
Relevante groei- en opbrengstparameters m.b.t. precisiefruitteelt

Multivariate analyse

Om te bepalen welke data uit bodemscans en dronevluchten relevant zijn voor het uitvoeren van precisiefruitteelt werden in de perenboomgaarden verschillende parameters opgemeten zoals het aantal bloembotten, de groei van de bomen, de vruchtmaat doorheen het seizoen, opbrengst, maatsortering en vruchtkwaliteit. Alle data van 2018 tot 2021 werden met elkaar vergeleken door principle component analysis (PCA). De resultaten worden visueel voorgesteld in Figuur 1 tot Figuur 4. Parameters die in dezelfde richting wijzen zijn positief met elkaar gecorreleerd. Parameters die recht tegenover elkaar staan zijn negatief met elkaar gecorreleerd. Hoe langer de pijl, hoe belangrijker deze parameter is in het model en dus hoe groter de invloed van deze parameter op de andere variabelen.

Voor Rummen en Kapelle vormen de opbrengstparameters (aantal bloembotten en totale opbrengst) van alle seizoenen één groep. Dit geeft aan dat de ruimtelijke variatie in deze percelen elk jaar vergelijkbaar was. Ook de groeiparameters (scheutlengte en NDVI) vormen één groep die recht tegenover de opbrengstparameters staat. Dit weerspiegelt de gekende trade-off tussen opbrengst en groei, waarbij er typisch meer scheutgroei is bij een lager vruchtbehang en omgekeerd.

Voor Wimmertingen zien we gelijkaardige resultaten voor 2019-2021, maar de resultaten van 2018 zijn afwijkend. De groeiparameters van 2018 onderscheiden zich namelijk van deze van 2019 en 2020. Dit is te wijten aan een verschillende startsituatie, met name het aantal bloembotten in 2018 als resultaat van de klimatologische en fysiologische omstandigheden in 2017. Tijdens de bloei in 2017 kregen de meeste boomgaarden in Vlaanderen te maken met strenge nachtvorst. Hoewel er geen gegevens beschikbaar zijn i.v.m. vorstschade in Wimmertingen in 2017, kunnen we aannemen dat er meer schade was in het laagst gelegen deel van de boomgaard, met een lagere opbrengst in 2017 en sterkere bloembotvorming voor 2018 als gevolg. Daardoor verschoof de ruimtelijke variatie in aantal bloembotten in 2018 t.o.v. 2019 tot 2021. Een vergelijkbare situatie kan verklaren waarom het aantal bloembotten in Kapelle 2018 verschilt van 2019 en 2020, maar in dat geval is de opbrengst zoals verwacht o.b.v. de scheutgroei.

Voor Baarlo vallen de NDVI-data van 2018 en 2019 samen met de opbrengstparameters en staan ze recht tegenover de NDVI-data van 2020. Dit resultaat moet echter voorzichtig geïnterpreteerd worden o.w.v. de slechte kwaliteit van de dronebeelden van Baarlo in 2018-2019. De NDVI-waarden worden daardoor mogelijk overschat. Bovendien zijn er voor Baarlo geen opbrengstgegevens beschikbaar van 2020 door zware hagelschade net voor de pluk. De overige resultaten voor Baarlo zijn echter vergelijkbaar met de andere percelen.

Het gebruik van dronebeelden voor precisiefruitteelt

Op basis van de wederkerende patronen in de PCA-analyse werden enkele relevante groei- en opbrengstparameters geselecteerd m.b.t. precisiefruitteelt.

Ten eerste geeft de overeenkomst tussen NDVI en scheutgroei aan dat de NDVI berekend uit dronebeelden gebruikt kan worden als indicator voor vegetatieve groei. NDVI-kaarten vormen dus een goede basis voor toepassingen van precisiefruitteelt zoals variabele wortelsnoei en/of bemesting, gericht op het bijsturen van de groei. Ook de NDRE is gerelateerd met vegetatieve groei en/of de gezondheid van het gewas. Zo bleek na een analyse van het irrigatiesysteem in Rummen de NDRE een goede indicator te zijn voor droogtestress en een meerwaarde te kunnen bieden bij slimme/variabele irrigatie o.b.v. bodemvochtsensoren (zie rapport “Variabele irrigatie: Rendabiliteit en hulpbronefficiëntie”).

Ten tweede is er een goede overeenkomst tussen bloesemintensiteit berekend o.b.v. het aantal witte pixels in de dronebeelden en het aantal bloembotten geteld in de boomgaard. De bloesemintensiteitskaart geeft een eerste idee van de potentiële opbrengst en kan bijvoorbeeld gebruikt worden om taakkaarten te genereren voor variabele chemische dunning.

Tijdens het groeiseizoen beïnvloeden verschillende klimatologische en fysiologische parameters echter zowel de generatieve (opbrengst) als de vegetatieve (scheut)groei. Zoals eerder vermeld zijn deze laatste twee negatief gecorreleerd en is de NDVI een goede indicator voor de vegetatieve groei. Uit een vergelijking van de NDVI-waarden doorheen de tijd bleken deze maximaal te zijn bij de start van het groeiseizoen (mei-juni) en te dalen naar de pluk toe. Deze daling weerspiegelt de trade-off tussen groei en opbrengst en correleert met de totale opbrengst. Vanuit deze vaststelling werden verschillende modellen getest om de opbrengst te voorspellen o.b.v. dronebeelden. Rekening houdende met de hoge kostprijs van dronevluchten werden de beste resultaten ($R^2 = 0,43$ à $0,45$) behaald wanneer de bloesemintensiteit wordt gecombineerd met de boomhoogte en de NDVI bij het begin (mei-juni) en het einde (juli) van de scheutgroei. Hoewel de voorspelling op boomniveau nog onvoldoende nauwkeurig is, zien we hierin groot potentieel voor opbrengstvoorspelling in perenboomgaarden. De teler bekomt zo niet alleen een nauwkeurige opbrengstvoorspelling op perceelsniveau, maar krijgt ook meer inzicht in de ruimtelijke variatie in opbrengst. Deze kennis kan in de volgende groeiseizoenen dan weer worden gebruikt om variabele teeltmaatregelen toe te passen. Bovendien kan de teler de bekomen informatie gebruiken om de pluk nauwgezet te organiseren, reeds een zestal weken voor de pluk.

Behalve voor de opbrengst, kunnen dronebeelden mogelijk ook gebruikt worden om de kwaliteit van de vruchten te voorspellen. Zo gaf de PCA-analyse ook een wederkerend verband aan tussen de NDVI en het stikstofgehalte van de vruchten. Aangezien het stikstofgehalte een belangrijke indicator is voor de kwaliteit en bewaarbaarheid van de vruchten kan deze informatie nog hetzelfde jaar gebruikt worden in de verkoop- en bewaarstrategie en/of om variabele bemesting/bladvoeding toe te passen.

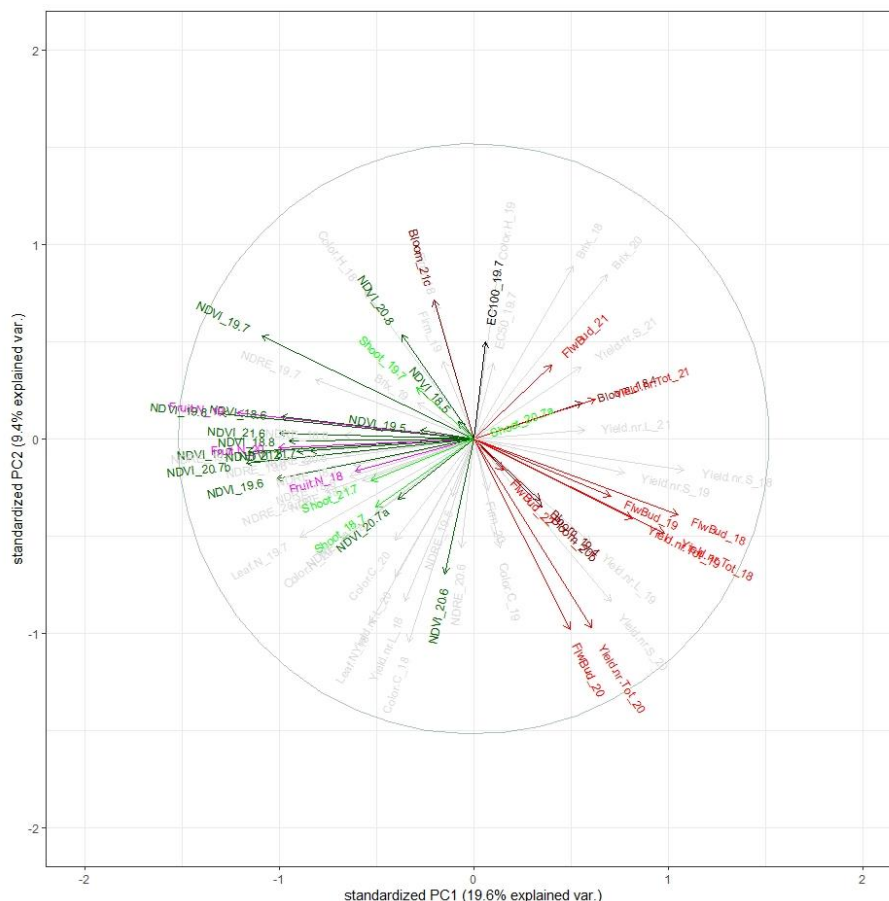
Uit de PCA-analyses kunnen we ook afleiden dat de EC van de bodem, gemeten met een bodemscan vaak een belangrijke invloed heeft op de rest van de resultaten, vooral in Wimmertingen, Kapelle en Baarlo. Hoe de gegevens uit de bodemscan gebruikt kunnen worden voor precisiefruitteelt wordt besproken in het rapport “Relevante bodemparameters m.b.t. precisiefruitteelt”.

Conclusie

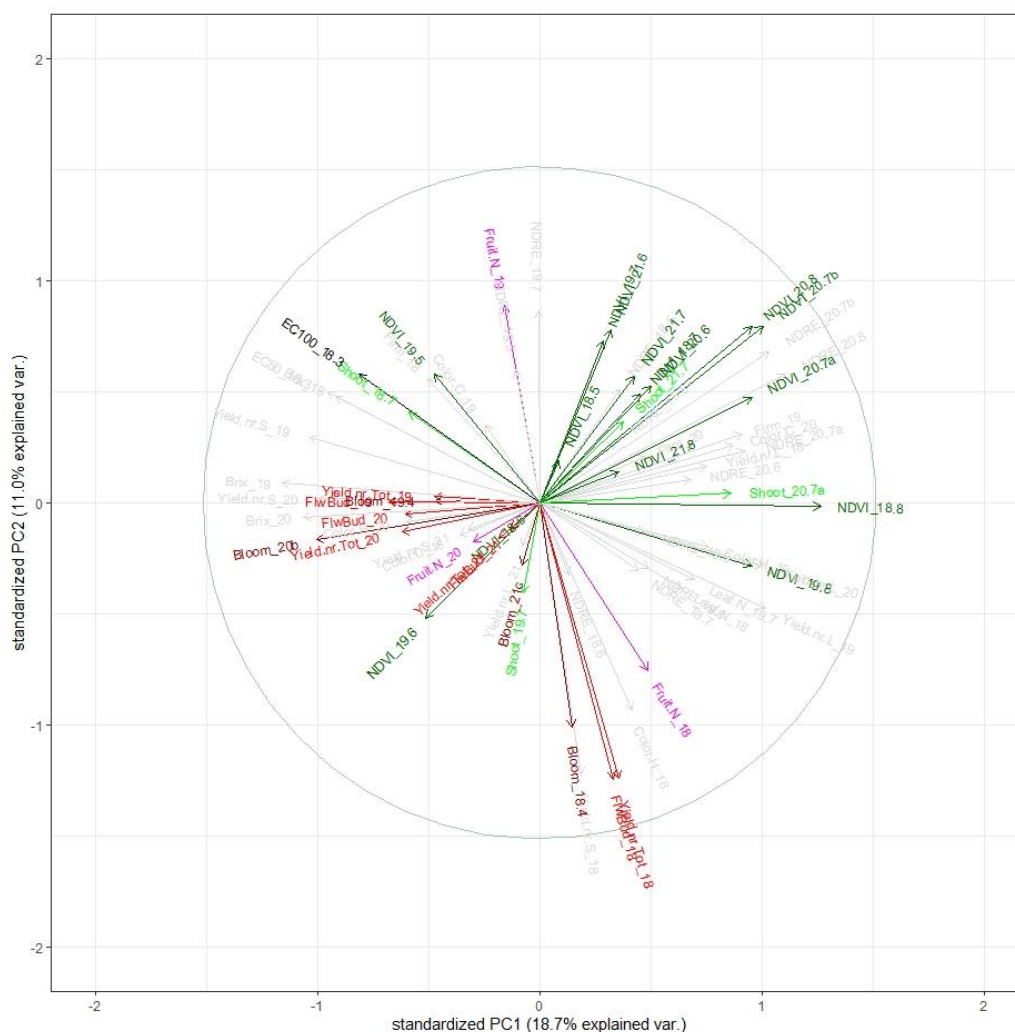
Door dronebeelden met velddata te vergelijken werden de volgende relevante groei- en opbrengstparameters geselecteerd voor het toepassen van precisiefruitteelt:

1. De NDVI berekend uit multispectrale dronebeelden is gerelateerd met de groei van de bomen en kan gebruikt worden om taakkaarten voor toepassingen zoals variabele wortelsnoei en bemesting te genereren.
2. De boesemintensiteit berekend uit RGB-beelden tijdens volle bloei kan gebruikt worden om taakkaarten voor toepassingen zoals variabele chemische dunning te genereren en geeft een eerste indicatie van de potentiële opbrengst.
3. Door de bloesemintensiteit te combineren met de planthoogte en de NDVI bij het begin en einde van de scheutgroeifase kan de opbrengst voorspeld worden.
4. De NDRE kan gebruikt worden als indicator voor droogtestress en voor het dimensioneren van variabele irrigatiesystemen.
5. De NDVI kan mogelijk in verband gebracht worden met het stikstofgehalte van de vruchten.

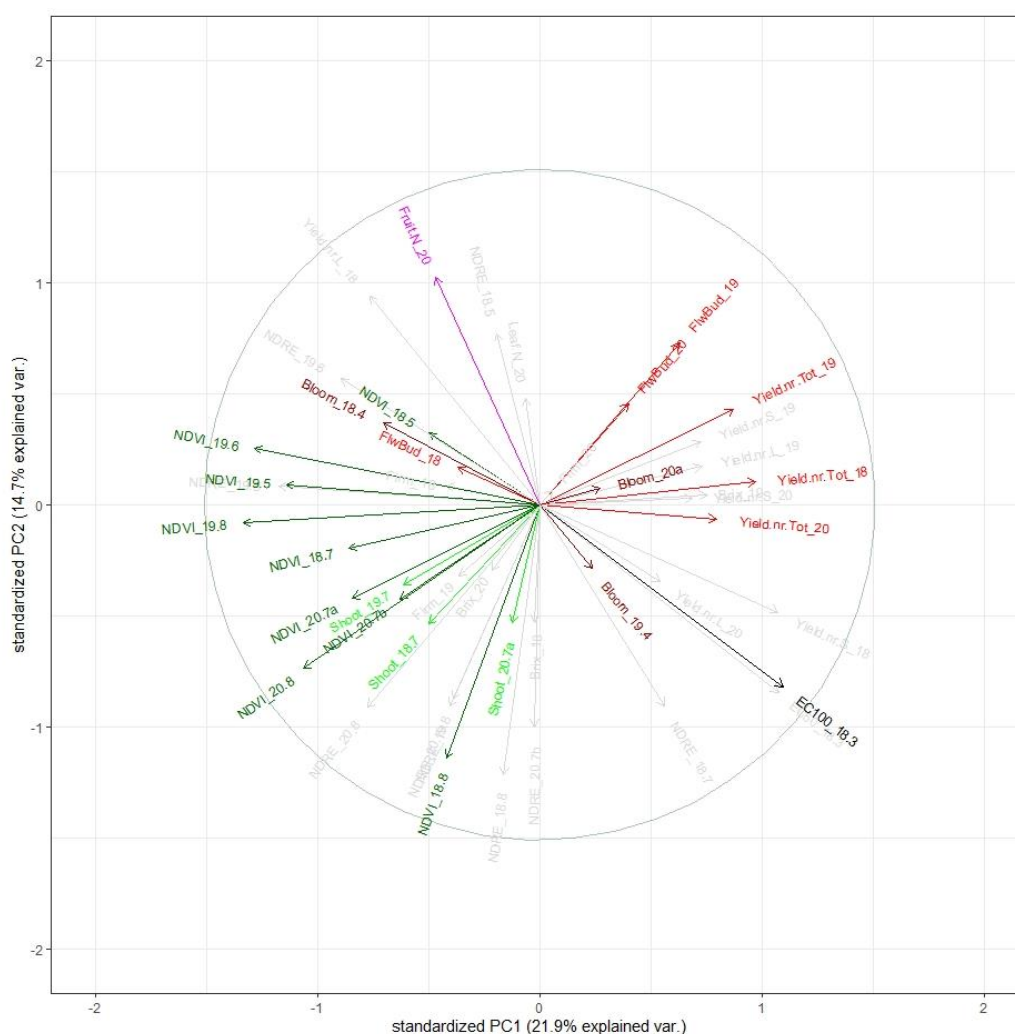
Aangezien jaar na jaar dezelfde patronen worden geobserveerd voor een bepaald perceel kunnen de gegevens van een bepaald groeiseizoen gebruikt worden om precisiefruitteelt toe te passen in het volgende groeiseizoen en zo de opbrengst en vruchtkwaliteit te optimaliseren.



Figuur 1. Principle Component Analysis (PCA) loading plot voor Rummen op basis van alle data uit 2018-2021: PC2 vs. PC1. De volgende opbrengstparameters worden in het rood weergegeven: het aantal bloembotten (“FlwBud”), het totale aantal vruchten (“Yield.nr.Tot”) en de bloesemintensiteit berekend uit dronebeelden (“Bloom”). De volgende groeiparameters worden in het groen weergegeven: gemiddelde scheutlengte (“Shoot”) en NDVI berekend uit dronebeelden (“NDVI”). Het stikstofgehalte van de vruchten wordt weergegeven in het magenta. De EC van de bodem, gemeten met de EM38-mk2 bodemscan wordt weergegeven in het zwart. Alle andere variabelen worden weergegeven in het grijs om de leesbaarheid te verhogen. Achteraan de namen van de variabelen wordt het jaar (en de maand) weergegeven wanneer ze werden opgemeten.



Figuur 2. Principle Component Analysis (PCA) loading plot voor Wimmertingen op basis van alle data uit 2018-2021: PC2 vs. PC1. De volgende opbrengstparameters worden in het rood weergegeven: het aantal bloembotten ("FlwBud"), het totale aantal vruchten ("Yield.nr.Tot") en de bloesemintensiteit berekend uit dronebeelden ("Bloom"). De volgende groeiparameters worden in het groen weergegeven: gemiddelde scheutlengte ("Shoot") en NDVI berekend uit dronebeelden ("NDVI"). Het stikstofgehalte van de vruchten wordt weergegeven in magenta. De EC van de bodem, gemeten met de EM38-mk2 bodemscan wordt weergegeven in het zwart. Alle andere variabelen worden weergegeven in het grijs om de leesbaarheid te verhogen. Achteraan de namen van de variabelen wordt het jaar (en de maand) weergegeven wanneer ze werden opgemeten.



Figuur 3. Principle Component Analysis (PCA) loading plot voor Kapelle op basis van alle data uit 2018-2020: PC2 vs. PC1. De volgende opbrengstparameters worden in het rood weergegeven: het aantal bloembotten ("FlwBud"), het totale aantal vruchten ("Yield.nr.Tot") en de bloesemintensiteit berekend uit dronebeelden ("Bloom"). De volgende groeiparameters worden in het groen weergegeven: gemiddelde scheutlengte ("Shoot") en NDVI berekend uit dronebeelden ("NDVI"). Het stikstofgehalte van de vruchten wordt weergegeven in magenta. De EC van de bodem, gemeten met de EM38-mk2 bodemscan wordt weergegeven in het zwart. Alle andere variabelen worden weergegeven in het grijs om de leesbaarheid te verhogen. Achteraan de namen van de variabelen wordt het jaar (en de maand) weergegeven wanneer ze werden opgemeten.

