



Foto: Kjell Dupon

Zuurstofmetingen tijdens de beluchting.

Beluchten van bemalingswater bij irrigatie

ZINVOL OF ZINLOOS?

AUTEUR: KJELL DUPON, SPECTRUM BOOMBEHEER

TERREINONDERZOEK: KJELL DUPON EN SANDER VAN COILLIE

Het bewustzijn groeit dat een bronbemaling in de buurt van bomen een grote impact kan hebben op de gezondheid van bomen. Om die reden hebben wij de laatste jaren op verschillende werven (bouwplaatsen) een beregeningsinstallatie geplaatst. Hierbij gebruikten wij de richtlijn in het Technisch Vademecum Bomen die stelt dat er problemen kunnen optreden wanneer bemalingswater rechtstreeks aan bomen wordt toegediend.¹

In de praktijk betekent dit dat het bemalingswater passeert in een bassin (stromend water). Van daaruit wordt het water overgepompt naar een ander bassin (waarin het water stilstaat). Hierin wordt het belucht en kan het opwarmen. 's Nachts wordt het water met een watergeefstelsel aan de bomen gegeven. Voor de beluchting van het water zijn er dus twee extra pompen nodig: één om over te pompen naar het bassin met stilstaand water en één voor de beluchting. Deze manier van werken zorgt voor een aanzienlijke meerprijs.

Invloed van zuurstofarm water op bodem en planten

De argumentatie waarbij zuurstofarm water een invloed kan hebben op de groei van planten of het bodemleven is volgens ons tweeledig. Zowel boomwortels als het bodemleven verbruiken zuurstof dat aanwezig is in de bodem. In de lucht die we dagelijks inademen zit er ongeveer 21% zuurstof. Klassiek vertellen de handboeken dat er in een gezonde bodem ongeveer 25% lucht zit met een zuurstofgehalte van 16% in de bovenste 30 cm van de bodem. Deze afname van het zuurstofgehalte heeft te maken met de consumptie van zuurstof door het bodemleven en de wortels. Hierbij komt CO₂ vrij. Door middel van diffusie zal de CO₂ uit de bodem verdwijnen en komt er O₂ terug in de bodem.

Water kan een bepaalde hoeveelheid zuurstof oplossen. De hoeveelheid opgeloste zuurstof noemen we hieronder DO (*dissolved oxygen*). DO wordt uitgedrukt in mg/l en is afhankelijk van de temperatuur van het water. Hoe lager de watertemperatuur hoe hoger de DO kan zijn. Wanneer er voldoende zuurstof aanwezig is in de lucht zal water er altijd naar neigen om zijn verzadigingspunt aan opgeloste zuurstof te bereiken. Als we dus zuurstofarm water op een bodem gieten zal dit water reageren met de bodemlucht en zal het zuurstof onttrekken aan de bodemlucht.² Deze zuurstof is dus niet meer beschikbaar voor de plant en het bodemleven. Het zal dan van de luchtigheid van de bodem afhangen hoe snel er verse zuurstof in de bodem wordt aangevoerd.

Een andere impact van het toedienen van zuurstofarm water kan zijn dat het zuurstofarm water in de wortels terecht komt, waardoor het zuurstofgehalte in de wortels zelf te laag wordt. We hebben verschillende artikelen gevonden die het positief effect beschrijven van een hoge DO op de groei van planten³ en op de kwaliteit van de bodem.⁴ Omgekeerd vonden we artikelen die een negatief effect beschrijven vanaf DO-waarden kleiner dan 3 mg/L. Een ander artikel zegt geen afname van de plantenkwaliteit vast te stellen tot een DO van 5 mg/l.⁵ Zuurstofarm water kan dus wel degelijk een invloed hebben op planten. De vraag is echter of bemalingswater effectief zuurstofarm of zuurstofloos is. Over het algemeen behoudt freatisch grondwater een belangrijke portie van het opgeloste zuurstof.⁶ Waar we in de praktijk gemakkelijker zuurstofarm water kunnen aantreffen, is in afgesloten waterreservoirs voor de land- en tuinbouw. Hier kan door algengroei een grote zuurstofconsumptie optreden.⁷

Terreinmetingen

We hebben op 20 juli 2020 op twee plaatsen metingen gedaan van het bemalingswater om na te gaan wat het zuurstofgehalte is. Voor beide werven was een bemaling van één bouwlaag diep nodig. We gebruikten hiervoor een pH-meter PCE-PHD 1 met een sonde voor de meting van opgeloste zuurstof. Het toestel werd tijdens de metingen regelmatig gekalibreerd met de buitenlucht. De eerste meting voerden wij uit aan het lozingspunt. De waterdarm ligt hier onder water in een gracht waardoor het water amper beweegt. Het water heeft hier een temperatuur van 13,6 °C en een DO (opgelost zuurstof) van 6,6 mg/l. Bij 13 °C kan water iets minder dan 10 mg/l bevatten. Dit water is dus voor 2/3 zuurstofverzadigd. Wanneer we nu de lozingsdarm uit het water halen en het water in een emmer laten vallen, meten we al een DO van 6,9. Wanneer we dit water nu oppompen in een vat en via een beregeningsproeier een emmer vullen, dan zien we dat er zodra de emmer vol is (na 15 minuten) 9,3 mg/l zuurstof in het

water zit bij een temperatuur van ondertussen 15 °C. Dit komt quasi overeen met volledige verzadiging.

We hebben verschillende experimenten gedaan en telkens was de logische conclusie dat hoe heviger je het water roert of sproeit, hoe sneller er zuurstof in komt. De opname van zuurstof gaat bovendien zeer snel. Wanneer de irrigatie gebeurt met druppeldarmen zal het

water niet zo snel zuurstof absorberen aangezien het water niet hevig geroerd wordt. Een artikel vermeldt dat hypoxisch water met 10,8% DO verzadiging dat met een druppelsysteem aan de bodem werd gegeven, na 24 uur al een verzadiging had 47,2 tot 65,2%.⁸

Een andere interessante meting deden we in de regenwaterput van de technische dienst van de gemeente Sint-Martens-Latem. Hier hebben we een lage DO van 3,2 mg/l gemeten (bij een temperatuur van 23,3 °C is het verzadigingspunt ongeveer 8,3 mg/l). Deze lage waarde is onzes inziens te wijten aan het hierboven beschreven effect: de regenwaterput is afgesloten (dus weinig aanvoer van verse lucht) en het water staat stil (lange droogte). Door algengroei kan er dan een hoge zuurstofconsumptie optreden. Via aannemer Blaton ontvingen wij metingen die zij lieten uitvoeren op bemalingswater dat 16 m diep werd opgepompt. Enkele startmetingen op 16 m diepte gaven daar erg lage DO-waarden tussen 2,31 en 2,38 mg/L. Water dat van dieper opgepompt wordt, heeft binnen ons beperkt onderzoek dus lagere DO-waarden.

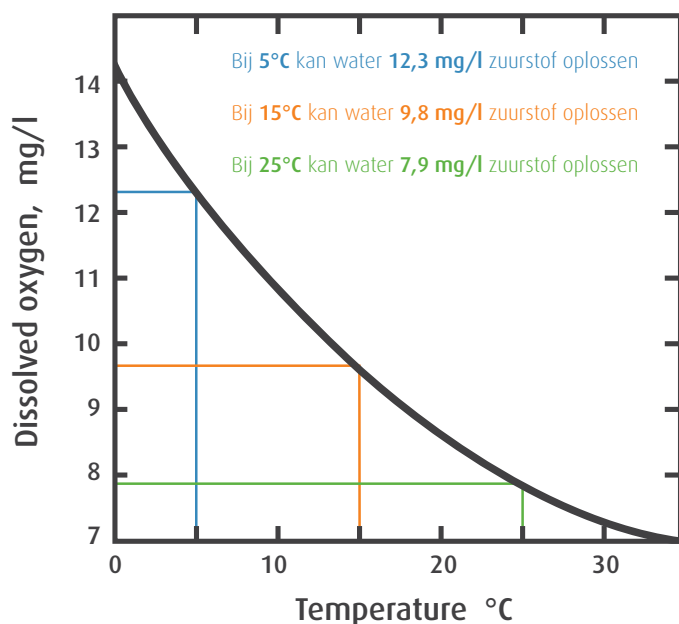
Bij het gebruik van sprinklers wordt bemalingswater quasi volledig zuurstofverzadigd

Wanneer niet met verneveld water wordt gewerkt, kan gietwater een hoeveelheid zuurstof aan de bodem onttrekken

Berekening van het worstcasescenario

Daarnaast hebben we een sterk vereenvoudigde, worst-casescenario-berekening gemaakt: stel dat we volledig van zuurstof onttrokken water op een bodem gieten. Wat zal dit doen met het zuurstofgehalte in de bodem? We gaan hierbij uit van de onrealistische situatie dat er geen verse zuurstof in de bodem wordt getrokken.

De ruimte ontbreekt in dit artikel om de berekening gedetailleerd weer te geven. De conclusie van dit rekenmodel is dat in het slechtste geval het effect in een gezonde bodem met een gelijk percentage lucht en water wel meevalt: een zuurstofafname van 4,3%. Bovendien zal een gezonde (lees: luchtige) bodem met goede gasuitwisselingscapaciteiten de verloren zuurstof snel terug absorberen uit de atmosfeer. Naarmate we een meer verdichte bodem krijgen of de verhouding water/lucht groter wordt, kunnen de effecten toenemen. Ook op grotere diepte (bijvoorbeeld 90 cm diepte) zal er een groter verlies aan O_2 in de bodemlucht zijn. Wanneer we met een verdichte uitgangssituatie van de bodem zitten, zou deze eigenlijk sowieso moeten verbeterd worden.



Figuur 1 Relatie tussen temperatuur en oplosbaarheid van zuurstof in water. Figuur afkomstig uit: Mazor E., Chemical and isotopic groundwater hydrology, 2003, p. 174.

Bodemtemperatuur

Verder stelt het Technisch Vademecum Bomen dat de temperatuur van het water te koud zou zijn om toe te dienen aan de bodem. We hebben op twee plaatsen de temperatuur van het bemalingswater op één bouwlaag diepte vergeleken met de bodemtemperatuur op 15 cm diepte. Op de ene werf had het bemalingswater een temperatuur van 16,7 °C bij een bodemtemperatuur van 19 °C. Op de andere werf had het bemalingswater een temperatuur van 13,6 °C bij een bodemtemperatuur van 16 °C. De gemeten verschillen (2,4 en 2,3 graden) zijn dus niet meer dan een temperatuurschommeling tussen dag en nacht.

Hoe dichterbij het oppervlak, hoe meer de bodem onderhevig zal zijn aan de temperatuur en zonschijn van de dag. Hoe dieper we onder de grond gaan, hoe meer de temperatuur een reflectie zal zijn van het jaarlijkse temperatuurgemiddelde. De gemiddelde jaartemperatuur rond het Gentse ligt rond de 10,5 °C. Hoe dieper de bemalingsfilters zitten, hoe meer de temperatuur van het water het jaargemiddelde zal benaderen.

Ijzer

Een andere reden waarom grondwater soms belucht wordt, is de aanwezigheid van ijzer. Ijzer staat niet gekend als giftig voor planten. Een enkele bron vermeldt wel dat een nadelig effect op planten kan optreden vanaf 4 mg/L.⁹ Het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (Vlaem II) legt geen normeringen op aan het ijzergehalte in water bij lozing in beken en rivieren. Het doet dat wel voor opgeloste zuurstof, nitraat, fosfaat,... We besluiten hier dan ook uit dat ijzer geen grote negatieve impact op het milieu heeft.

Ijzer kan vanaf 0,3 mg/L wel een esthetisch effect hebben op planten bij besproeiing omdat het een roestig laagje kan achterlaten op bladeren. Geoxideerd ijzer kan ook zorgen voor verstoppingen bij bedruppelingsinstallaties. Sprinklers zijn daarentegen niet gevoelig voor verstoppingen met ijzeroxide.

>



Oxidatie van het ijzer in de gracht.

Conclusie

Het literatuuronderzoek wees uit dat oppervlakkig grondwater er doorgaans toe neigt zijn opgeloste zuurstof te behouden. In de praktijk stelden we toch op verschillende plaatsen een afname ten opzichte van de volledige opnamecapaciteit vast. Vooral bij grondwater afkomstig van grotere dieptes stellen we erg lage zuurstofgehalten vast. De volledige opnamecapaciteit wordt echter onmiddellijk bereikt wanneer het water verneveld wordt met een sproeisysteem.

Wanneer er niet met verneveld water wordt gewerkt, kan het gietwater dus een hoeveelheid zuurstof aan de bodem onttrekken. Een uiterst conservatieve berekening leerde dat de impact hiervan op een gezonde bodem eerder beperkt en tijdelijk is. Op verdichte bodems kan de impact daarentegen groter zijn. Op de onderzochte locaties stelden we ook geen grote temperatuurverschillen tussen bodem en het grondwater vast.

Dit onderzoek leerde ons dat we het bemalingswater niet langer standaard zullen beluchten bij de installatie van een watergeefstelsel met sprinklers. Als er een reservoir is waar het bemalingswater door loopt, kunnen we rechtstreeks hieruit pompen. Op die manier sparen wij de kost van twee extra pompen en de beluchtingsystemen uit.

Hiermee hopen wij meer bomen te kunnen helpen aangezien de kost voor een beregeningssysteem dikwijls een te hoge drempel is voor de bouwheer.

Tot slot een klein pleidooi voor het gebruik van sprinklers. Naast het voordeel van quasi volledige zuurstofverzadiging biedt het nog twee andere ecologische voordelen: sprinklers zijn gemakkelijk opnieuw te gebruiken en je vermijdt een hoop plasticke druppeldarmen. Om honderd vierkante meter te bedruppelen heb je al snel driehonderd meter druppeldarm nodig, terwijl je dezelfde oppervlakte gemakkelijk besproeit met één sprinkler. Bovendien zijn sprinklers niet gevoelig aan verstoppingen door geoxideerd ijzer.



Foto: Jef Van Cauwenberghe

Pomp om het bemalingswater over te pompen naar een stilstaand reservoir.



Foto: Jef Van Cauwenberghe

Reservoir met water dat belucht wordt

¹ Joye T., Ramaekers J., Van Herp P., et al., Technisch Vademecum Bomen, p. 334.

² Mazor E., Chemical and isotopic groundwater hydrology, 2003, p. 174.

³ Ouyang Z., Tian J., Yan X., Shen H., Corrigendum to "Effects of different concentrations of dissolved oxygen or temperatures on the growth, photosynthesis, yield and quality of lettuce" [Agric. Water Manag. 228 (2020) 105896], in: Agricultural Water Management, Volume 232, 1 April 2020.

⁴ Zhou Y., Zhou B., Xu F., Muhammad T., Li Y., Appropriate dissolved oxygen concentration and application stage of micro-nano bubble water oxygation in greenhouse crop plantation, in: Agricultural Water Management, Volume 223, 20 August 2019.

⁵ Maestre-Valero J.F., Martínez-Alvarez V., Effects of drip irrigation systems on the recovery of dissolved oxygen from hypoxic water, in: Agricultural Water Management, Volume 97, 11, November 2010.

⁶ Mazor E., Chemical and isotopic groundwater hydrology, 2003, p. 174.

⁷ Idem

⁸ Idem

⁹ Zinati G., Shuai X., Management of Iron in Irrigation Water, 2005. Download: <https://njaes.rutgers.edu/fs516/>