

Slimme sensoren moeten online irrigatieadvies mogelijk maken

Vorig jaar werden 36 velden in Vlaanderen uitgerust met bodemvochtsensoren die het vochtgehalte in de wortelzone opvolgen. De sensordata worden continu doorgestuurd naar een online platform, waar de data worden verwerkt en gevisualiseerd, om vervolgens toegankelijk te worden gesteld voor de teler. Om de betrouwbaarheid van sensordata te verhogen, wordt een kalibratie uitgevoerd aan de hand van manuele bodemvochtstalen en laboanalyses. Het correcte bodemvochtverloop kan vervolgens dienen om een irrigatieadvies te formuleren.

Irrigatiesturing wordt steeds belangrijker, vooral in de openluchtteeltbouw, één van de meest kwetsbare sectoren voor watertekorten. Een goede irrigatiesturing steunt onder meer op de kennis van de bodemvochtstatus van het veld. Bodemvochtsensoren die continu en in real time bodemvocht meten en doorsturen, kunnen hierbij dus een belangrijke rol spelen. Uit de praktijk blijkt echter dat er een kalibratie nodig is aangezien sensordata kunnen afwijken van het reële bodemvochtgehalte in de wortelzone. Om deze foutmarge te kenteren volgden we met bodemvochtsensoren 36 velden op over heel Vlaanderen, waarbij we kalibratieprocedures onderzochten, alsook de verschillende bodemtypes en bodemdichtheden vergeleken.

Slimme sensoren geïnstalleerd op 36 groentepercelen

In het voorjaar van 2021 zetten de projectpartners van het LA-traject DRIP slimme sensoren uit bij 36 openluchtgroentebedrijven in heel Vlaanderen. De slimme sensor bestaat uit een communicatiemodule (Sigfox & NB-IoT) en drie meetsensoren (TEROS 10; METER Group Inc.). De meetsensoren meten continu het bodemvochtgehalte en sturen de data door naar een online raadplegen platform.

In samenspraak met het bedrijf werd een meetzone gekozen. In deze zone werden de drie sensoren op onderlinge afstand van 2 m, op 15 cm onder de plantbasis geïnstalleerd

(zie middelste foto onderaan). Er werden op verschillende momenten manuele vochtstalen genomen als referentiemeting voor het bodemvochtgehalte in de sensorzone. Op basis van deze vochtstalen, en ongestoorde bodemstalen die de veldspecifieke bodemhydrologische eigenschappen in kaart brengen, mochten de deelnemende bedrijven welkijks betrouwbaar irrigatieadvies ontvangen vanuit de dienstverlening 'irrigatiesturing' die de Bodemkundige Dienst van België aanbiedt binnen het project.

Nood aan veldspecifieke sensorkalibratie

Elk perceel is uniek met zijn eigen specifieke bodemeigenschappen, zoals het bodemtype (zand, zandleem, leem, klei), de bodemdichtheid (doorgaans tussen 1,1 en 1,6 g/m³) en het zoutgehalte. Verschillen in bodemeigenschappen resulteren onder meer in een verschillend waterhoudend vermogen en een verschillende waterbeschikbaarheid, en dus in een verschillend kritisch vochtgehalte voor het gewas.

De genoemde bodemeigenschappen kunnen ook een invloed hebben op de sensormetingen zelf. Zo meet de TEROS 10-sensor het bodemvocht aan de hand van de diëlektrische geleidbaarheid van het omringende medium. Deze meting is afhankelijk van het zoutgehalte. Hierdoor kunnen afwijkende sensorwaarden worden opgemeten in verzilte bodems. Ook is er een lokale variabiliteit binnen een per-

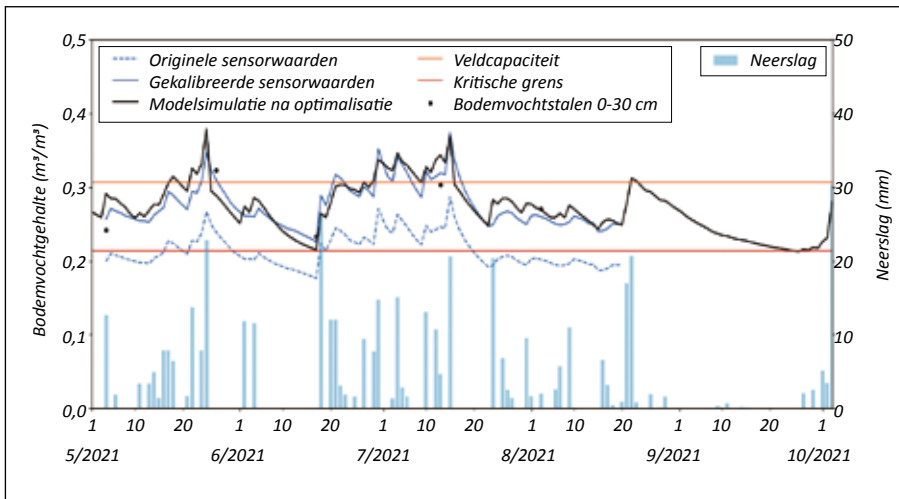


Voorbeeld van de meetopstelling voor bodemvochtgehalte op een bonenveld in Kinrooi.

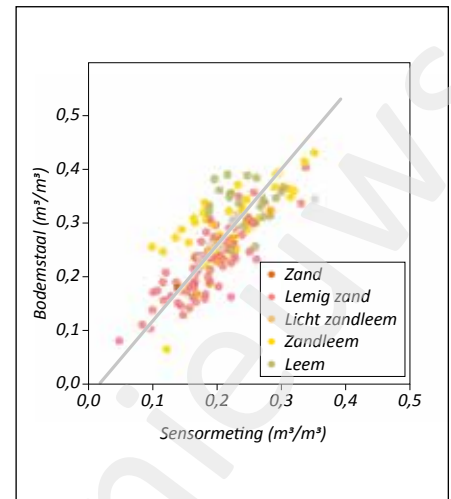


De TEROS 10-bodemvochtsensoren worden op 15 cm onder de plantbasis geïnstalleerd, hier op een prei-perceel.





Figuur 1. - Van ruwe data tot irrigatieadvies: sensormetingen (blauw), gekalibreerd aan de hand van bodemvochtstalen (•), worden samengelegd met de modellsimulatie (zwart) om zo het bodemvochtverloop te voorspellen en irrigatieadvies te geven op basis van een dynamische kritische grens bepaald op basis van veldspecifieke bodemeigenschappen (rood)



Figuur 2. - Veralgemeende sensorkalibratie: kalibratiepunten gegroepeerd per bodemtype

ceel. Zo hebben de lokale bodemdichtheid en poriedistributie een invloed op de meting, aangezien het sensormeetvolume relatief meer of minder poriën kan bevatten, waardoor het vochtgehalte kan worden onder- of overschat.

Door gebruik te maken van een algemene kalibratievergelijking —opgesteld door de fabrikant— kan het volumetrisch vochtgehalte (m^3/m^3) worden bepaald met een nauwkeurigheid van $0,03 m^3/m^3$ voor bodems met een $EC < 8 dS/m$. Maar de fabrikant moedigt de gebruiker aan om een bijkomende veldspecifieke kalibratie uit te voeren, om een hogere nauwkeurigheid te verkrijgen.

In onze opstelling meten de sensoren een dieptearge van ongeveer 6,4 cm op een diepte van 15 cm onder de plantbasis. Maar we willen het realtime bodemvocht kennen van de gehele wortelzone, die minstens de bovenste 30 cm-laag bevat, en dus groter is dan ons meetvolume. We nemen daarom manuele bodemvochtstalen van deze 0-30 cm-laag op meerdere momenten verspreid over het groeiseizoen. Wanneer we de sensorwaarden vergelijken met deze bodemvochtstalen, zien we een systematische afwijking (Figuur 1). Een bijkomende veldspecifieke kalibratie aan de hand van bodemvochtstalen is dus noodzakelijk.

Veralgemeende sensorkalibratie meestal accurater, maar niet altijd

Als alternatief voor de veldspecifieke kalibratie kunnen we een algemene sensorkalibratie uitvoeren die de kloof tussen theorie en prak-

tijk wegwerkt, maar geen onderscheid maakt tussen verschillende bodemtypes, bodemdichtheid of zoutgehalte. Dit doen we door de bodemvochtstalen en bijhorende sensormetingen van alle velden samen te brengen in één kalibratie (Figuur 2).

Een belangrijk voordeel bij deze aanpak is het grotere bereik aan vochtgehaltes, waardoor de kalibratie accurater en minder onzeker is bij zowel droge als natte periodes. Daarnaast moeten er minder bodemvochtstalen worden genomen per veld, zodat de staalnamefrequentie sterk gereduceerd en mogelijks zelfs gehalveerd kan worden. Ook kunnen we de sensordata al vroeger in het groeiseizoen gaan kalibreren en interpreteren met hoge nauwkeurigheid. Een nadeel is wel dat bepaalde combinaties van bodemtypes en bodemdichtheden kunnen afwijken van deze veralgemening. Dit zien we bijvoorbeeld bij sterk verdichte zandleembodems met een bodemdichtheid $> 1,6 g/m^3$, die op de figuur te herkennen zijn als de afwijkende gele datapunten, links gelegen van de andere punten en de kalibratielijijn.

Van ruwe sensordata tot irrigatieadvies

Het genereren van accurate data op basis van sensoren is één zaak. Het aanleveren van een economisch verantwoorde en bovendien milieubewuste irrigatiesturing vereist een goede kennis van de gewas- en gewasstadiumspecifieke interventiedrempels voor irrigatie. De Bodemkundige Dienst, die al 30 jaar praktijkgericht onderzoek hiernaar doet, im-

plementeert de opgedane bevindingen en inzichten rond droogtegevoeligheid mee in het adviserende model. De combinatie van deze kennis met de sensordata en het model zorgt ervoor dat we het bodemvocht simuleren én voorspellen, en dus kunnen inzetten voor het formuleren van een gepast irrigatieadvies (Figuur 1).

Het project loopt nog twee groeiseizoenen. Het streefdoel is om een volautomatisch en datagedreven online adviessysteem te ontwikkelen dat toegankelijk is voor de teler. Irrigatie kan dan rechtstreeks gestuurd worden door het bodemwatermodel, dat op zijn beurt continu geoptimaliseerd wordt aan de hand van gekalibreerde sensormetingen. De irrigatiemodule zal kunnen worden ingezet voor percelen onder zowel druppelirrigatie als haspelberegening.

M. Hendrickx

KU Leuven, Bodem- en Waterbeheer

P. Janssens & J. Vaerten

Bodemkundige Dienst van België, Heverlee

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het LA-traject DRIP 'Datagedreven regeling van druppelirrigatie voor een duurzame productie in de tuinbouw', met steun van het Agentschap Innoveren & Ondernemen. De projectpartners zijn BDB, KU Leuven, PSKW,