløb. Det er derfor helt centralt at kvælstofmassebalancen i filteret er retvisende bestemt. Da massebalancen er beregnet ud fra kvælstofkoncentrationsmålinger og en vandflux skal begge disse komponenter bestemmes tilfredsstillende. Det skal derfor sikres:

- At massebalancen for vand i indløb og udløb er den samme – således at der er sikkerhed for at vand ikke løber uden om matricen eller at matricen ikke modtager vand fra andre kilder end drænet, f.eks. fra grundvand. Hvis noget af vandet skal løbe uden om matricen ved skybryd eller andre store afstrømningshændelser for at beskytte matricen mod tilstopning skal massebalancen for vand og næringsstoffer i det mindste kvantificeres.
- At prøver til kvælstofkoncentration er taget på en måde og med en metode, så kvælstof- og fosforkoncentrationerne er repræsentative for vandfluxen gennem anlægget.
- At der er taget vandprøver til analyse af kvælstof og fosfor med en frekvens der sikrer, at koncentrationerne kan intrapoleres mellem prøvetidspunkter på en måde, der sikrer at massebalancen for kvælstof og fosfor kan bestemmes med en rimelig præcision.

Årseffekt og variation over året

Det er væsentligt at matrice-minivådområdets effekt kan vurderes i en fuld årscyklus, således at effekten bestemmes ved forskellige temperatur- og afstrømningsregimer. Effekten (procentuelt) er mindst ved lav temperaturer og ved høj vandgennemstrømning. For at kunne sammenligne effektiviteten for forskellige matricesystemer er det således nødvendigt at bestemme vandets opholdstid (Hydraulisk Residence Time, HRT) ved forskellige temperaturer samt matricernes hydrauliske kapacitet.

Vandkvalitet i udledningsvandet

Det vand, der udledes fra matrice-minivådområdet kan i nogle tilfælde være iltfrit og/eller indeholde sulfid. I tilfælde hvor matricevådområdet bidrager med relativt meget vand til et vandløb bør det undersøges, om det kan have konsekvenser for livsbetingelserne for fisk og smådyr i vandløbet. Data skal godtgøre, at man ud fra simple dimensionerings regler kan konstruere matrice-minivådområder, der enten ikke har risiko for iltfrit udledningsvand, eller at vandet kan iltes tilstrækkeligt, inden det når vandløbet.

Skabelon for vurderingen

Ud fra ovenstående bør en række spørgsmål besvares for at man kan lave en vurdering af, om effekt-estimatet er retvisende eller ved genberegning af data kan gøres retvisende:

- Er der overensstemmelse mellem indløbs- og udløbsfluxen af vand?
- Er de målte kvælstof- og fosforkoncentrationer repræsentative for vandfluxen gennem matricen?
- Er frekvensen af koncentrationsmålinger høj nok til at der med rimeligt sikkerhed kan etableres en retvisende koncentrationsprofil hen over dataserien?
- Dækker dataserien (koncentration og vandflux) årstidsvariationen i anlæggetseffekt?
 - Hvis nej, dækker dataserien afstrømningssæsonen?

- Er hydraulisk kapacitet og hydraulisk opholdstid beregnet?
- Er det godtgjort, at udledning af iltfritvand kan undgås eller minimeres til acceptabelt niveau, enten ved korrekt dimensionering eller geniltning af vand?

•

Bilag 2

Peer-review publikationer (5 published, 1 accepted, 3 submitted)

- Bruun, J., Hoffmann, C.C., Kjaergaard, C. 2016. Nitrogen removal in permeable woodchip filters affected by hydraulic loading rate and woodchip ratio. *J. Environ. Qual.* 45:1688-1695
- Bruun, J., Pugliese L., Hoffmann, C.C., Kjaergaard, C. 2016. Solute transport and nitrate removal in full-scale subsurface flow constructed wetlands of various designs treating agricultural drainage water. *Ecological Engineering* 97:88-97
- Bruun, J., Hoffmann, C.C., Kjaergaard, C. 2016. Convective transport of dissolved gases determines the fate of the greenhouse gases produced in reactive drainage filters. *Ecological Engineering* Ref. No.: ECOLENG-D-15-01386, Accepted May 2016
- Pugliese, L., Bruun, J., Kjaergaard, C., Hoffmann, C.C., Langergraber, G. 2016. Non-equilibrium model for solute transport in differently designed subsurface flow constructed wetland. *Ecological Engineering*, Submitted April 2016
- Hoffmann, C.C., Kjaergaard, C. 2016. Nitrogen removal in full-scale subsurface flow constructed wetlands of different design and matrix composition. Submitted 2016
- Kjaergaard, C., Hoffmann, C.C. 2016. Phosphorus retention in full-scale subsurface flow constructed wetlands of different design and matrix composition. Submitted 2016
- Canga, E., B.V. Iversen, C. Kjaergaard. 2013. A simplified transfer function for estimating saturated hydraulic conductivity of porous drainage filters. *Water, Air & Soil Pollution*, 225(1): 1794. DOI 10.1007/s11270-013-1794-8
- Andreasen, R.R., E. Canga, C. Kjaergaard, B.V. Iversen, T.G. Poulsen. 2013. Relating water and air flow characteristics in coarse granular materials. *Water, Air & Soil Pollution*, 224:1469—1481, DOI 10.1007/s11270-013-1469-5653
- Holsten, B., A. Bednarek, A. Fier, N. Fohrer, G. Heckrath, H. Höper, C. Hugenschmidt, C. Kjaergaard, B. Krause, N. Litz, N., A. Matzinger, D. Orlikowski, C. Périllon, M. Pfannerstill, P. Rouault, W. Schäfer, M. Trepel, M. Ubraniak, und M. Zalewski, M. 2012. Potentiale für den Einsatz von Nährstoff-Filtersystemen in Deutschland zur Verringerung der Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 56(1): 4-15. DOI: 10.5675/HyWa_2012,1_1