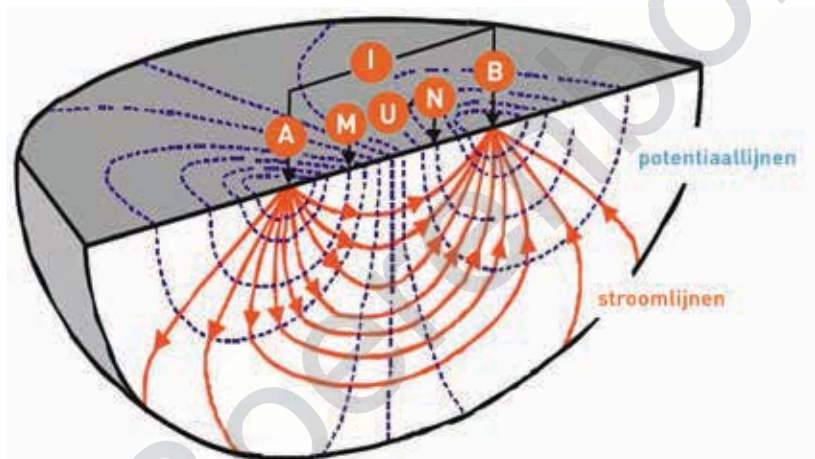


ELEKTRISCHE GELEIDBAARHEID NUTTIG VOOR PRECISIELANDBOUW

Een kaart van de elektrische geleidbaarheid van de bodem is de ideale vertrekbasis voor precisielandbouw. Ze is snel te verkrijgen, correleert goed met opbrengstkaarten en gaat jarenlang mee. We belichten de 2 types van bodemsensoren die men hiervoor gebruikt. – Marc Van Meirvenne, ORBit UGent

Traditioneel is de elektrische geleidbaarheid (internationaal gekend als *electrical conductivity* of EC) een kenmerk dat in een bodemkundig laboratorium gemeten wordt om na te gaan of er zout aanwezig is in een bodem. Om die reden wordt het zelden bepaald op bodemstalen van Vlaamse bodems. Maar ook in afwezigheid van zouten is de EC een informatief kenmerk. In dat geval geeft het namelijk weer hoeveel geladen bodemdeeltjes er aanwezig zijn, de zogenaamde bodemcolloïden. Dit zijn vooral kleideeltjes en organisch materiaal, deeltjes die net heel belangrijk zijn voor tal van bodemprocessen.

In het laboratorium wordt de EC gemeten door van een gestandaardiseerde hoeveelheid bodemmateriaal een waterige suspensie te maken. Vervolgens wordt van deze suspensie de EC gemeten met een elektrode. Die bestaat uit 2 plaatjes waartussen een elektrische stroom wordt gestuurd. De weerstand die deze stroom ondervindt is een maat voor de EC van het bodemmateriaal. Zijn er veel zouten aanwezig dan is de EC erg hoog. Maar ook in een zoutvrije bodem meet men verschillen: in een kleibodem is de EC hoger dan in een zandbodem. Dat komt doordat kleideeltjes elektrisch geladen zijn en ionen vasthouden. Deze klei-ionen veroorzaken een hogere elektrische geleidbaarheid dan de elektrisch neutrale zandkorrels. Hetzelfde geldt voor organisch materiaal. Nu is de bodemtextuur (klei, leem en zand), samen met het humusgehalte, een sleutelvariabele voor landbouw. Deze kenmerken bepalen de bodemvruchtbaarheid, en dus het opbrengstpotentieel. Ze sturen ook processen zoals nutriëntenuitspoeling en bodemerosie. Daarenboven kan ook bodemcompactie worden vastgesteld via EC-metingen, net als ook sporen van menselijke verstoringen (gedempte grachten, begraven afval ...). De EC van een bodem is dus een heel nuttig kenmerk om



Figuur 1 Schematische voorstelling van het principe van elektrische weerstandsmeting in de bodem. A en B zijn de stroomelektroden waardoor stroom met sterkte I gestuurd wordt door een bodem. M en N zijn de potentiaalelektroden waarmee de potentialsterkte U gemeten wordt. – Bron: ORBit UGent



Het principe getoond in figuur 1 in de praktijk. De roterende schijven fungeren als stroom- of potentiaalelektroden. De gewichten zorgen ervoor dat de schijven in de bodem blijven.

de variabiliteit van het opbrengstpotentieel in kaart te brengen en om na te gaan of er geen storende fenomenen of voorwerpen

aanwezig zijn. De bodem-EC is bovendien zeer stabiel, waardoor dergelijke metingen vele jaren meegaan.

Mobiele EC-sensoren

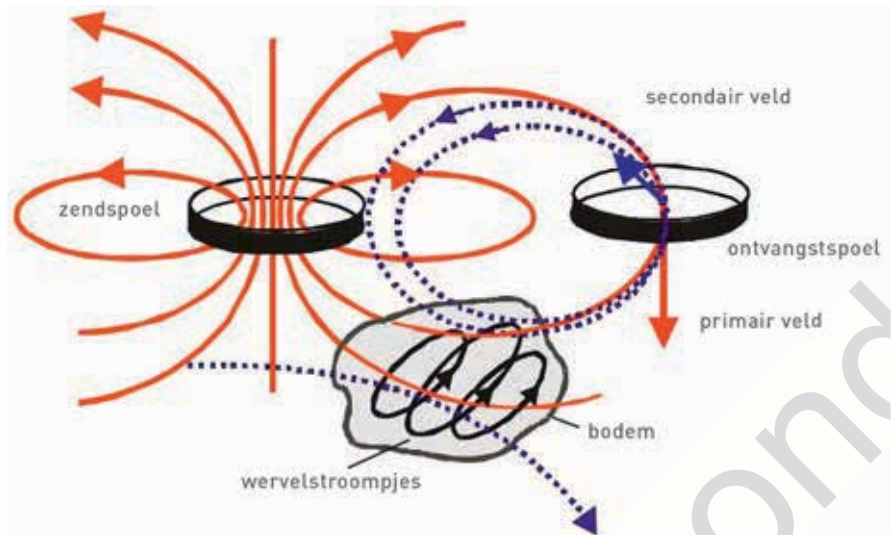
In landen waar precisielandbouw reeds sterk ingeburgerd is, wordt de EC van bodems systematisch in kaart gebracht. Dit gebeurt echter niet via bodemanalyses in het laboratorium, maar via bodemsensoren die in parallelle meetlijnen over het veld getrokken worden. Er zijn 2 types van EC-sensoren waarmee meerdere ha per dag in detail in kaart kunnen gebracht worden.

Elektrische weerstandsmetingen Hierbij worden 2 zendelektroden in de bodem gestoken waartussen een elektrische stroom wordt aangelegd (figuur 1, p. 52). Via 2 potentiaalelektroden wordt dan de elektrische potentiaal gemeten, wat een maat is voor de EC van de bodem. De positie van deze potentiaalelektroden bepaalt het bodemvolume dat wordt opgemeten. Door ze verder uit elkaar te plaatsen wordt het opgemeten volume vergroot, en dus ook de meetdiepte. In de praktijk gebruikt men meestal 2 of 3 paar potentiaalelektroden, zodat in één meting de EC over meerdere bodemdieptes geregistreerd wordt. Op de foto p. 52 zie je een mobiel systeem waarbij 6 roterende schijven fungeren als elektroden. Het paar gevormd door de tweede en vijfde schijf zijn de stroomelektroden, de andere 2 paren (het eerste en zesde en het derde en vierde) zijn de potentiaalelektro-

.....
Via EC kan men de variabiliteit van het opbrengspotentieel in kaart brengen en bodemverdichting opsporen.
.....

den (respectievelijk met een meetdiepte tot 90 cm en tot 30 cm). Het voordeel van dit systeem is zijn operationele eenvoud; het is heel robuust en betrouwbaar. Het nadeel is dat de schijven doorheen de bovenste centimeters van de bodem moeten getrokken worden, waardoor het systeem moeilijk inzetbaar is zonder gewasschade te veroorzaken. Het werkt ook enkel als de bovenlaag vochtig is. Een droge bodem laat immers geen elektrische stroom door.

Elektromagnetische inductie (EMI) Bij elektromagnetische inductie wordt via een wisselstroom in een zendspoel een magnetisch veld opgewekt dat doordringt in de omgeving (figuur 2). Via een tweede spoel, de ontvangstspoel, wordt de sterkte van dit veld gemeten. Indien er zich in de omgeving van dit primair veld,



Figuur 2 Schematische voorstelling van het principe hoe elektromagnetische inductie gemeten wordt. - Bron: ORBit UGent



De slede waarin een EMI-sensor getrokken wordt. Deze sensor stuurt continu een magnetisch veld uit dat via meerdere ontvangstspoelen de elektrische geleidbaarheid over meerdere dieptes registreert (in dit voorbeeld over 4 dieptes).

elektrisch geleidend materiaal bevindt, zoals een bodem, ontstaan daarin wervelstroompjes die op hun beurt een secundair magnetisch veld creëren. Dit secundair veld wordt ook in de ontvangstspoel gemeten en men kan hieruit de EC van het geleidend materiaal afleiden. Ook hier is het zo dat het meetvolume (en dus de meetdiepte) groter is, naarmate beide spoelen verder van elkaar staan. Moderne EMI-sensoren bezitten meerdere ontvangstspoelen waardoor de EC over meerdere bodemdieptes in één keer kan geregistreerd worden. Op de foto hierboven zie je een mobiele configuratie met een EMI-sensor in de slede. Het systeem

is niet-invasief omdat er geen enkele bodemverstoring plaatsvindt. Deze sensor meet de EC over 4 tot 6 volumes, variërend van 25 cm tot 3 m diep. Door het niet-invasieve karakter zijn mobiele EMI-systemen breed inzetbaar, zelfs onder zeer droge of natte omstandigheden. In tegenstelling tot weerstandsmetingen zijn EMI-metingen gevoelig voor de aanwezigheid van metalen voorwerpen, zowel bovengronds als in de bodem. Dit is soms een voordeel, bijvoorbeeld voor de detectie van ondergrondse leidingen of zelfs voor het detecteren van oorlogsmunitie, maar het beperkt ook de inzetbaarheid. Zo worden de metingen

nabij een metalen afrastering of tussen metalen steundraden in boomgaarden sterk verstoord.

Kaarten

Figuur 3 toont een gedetailleerde EC-kaart opgemeten met een EMI-sensor. Deze meting vertegenwoordigt de bovenste 1,5 m van de bodem. Het veld ligt in de Vlaamse zandstreek in Lovendegem en is zo'n 4 ha groot. Lage EC-waarden (onder 20 mS/m – de blauwe delen) wijzen op een homogeen zandige bodem, terwijl hogere waarden (20 tot 25 mS/m – de groene en gele delen) een wat

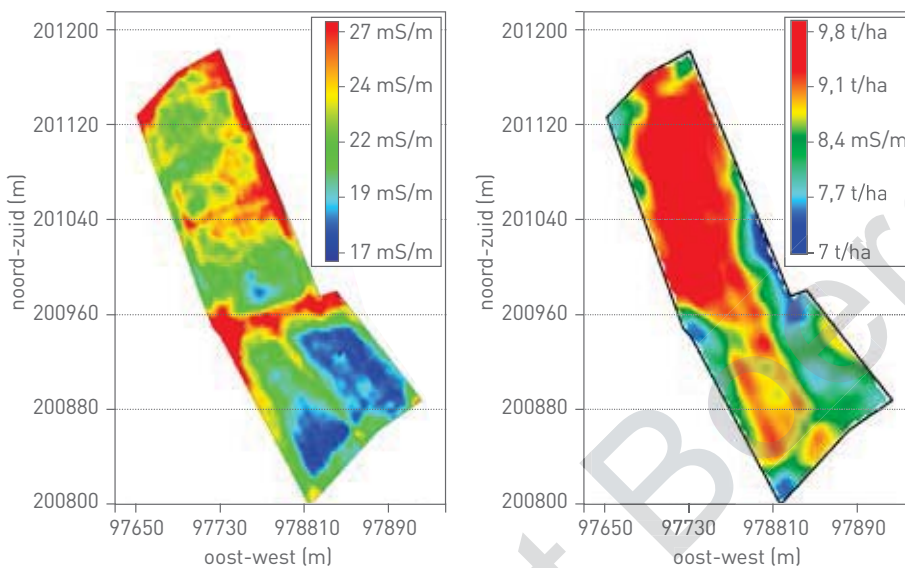
zwaardere zandleem bodem vertegenwoordigen. Die zones zijn dus potentieel vruchtbaarder. De hogere waarden (in rood) duiden op verstoorde zones, zoals sterk gecompacteerd stukken of opgevulde grachten. Zo is ongeveer halverwege het veld een oost-westgeoriënteerde zone met hoge EC-waarden te zien. Dit stelt een oude – nu verdwenen – landweg voor. Er komen ook 2 rechtlijnige sporen voor die wijzen op gedempte grachten of voormalige perceelgrenzen. De figuur rechts geeft de tarweopbrengst weer, gemeten met een opbrengstsensor in 2006 (verrekend naar een vochtgehalte

van 15 %). Het perceel werd dat jaar homogeen bemest. De gemiddelde opbrengst was 9,2 ton/ha, maar in de groengele delen van de EC-kaart schommelde de opbrengst rond 10 ton/ha en in blauwe delen rond 8 ton/ha. Op de meest verstoorde (rode) delen daalde de opbrengst tot onder 7 ton/ha. Het is duidelijk dat de vergelijking van een gedetailleerde meting van de EC van de bodem met opbrengstkaarten essentieel is om de wisselwerking tussen bodem en gewas te begrijpen, zoals figuur 4 illustreert. De landbouwer kan deze kennis gebruiken voor het maken van strategische keuzes, zoals het toedienen van een variabele mestgift of beregening, of voor het selecteren van locaties voor het nemen van bodemstalen.

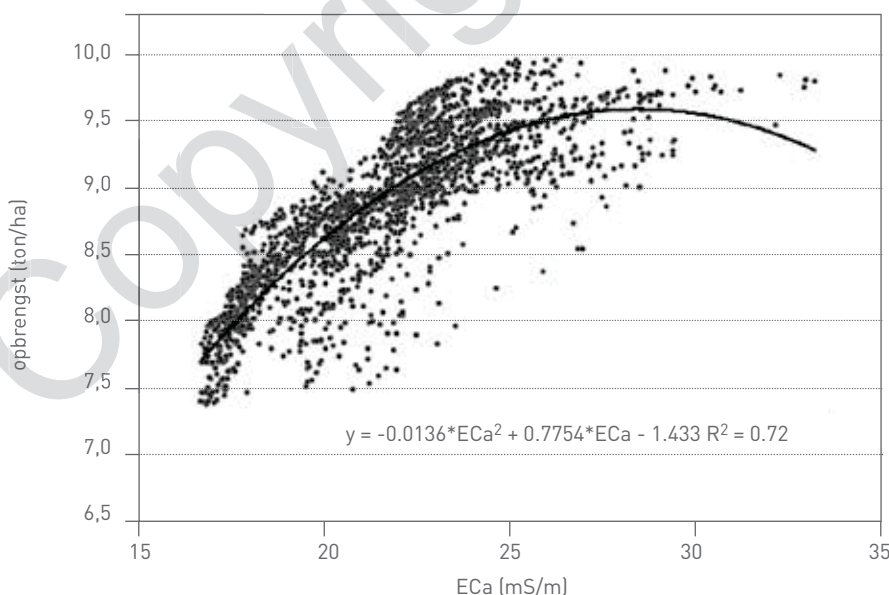
Gedetailleerd beeld bodemvariabiliteit

EC-kaarten geven een geïntegreerd, op volume gebaseerd en gedetailleerd beeld van de bodemvariabiliteit binnen een perceel. Ze zijn de ideale vertrekbasis voor precisielandbouw. Ze verschaffen essentiële informatie voor de interpretatie van opbrengstkaarten en geven aan waar men best stalen neemt. Het is wel belangrijk dat de EC-metingen voldoende gedetailleerd gebeuren (bij voorkeur met een tussenafstand van maximaal enkele meters), anders worden de kaarten te grof en onzeker waardoor ze sterk inboeten aan bruikbaarheid.

Door met de nieuwste sensoren simultane metingen uit te voeren over meerdere meetdieptes (bij voorkeur minstens 3) kan bovendien de opbouw en samenstelling van de bodemlagen onder de bouwvoor en de eventuele aanwezigheid van storende lagen en afwijkende fenomenen ingeschat worden. EC-kaarten van de bodem zijn dan ook een goede referentie om de kwaliteit van landbouwpercelen in te schatten, ook bij verkoop. ■



Figuur 3 Kaarten van een landbouwperceel in de Vlaamse zandstreek: de bodem-EC (links) opgemeten met een EMI-sensor (in mS/m); de opbrengst van tarwekorrels (rechts) in 2006 (ton/ha bij 15 % vocht). - Bron: ORBit UGent



Figuur 4 De relatie tussen EC en tarweopbrengst (met uitzondering van de rode gebieden op de EC kaart van figuur 3) - Bron: ORBit UGent