

Precisielandbouw als een kwestie van tijd

Dr. ir. R. Booij

Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)

Postbus 14, 6700 AA Wageningen

telefoon: (0317) 47 58 51, telefax (0317) 42 31 10

e-mail: r.booij@ab.dlo.nl

Het plaatsafhankelijke aspect van precisielandbouw is genoegzaam bekend. In dit artikel wordt een concept beschreven, waarin tevens rekening wordt gehouden met de tijdsafhankelijke variatie. Gewasmonitoring en simulatie modellen spelen hierin de hoofdrol.

Trefwoorden: precisielandbouw, bemesting, monitoring

Precisielandbouw wordt nog veelal uitsluitend geassocieerd met het plaats specifieke aspect er van. Logisch, want een belangrijke impuls werd verkregen door de ontwikkeling van het GPS-systeem. Hierdoor werd het mogelijk vrij nauwkeurig de plaats op de akker te bepalen. Het is dan voor de hand liggend dat eerst is gekeken naar de plaatsafhankelijke variatie in opbrengst van gewassen en de ter plaatse waargenomen bodemkarakteristieken. In het volgende artikel zal met name worden ingegaan op de mogelijkheden, of/en zo mogelijk noodzaak, precisielandbouw niet te beperken tot het inspelen op plaatselijke variatie, maar tevens in te spelen op de tijdsafhankelijke variatie.

Opbrengstvorming complex

Dat er een grote ruimtelijk variatie in opbrengst binnen velden aanwezig is, is inmiddels duidelijk aangetoond. Zo ook in Nederland (Verhagen et al., 1995). Tevens is er veelal sprake van een aanzienlijke variatie in zowel bodemfysische eigenschappen als bodemvruchtbaarheid. Het is dan ook vanzelfsprekend dat de vraag wordt gesteld hoe op deze variatie kan worden ingespeeld, onder andere middels plaats afhankelijke toediening van meststoffen. De vraag is nu op basis waarvan dan? Kan de waargenomen variatie in opbrengst in het ene jaar maatgevend zijn voor bijvoorbeeld de stikstofgift in het volgende jaar? Of, in hoeverre komt de variatie in opbrengst overeen met de variatie in bodemkarakteris-

tieken, zodat op basis daarvan kan worden toegediend. Met andere woorden we beschikken over de technische mogelijkheden om aan de 'knoppen' te draaien, maar de vraag hoe dan, moet nog worden beantwoord? Een situatie die veel lijkt op dat wat aan het begin van de jaren zestig in de kasklimaatregeling speelde, de techniek liet toe te regelen, maar men wist nog niet op basis waarvan geregeld moest worden geregeld? (Acock & Pachepsky, 1997).

De eerste resultaten laten zien dat een aantal zaken minder eenvoudig zijn dan deze op het eerste gezicht leken (Lark & Stafford, 1997). Zo blijkt de ruimtelijk variatie in bijvoorbeeld opbrengst in verschillende jaren maar gedeeltelijk overeen te komen. Met andere woorden de hoogstopbrengende plekken en de laagstopbrengende plekken liggen niet elke jaar op dezelfde plaats en vrij ingewikkelde statistische technieken zijn nodig om trends te signaleren. En de door 'yield monitoring' verkregen 'yield maps' komen lang niet altijd overeen met de waargenomen ruimtelijke verdeling in bodemkarakteristieken. Belangrijk is het daarom te weten waardoor de verschillen in opbrengst binnen het veld ontstaan, want alleen dan is het mogelijk op basis daarvan de juiste maatregelen te nemen.

Nu is het tot stand komen van opbrengst is het gevolg van een complex van factoren. Pogingen om waargenomen verschillen simpelweg te correleren aan een aantal bodemparameters lijken daarom in de meeste

gevallen gedoemd te mislukken. Gelukkig beschikken we momenteel over een groot aantal simulatie modellen van bodem- en gewasprocessen, waarmee de waargenomen verschillen tot op zekere hoogte zouden kunnen worden verklaard. De simulatie modellen kunnen in eerste instantie worden ingezet voor de identificatie van bewerkingseenheden binnen een perceel.

Gebruikmakend van de waargenomen ruimtelijke variatie in bodemkarakteristieken en weersgegevens van een groot aantal jaren kunnen kansen of risico's worden berekend of een zekere opbrengst wordt gehaald en/of verliezen zullen optreden. Problemen hierbij zijn de benodigde input aan data om de simulatiemodellen te laten runnen en hoe om te gaan met informatie over risico's ten behoeve van de beslissingsondersteuning. De inzet van simulatie modellen voor de analyse van waargenomen variatie in opbrengst afkomstig uit yield monitoring is evenwel nog beperkt.

Een tweede aspect is, in hoeverre het mogelijk is de bestaande bemestingsadviezen toe te passen in de precisielandbouw. Zijn de adviezen voldoende precies? De meststoffen worden voor het grootste deel voor aanvang van de teelt toegediend, op een moment dus dat er nog geen zicht is op de opbrengst welke zal worden gehaald en kunnen dus geen rekening houden met de jaar op jaar variatie. Men kan daarom stellen dat deze zodanig zijn geformuleerd zodat onder de meeste omstandigheden de maximale opbrengst wordt verkregen. Daarnaast is het de vraag in hoeverre de waargenomen variatie in bodemparameters aansluit bij het onderscheid dat in de huidige bemestingsadviezen wordt gemaakt. Het zou interessant zijn om met behulp van simulatiemodellen plaats specifieke bemestingsadviezen te genereren. Deze zouden voor verschillende

opbrengstnivo's moeten aangeven wat de kans is dat de opbrengstnivo's op de betreffende plaats worden gehaald en wat de daarbij behorende risico's van verliezen zijn. De aldus verkregen informatie zou kunnen dienen voor de tactische beslissing hoeveel meststof moet worden toegediend bij het begin van de teelt. Het zal evenwel nooit de temporele variatie (seizoensverschillen) kunnen ondervangen, hier is meer voor nodig.

Geleide bemesting

Maar hoe dan wel? Een belangrijke stap zou kunnen zijn niet uitsluitend rekening te houden met de spatiele variatie, maar ook zoveel mogelijk te anticiperen op de temporele variatie in aanbod van en behoefte aan mineralen gedurende het seizoen. Om de kans op succes van precisielandbouw te vergroten lijkt het daarom van belang nu reeds een dynamische component in te bouwen. Hiervoor is het noodzakelijk het instrumentarium te ontwikkelen dat om kan gaan met deze dynamiek van vraag en aanbod gedurende het seizoen. Gezien de aard van de bestaande simulatie modellen zouden zij een belangrijk instrument kunnen zijn in de beslissingsondersteuning, het is evenwel zeer de vraag of zij hiervoor wel voldoende precies zijn.

Inspelen op de dynamiek in de tijd is nodig omdat bij het begin van de teelt het niet mogelijk is het weer voor het gehele groeiseizoen te voorspellen. Dit geldt met name voor de toediening van stikstof, omdat dit 1) één van de belangrijkste mineralen is voor de sturing van gewasgroei, 2) de vraag naar en het beschikbaar komen ervan zeer dynamisch is en het, 3) bij uitspoeling, een bedreiging vormt van het milieu. De verliezen kunnen groot zijn als de beschikbare hoeveelheid gedurende het groeiseizoen groter is dan de voor gewasgroei benodigde hoeveelheid.

Nu is 'geleide bestrijding' van een aantal ziekten plagen wordt al gedurende een groot aantal jaren toegepast gebruikelijk. Nu het steeds belangrijker wordt nutriënten efficiënt in te zetten ten behoeve van de productie, om zo de verliezen te minimaliseren, verdient het aanbeveling een soortgelijk concept hiervoor te ontwikkelen. Gewasgroei zou hierbij kunnen worden beschouwd als

een productieproces, waarvan de voortgang zo goed mogelijk wordt gevolgd en waaraan componenten worden toegevoegd op het moment dat het nodig is. Dit vereist dat men beschikt over het instrumentarium om te monitoren, beschikt over de benodigde 'set-points' gedurende het proces en een voorspelling van de voortgang kan maken voor de komende tijdsperiode. Dit alles moet worden vervat in een beslissingsondersteunend systeem dat behulpzaam kan zijn bij het beslissen of al dan niet moet worden overgegaan tot het toedienen van een zekere hoeveelheid meststof. Gewaskundige kennis met betrekking tot de input-output relaties is hierbij onontbeerlijk. Maar even belangrijk is het de simulatiemodellen zodanig aan te passen dat ze operationeel kunnen worden gemaakt in een beslissingsondersteunend systeem. Ook dan heeft men natuurlijk nog te maken met de onvoorspelbaarheid van het weer, maar de tijdshorizon kan een stuk dichterbij worden gebracht.

Gewas als indicator

Bij het identificeren van bewerkingseenheden, in het volgen van het proces en het 'doorkijkje' naar de toekomst zullen de simulatiemodellen, welke in staat zijn de belangrijkste gewas- en bodemprocessen te simuleren, een belangrijke rol spelen. Vooral met betrekking tot het volgen van het productieproces zal de daadwerkelijke monitoring ervan essentieel zijn. Monitoring zal alleen dan perspectief bieden als dat op relatief snelle en eenvoudige wijze kan geschieden. Technieken waarmee de door het gewas gereflecteerde licht van verschillende golflengtes kan worden gemeten lijken een eerste aanzet te kunnen geven. In eerste instantie vooral met betrekking tot de stikstofbemesting. Door het gewas te gebruiken als een 'indicator', ook ten behoeve van de ruimtelijke variatie, maakt bijvoorbeeld het nemen van een groot aantal bodemonsters voor de bepaling van de minerale bodemstikstof overbodig.

De gegevens verkregen door monitoring (bijvoorbeeld stikstof status of de ontwikkeling van het bladoppervlak) kunnen worden gebruikt als input voor de simulatiemodellen. Hiermee kunnen deze op een aantal tijdstippen worden 'ge-reset', waardoor ontspring van de simulatie kan

worden voorkomen.

Men zou zich nu het volgende systeem kunnen voorstellen. Bij elke werkgang wordt eerst de gewastoestand gemonitord. De informatie wordt vergeleken met de 'gewenste' gewastoestand. Op basis hiervan wordt een prognose gemaakt voor de behoefte aan en het beschikbaar komen van nutriënten voor een toekomstige periode met behulp van de simulatiemodellen. Hierbij kunnen essentiële variabelen (bijvoorbeeld LAI) indien nodig worden aangepast op basis van de door monitoring verkregen informatie.

Prognoses zullen moeten worden gebaseerd op het meest waarschijnlijke weer. Op basis van deze informatie zal dan de hoeveelheid toe te dienen meststof worden vastgesteld en natuurlijk meteen worden toegediend. Dit verlangt een optimale combinatie van waarnemingstechniek, informatie verwerking en toedieningstechniek.

Hoe ver nog?

Modelstudies hebben inmiddels aangetoond, dat het inbrengen van het temporele aspect de potentie van het plaatsspecifiek toedienen van stikstof aanzienlijk kan vergroten (Booltink & Verhagen, 1997; de Koeijer et al., 1997). De toets in de veldsituatie moet evenwel nog gebeuren. Hiervoor is het wel noodzakelijk allereerst de kritische gewasparameters te identificeren, te bezien in hoeverre die 'meetbaar' zijn (remote sensing) en welk tijdsvenster er is om te anticiperen.

Het lijkt het meest voor de hand liggende deze technologie van 'geleide bemesting' eerst voor de stikstoftoediening te ontwikkelen, omdat daarvoor de sensing technieken tamelijk ver zijn ontwikkeld. Het daadwerkelijk operationeel maken vergt evenwel nog de nodige inspanning.

In het artikel is de combinatie van spatiele en temporele variatie geschetst voor bemesting, maar een soortgelijk systeem is denkbaar voor onkruidbestrijding, irrigatie, ziekten - en plaagbestrijding.

Literatuur

- Acock, B. en Pachepsky, Ya. (1997). Holes in precision farming: mechanistic crop models. In: J V Stafford (ed), Precision agriculture '97, 397-404, BIOS Publishers, Oxford.
- Booltink, H. W. G. en Verhagen, J. (1997). Using decision support systems to optimize barley management on spatial variable soil. In: M J Kropff et al.(eds), Applications of systems approaches at the field level, 219-233, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- De Koeijer, T. J., Oomen, G. J. M. en Wossink, G. A. A. (1997). Environmental and economic effects of site specific and weather adapted nitrogen fertilization for a Dutch field crop rotation. In: J V Stafford (ed), Precision agriculture '97, 379-386, BIOS Publishers, Oxford.
- Lark, R. M. en Stafford, J. V. (1997). Classification as a first step in the interpretation of temporal and spatial variation of crop yield. Ann. Appl. Biol., 130:111-121.
- Verhagen, A., Bootink, W. W. G. en Bouma, J. (1995). Site-specific management: Balancing production and environmental requirements at farm level. Agric. Syst. 49:369-384 @