

# Veldonderzoek lichtinval en zuurstof onder kroosdekken

Auteurs: Ernst Raaphorst & Lesley Bezemer, Hoogheemraadschap van Delfland

In samenwerking met, gecontroleerd door: Aisje Rijnks, Djoline van den Berg

Datum: 11-1-2019 (revisie 26-2-2021)

## Inleiding

Wanneer schade aan waterkwaliteit door toedoen van kroosdekken wordt omschreven, dan worden twee effecten van kroosdekken het meest genoemd: verslechtering van de zuurstofhuishouding en van het lichtklimaat. Met name Veraart et. al. (2010) geeft al een aantal aanknopingspunten, maar verder zijn er weinig concrete literatuurbronnen gevonden. Om hier meer invulling aan te geven, en vooral een ijklijn te creëren met de waterschapspraktijk, is in dit onderzoek nader gekeken naar de impact van kroosdekken op de lichtinval en de verandering van de zuurstofverzadiging in de diepte.

## Methode

Het onderzoek naar lichtinval behelst twee aspecten: de hoeveelheid licht die nog onder water doordringt onder kroosdekken, en de hoeveelheid licht die in watergangen vrij van kroos en bij verschillende mate van doorzicht in het water doordringt. Omdat binnen de praktijk van de waterschappen het lichtklimaat normaal wordt vastgesteld met de Secchi-schijf, en deze methode zich niet leent om het lichtklimaat onder kroos te bepalen, is zowel het doorzicht met een secchi-schijf als de lichtinval met een lichtmeter bepaald op referentielocaties. Hiermee zijn de waarden van lichtinval gekoppeld aan een doorzicht-waarde. Zo kan de lichtinval aan de gebruikelijke norm van 0,6 meter doorzicht worden getoetst. Om meer inzicht te krijgen in zuurstofhuishouding is een profiel in de diepte opgesteld. Daarnaast zijn een aantal andere aanvullende variabelen gemeten. De volgende parameters zijn opgenomen:

- Om de hoeveelheid lichtinval onder een kroosdek vast te stellen, is op 0,5 meter diepte de lichtintensiteit gemeten. Tegelijkertijd is ook de lichtsterkte boven het kroosdek, maar net onder water, gemeten ter correctie van eventuele verminderde lichtinval door bewolking, schaduw van bomen en de stand van de zon.
- De lichtmetingen zijn herhaald, nadat het kroosdek terzijde is geschoven, om vast te stellen hoeveel de lichtinval wordt verminderd door de troebelheid van het water.
- Het zuurstofgehalte (mg/l en verzadigingspercentage) en temperatuur (T) is gemeten direct onder het kroos, en op 10, 20, 30 enz. cm tot maximaal 100 cm diep.
- Het gewicht van een vast oppervlak kroosdek is gemeten, in natte toestand: met een zeef (0.5mm maaswijdte) opgeschept, en gedurende enkele seconden is water eruit gelekt. De dominante kroossoorten zijn op naam gebracht, met een procentuele schatting van het aandeel dat deze uitmaken t.o.v. het totale kroosdek.
- Omgevingsvariabelen zijn genoteerd: breedte en diepte watergang, type oever(beschoeiing), dikte sliblaag, bedekking andere aanwezige vegetatie, geur en kleur van het water, weersomstandigheden, en in hoeverre het kroos weg zou kunnen komen (door bijvoorbeeld wind) van de plek waar het ligt (isolatie van het wateroppervlak).

De lichtmetingen, het doorzicht en de zuurstofmetingen zijn ook bepaald in een aantal watergangen waar geen kroos lag, en met verschillende doorzichten maar nooit bodemzicht, ter vaststelling van ijklijnen en referenties.

Er zijn 6 locaties met kroos bemonstert, in Delft, Vlaardingen en Maasland, allemaal van het watertype sloot. Op 1 van deze locaties is enkel het gewicht van het kroosdek is gemeten. Daarnaast zijn er 5 locaties bezocht als referentie, in Schiedam, Delft, Vlaardingen en Schipluiden, zonder kroos en zonder bodemzicht. Op 1 van deze locaties is de meting herhaald na het opzettelijk sterk vertroebelen door beroeren van de bodem, om ook een meting te hebben in extreem troebel water, en er zijn zodoende 6 waarnemingen. 2 van deze locaties zijn te typeren als kanaal (t.b.v. van diepere doorzichten) waarvan 1 met enige stroming, en de andere 3 als sloot.

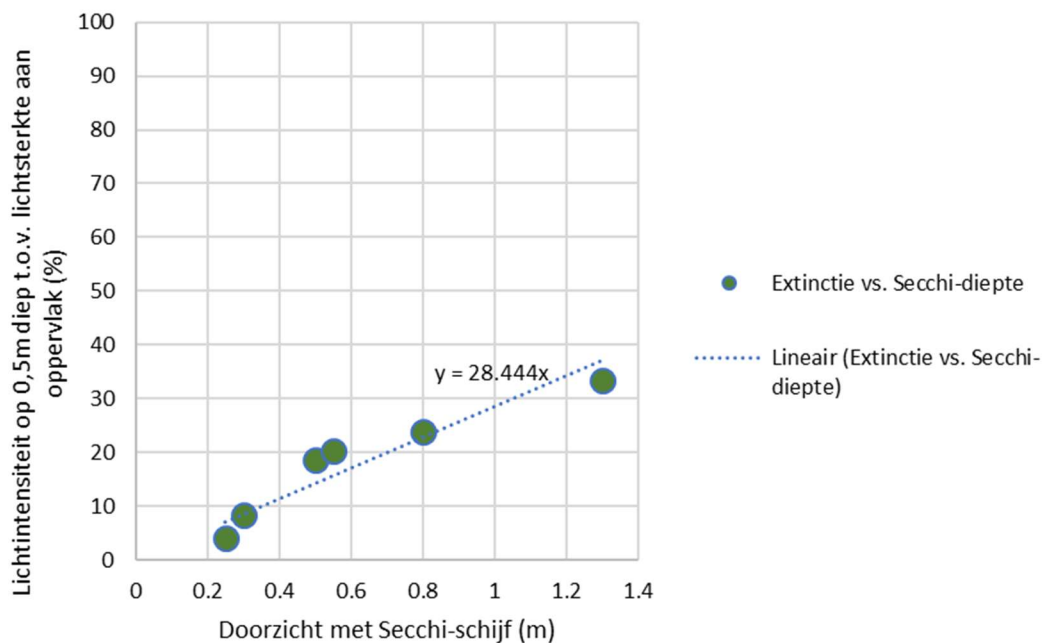
## Resultaten

De metingen zijn uitgevoerd op een zonnige dag met enige hoge sluierbewolking.

Op de 5 watergangen met kroos varieerde de kroosbedekking tussen de 90 en 100%. Er was vrijwel geen submerse vegetatie, en geen tot 10% emerse vegetatie. Op 5 watergangen met kroos vormden dwergkroos (*Lemna minuta*) en/of bultkroos (*Lemna gibba*) de voornaamste component van de krooslaag. Op 1 watergang met kroos was groot kroosvaren (*Azolla*

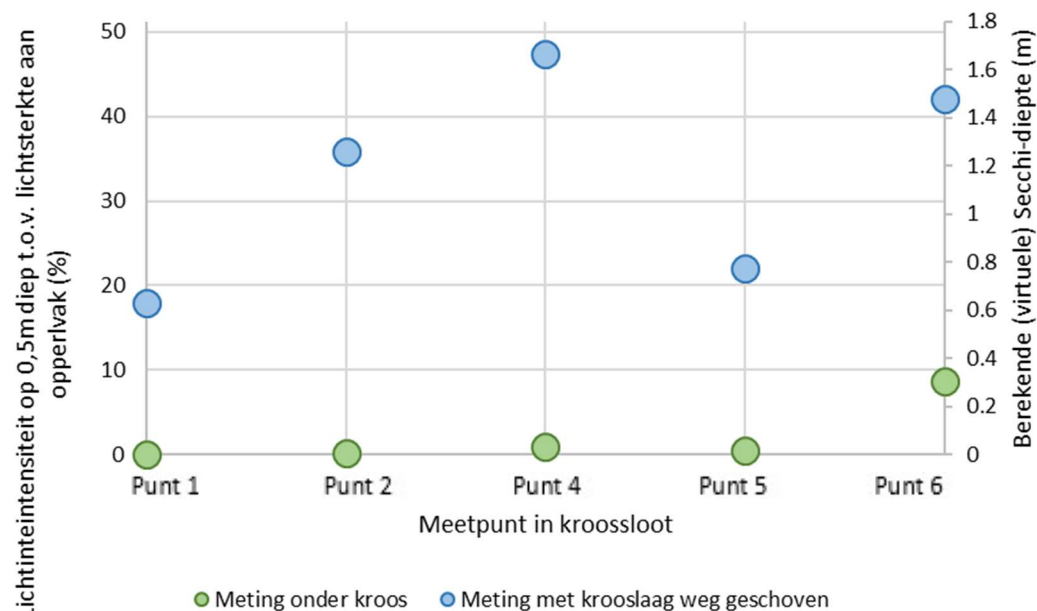
*filiculoides*) de voornaamste kroossoort. De dikte van de krooslagen lag tussen de 0,5 en 1,0 cm.

### Relatie lichtintensiteit op 50 cm diepte en Secchi-diepte



Figuur 1: IJklijn doorzicht met Secchi-schijf gekoppeld aan de lichtintensiteit op 0,5 meter diepte.

### Lichtintensiteit op 0,5m en daaruit berekende (virtuele) Secchi-diepte onder krooslaag



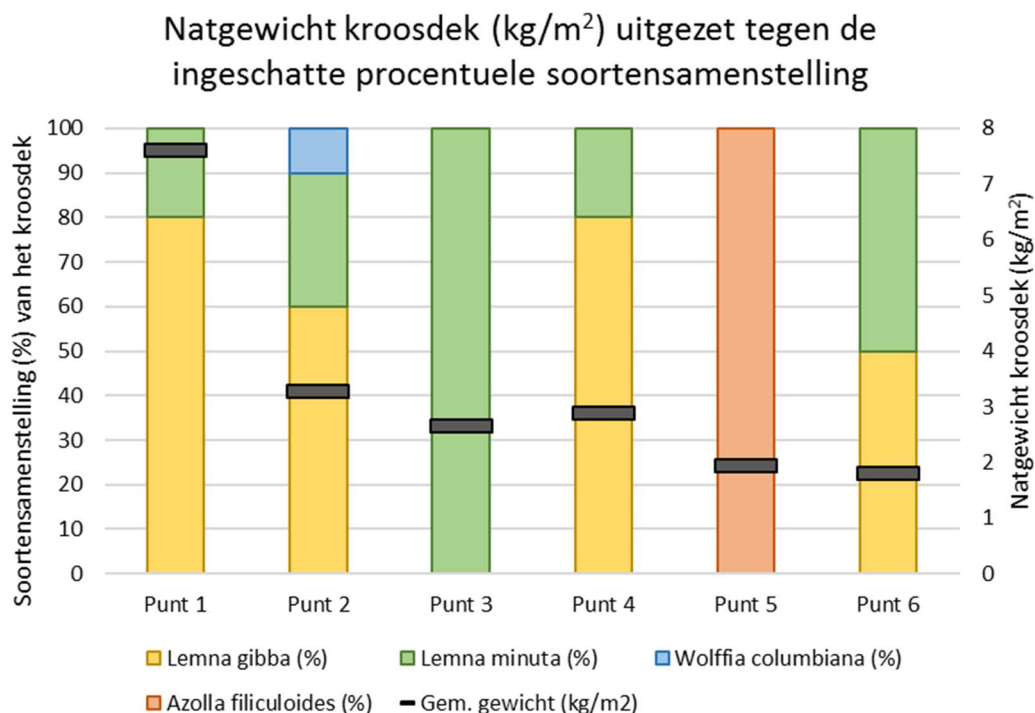
Figuur 2: Berekende (virtuele) doorzichtwaarde onder krooslagen ter indicatie van het lichtklimaat, en op hetzelfde punt met de krooslaag opzijgeschoven. Op de linker y-as de lichtintensiteit op 0,5 meter, op de rechter y-as de corresponderende berekende Secchi-waarde. In deze sloten was altijd bodemzicht, dus de daadwerkelijke Secchi-diepte kon niet ter vergelijking worden vastgesteld.

In figuur 1 zijn de metingen van waterpartijen met een verschillende troebelheid, gemeten zowel in doorzicht met de Secchi-schijf, als de lichtintensiteit op 0,5 meter diepte t.o.v. aan het oppervlak, uitgezet tegen elkaar. Het verband is uitgedrukt in een lineaire trendlijn, beschreven door de formule  $y = 28,444 \cdot x$ . Deze formule is gebruikt om de lichtmetingen onder

kroosdekken om te rekenen naar een virtuele doorzicht-waarde die getoetst kan worden aan de norm. Overigens is bekend dat dit verband in de praktijk niet zo eenduidig is als deze resultaten toevalligerwijs suggereren (Reynolds, 18984), maar het vormt een goede indicatie ten behoeve van dit onderzoek.

In figuur 2 zijn voor 5 sloten met een kroosdek de lichtintensiteitsmetingen op 0,5 meter diep weergegeven, als percentage lichtinval ten opzichte van de lichtsterkte aan het wateroppervlak (de linker y-as). Op de rechter y-as is aangegeven wat bij deze metingen de berekende (virtuele) Secchi-diepte is. Het lichtklimaat onder een krooslaag komt in 4 van de 5 watergangen met kroos overeen met een doorzicht variërend tussen 0,2 en 3,4 centimeter, en in de 6<sup>e</sup> sloot 30,5 centimeter. Het berekende doorzicht wanneer de krooslaag is weggeschoven bedroeg tussen de 63 en 167 centimeter.

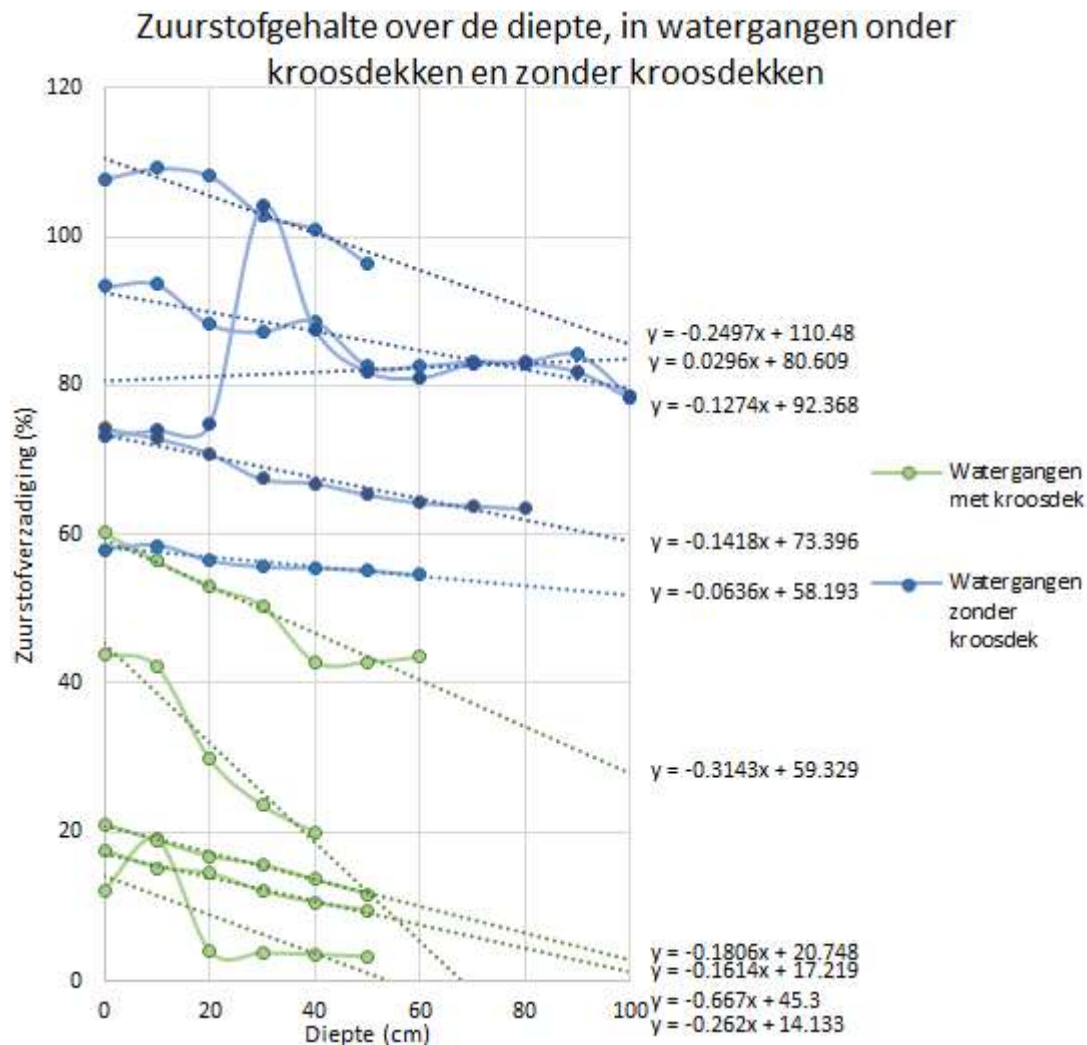
Op punt 1 bedroeg het natgewicht 7,6 kg/m<sup>2</sup>, op punt 2, 3 en 4 respectievelijk 3,3, 2,7 en 2,9 kg/m<sup>2</sup>. Op punt 5 en 6 was het gewicht respectievelijk 1,9 en 1,8 kg/m<sup>2</sup>. Daarbij is op te merken dat het kroos op punt 4 relatief veel water verloor. Dit was het enige punt met groot kroosvaren-dominantie (*Azolla filiculoides*), en het water viel hier als het ware tussenuit, door de waterafstotendheid van deze plantjes. De andere punten bestonden vooral uit een mix van bultkroos (*Lemna gibba*) en dwergkroos (*Lemna minuta*). In figuur 3 is het gewicht uitgezet tegen de inschatting van het procentuele aandeel van de verschillende soorten van het kroosdek.



Figuur 3: Gewicht van de kroosdekken per vierkante meter, uitgezet tegen de inschatting van het procentuele aandeel van de verschillende soorten waaruit het kroosdek bestaat.

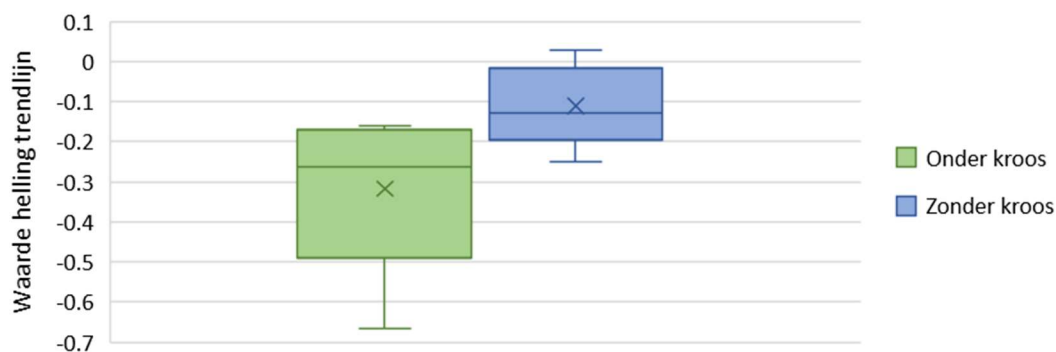
Figuur 4 toont de gemeten zuurstofprofielen, uitgedrukt in het verzadigingspercentage, in de diepte van de bemonsterde watergangen. In blauw zijn de watergangen weergegeven waar geen kroos lag, en in groen de watergangen waar wel een kroosdek lag. Van alle trendlijnen is de beschrijvende formule weergegeven. De richtingscoëfficiënten zijn in figuur 5 weergegeven, in de vorm van een box-plot, om aan te geven hoe de steilheid van de 2 groepen lijnen zich tegenover elkaar verhoudt. Gemiddeld genomen hebben alle profielen op locaties zonder kroos, hogere zuurstofgehaltes dan de locaties waar wel een kroosdek ligt. De trendlijnen van de locaties met kroosdekken lopen ook gemiddeld genomen steiler af, en het zuurstofgehalte neemt in de diepte dus sneller af dan op de locaties zonder kroos. Op te merken is wel, dat twee locaties zonder kroos een relatief grotere omvang hadden (te typeren als kanaal, en tot 100 cm gemeten) dan de andere locaties (te typeren als sloot). Op 1 kanaal-locatie zonder

kroos, die de opmerkelijke piek in zuurstof laat zien op 30 cm diepte, was ook enige stroming aanwezig, terwijl de andere locaties (vrijwel) stagnant water hadden.



Figuur 4: Profiel van de zuurstofconcentratie in de diepte, in watergangen met en zonder kroosdek. Van iedere watergang is een lineaire trendlijn getekend en de bijbehorende formule weergegeven.

**Box-plot: de richtingscoëfficiënten van de trendlijnen van de zuurstofgradiënten over de diepte van de watergangen met en zonder kroos**



Figuur 5: De richtingscoëfficiënten van de in figuur 4 weergegeven trendlijnen van de zuurstofgradiënten, weergegeven in een box-plot.

## Conclusie

De gemeten lichtinval onder kroos is zeer laag, vergeleken met wanneer het kroosdek wordt verwijderd. Slecht 0,05 tot 8,7% van het licht bereikt een diepte van 0,5 meter vergeleken met de hoeveelheid licht die op het wateroppervlak schijnt. Dit is een mate van verduistering die overeenkomt met wat Veraart et. al. (2010) vinden in hun experimentele opzet. Wanneer het kroos wordt verwijderd neemt dit toe tot waardes variërend tussen 18 en 47%. In de referentiesloten varieerde deze lichtinval tussen de 8,3 en 33,3%. Onder kroos was het water altijd helder, de referentiesloten hadden als gepland een verschillende mate van troebelheid om zo de ijklijn te kunnen opstellen.

Wanneer kroos verwijderd wordt van sloten is wel te verwachten dat de troebelheid toeneemt, door toenemende algengroei en roering (door wind) van het water. Maar ook de meer troebele watergangen in dit onderzoek, inclusief de watergang die met opzet extra vertroebeld was om een meting met een zeer laag doorzicht te doen, hadden een beter lichtklimaat op 0,5 meter diepte dan de meeste watergangen met een kroosdek.

1 meter diep wordt gezien als de minimale diepte van het gewenste begroeibare areaal waar submerse planten kunnen groeien. Om dit mogelijk te maken is een doorzicht van 0,6 meter nodig. Bij dit doorzicht komt er op 1 meter diepte nog voldoende licht dat fotosynthese mogelijk is (de eufotische zone, Reynolds, 1984) en daarmee kunnen propagulen van submerse planten op deze diepte nog kiemen en uitgroeien. In het waterbeheer wordt 0,6 meter doorzicht daarom veelal als norm gehanteerd. Onder alle kroosdekken lag de ingevallen hoeveelheid licht lager, en in de meeste gevallen vele malen lager, dan deze norm van 0,6 meter doorzicht. De verwachting op basis van deze resultaten is dan ook dat er vrijwel geen fotosynthese kan plaatsvinden onder een de meeste gesloten kroosdekken.

Onder 1 kroosdek werd een doorzicht-waarde berekend van ongeveer 30 cm, een factor 10 of meer hoger dan onder de andere kroosdekken. Dit kan verklaard worden doordat het kroosdek hier een lager natgewicht, en daarmee biomassa en dichtheid, had dan op de andere locaties. 1 locatie had ook een vergelijkbaar natgewicht, maar hier groeide vooral kroosvaren, en dit hield bij het opscheppen heel weinig water vast, wat kan verklaren dat ondanks het lagere natgewicht hier toch een grote demping van de lichtinval was.

Er lijkt een correlatie te bestaan tussen hoge kroosbedekkingen en lage zuurstofgehaltes, aangezien het gemiddelde zuurstofgehalte van een watergang onder een kroosdek in dit onderzoek altijd lager is dan wanneer er geen kroosdek ligt. Ook is de gradiënt steiler onder kroos, wat wil zeggen dat het zuurstofgehalte sneller afneemt met de diepte onder een kroosdek, dan wanneer er geen kroos ligt. Dit is volgens verwachting, aangezien er zonder licht geen fotosynthese is, en daarmee ook geen zuurstof geproduceerd wordt. (Vrijwel) alle zuurstof onder een kroosdek moet dus worden aangevoerd, via diffusie vanaf het wateroppervlak, of door stroming. Stroming is echter in de watergangen met kroos niet waargenomen. Kroos dempt ook de windwerking (persoonlijke waarneming van de auteur), wat diffusie kan vertragen. Echter volledig zuurstofloos is het water nergens, en er bestaat ook onder kroos meestal een geleidelijke gradiënt vanaf de oppervlakte gezien. Een krooslaag sluit dan ook niet de volledige toevoer van zuurstof uit de atmosfeer af, al hindert deze de reëratie wel (Morris en Barker, 1977).

## Discussie

Het aantal bezochte locaties is nog vrij beperkt. Er zijn daardoor o.a. geen locaties meegenomen met een dun/niet gesloten kroosdek, en maar 1 locatie met een matig dik kroosdek. Ook is er maar 1 locatie bemonsterd met kroosvaren. Daarom zijn verschillen tussen doorlatendheid van dergelijke kroosdekken niet te kwantificeren. Het is zodoende aan te raden de dataset nog uit te breiden.

Er zat een behoorlijk verschil in de hoeveelheid water die *Lemna*-soorten en kroosvaren vasthielden. Het is aan te raden bij vervolgmetingen bijvoorbeeld ook het drooggewicht te bepalen.

Dit onderzoek geeft vooral inzicht in de hoeveelheid licht die onder kroos valt, en toetst dit aan normen, maar heeft geen inzicht in hoelang een submerse vegetatie het gebrek aan licht, en daarmee het overdekt zijn met kroos kan overleven. Vanwege de dynamische aard van kroos, dat onder invloed van bijvoorbeeld wind eerst één kant van een sloot kan bedekken, en

vervolgens een andere kant, is het relevant om dit nader te onderzoeken. Longstaff et. al. beschrijven bijvoorbeeld van een soort zeegras (*Halophila ovalis*) dat 15 dagen zonder licht een sterke reductie in biomassa veroorzaakt, maar wel gevolgd kan worden door herstel. 30 dagen zonder licht leidt tot de dood van de meeste zeegras-individuen. De tijdsduur waarin een kroosdek optreedt kan zodoende veel betekenen. Daarbij kan overigens nog opgemerkt worden dat van zeegras benoemd is dat het, vanwege zijn zeer dynamische habitat, zeer weerbarstig is tegen lange vertroebeling. Submerse planten van het zoete water kunne waarschijnlijk minder verdragen.

Volledig zuurstofloos is het water onder kroos op deze locaties niet, en er is meestal een geleidelijke neerwaartse gradiënt over de diepte te zien. Een nadere analyse van atmosferische zuurstofindringing kan hier meer inzicht in geven. Kwantificeren van de rol van kroos in de zuurstofhuizing is zinvol, en dit onderzoek kan hier een aanzet voor vormen.

### **Literatuur**

Morris P.F., Barker W.G.; 1977; Oxygen transport rates through mats of *Lemna minor* and *Wolffia* sp. and oxygen tension within and below the mat; Canadian Journal of Botany, volume 55, number 14

Longstaff B.J., Loneragan N.R., O'Donahue M.J., Dennison W.C.; 1997; Effects of light deprivation on the survival and recovery of the seagrass *Halophila ovalis* (R.Br.) Hook; Journal of Experimental Marine Biology and Ecology

Reynolds C.S.; 1984; The ecology of freshwater phytoplankton; Cambridge University Press, Cambridge

Veraart A.J., Bruijne W.J.J. de, Klein J.J.M. de, Peeters E.T.H.M., Scheffer M.; 2010; Effect of aquatic vegetation type on denitrification; Biogeochemistry (2011) volume 104, pages 267-274