

Ontwikkelverzoek: Zones met opbrengstpotentieel (96)

Verplichtingnummer: 1300011724



In opdracht van Programma Precisie Landbouw – Nederland
Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie

Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminformatietechnieken (ORBit)
Vakgroep Bodembeheer
Universiteit Gent

november 2012

Project:

“Ontwikkelverzoek: Zones met opbrengstpotentieel (96), Verplichtingsnummer 1300011724”.
Gunningsbrief Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie dd. 26 juli 2012.

Ondertekening UGent contract: 10/10/2012

Opdrachtgever:

Programma Precisielandbouw
Directoraat-Generaal AGRO
Prins Clauslaan 8
2500 EK Den Haag
Nederland

Begeleidende ambtenaar:

G.A.N. (Gerard) Leenaars
Assistent Projectleider

Uitvoering:

Onderzoeksgroep Ruimtelijke Bodeminventarisatie (ORBit), Universiteit Gent
e: orbit@ugent.be
w: www.orbit.ugent.be

In onderaanneming: Aardappelbedrijf Van Den Borne.

Wetenschappelijke leiding en supervisie:

Prof. dr. ir. Marc Van Meirvenne
Vakgroep Bodembeheer, UGent
Coupure Links 653, 9000 Gent, België
Tel: +32 (0)9264.6056
e: marc.vanmeirvenne@ugent.be

Data veldwerk:

Bodemsensor: 4 tot 25 april 2012
pH-metingen: april-mei 2012

Datum rapportage:

5 november 2012

Inhoud

1. Doelstellingen en studiegebied.....	4
2. Opmetingen en data verwerking.....	6
2.1. Elektromagnetische inductie (EMI).....	6
2.2. Diepterespons.....	6
2.3. Meetdetails.....	7
2.4. X-Y-Z posities.....	7
2.5. pH-CaCl ₂ metingen.....	7
2.6. Dataverwerking: van meting tot landbeheerszones.....	8
3. Resultaten.....	9
3.1. Veld 1.....	9
3.2. Veld 2.....	12
3.3. Veld 3.....	16
3.4. Veld 4.....	20
3.5. Veld 5.....	23
4. Besluit.....	27

RAPPORT

1. Doelstellingen en studiegebied

Indien er binnenin een landbouwperceel sterk variërende groeicondities aanwezig zijn dan is het afstemmen van de landbouwpraktijk op het gemiddelde groeipotentieel overal suboptimaal, zowel in termen van opbrengst als in termen van potentiële milieubelasting. Vandaar dat bij steeds meer landgebruikers de behoefte ontstaat om zones af te bakenen die de natuurlijke variabiliteit van het land weergeven. De afbakening van dergelijke landbeheerszones moet echter gebaseerd zijn op stabiele kenmerken die vlot en gedetailleerd opgemeten kunnen worden zodat een dergelijke oefening slechts één maal moet gebeuren. Gewasopnames tijdens het groeiseizoen of opbrengstmetingen zijn hiervoor niet geschikt. Ervaring toont namelijk aan dat gewasparameters sterk variabel kunnen zijn tussen seizoenen, de gewastoestand is immers sterk beïnvloed door het klimaat en allerlei aantastingen zoals door plagen, ziektes, onkruid, enz.

Uit onderzoek waarbij tal van bodem- en landschappelijke variabelen betrokken werden is gebleken dat er drie sleutelvariabelen kunnen gedefinieerd worden die een stabiele basis vormen voor de afbakening van landgebruikseenheden (Vitharana et al., 2008; Van Meirvenne et al., 2012 ¹):

1. *Elektrische geleidbaarheid* (EG) van de bovenste 1 à 1,5 m. Deze variabele is sterk gecorreleerd met fysische bodemkenmerken zoals textuur (vooral de kleifractie), vochtvasthoudend vermogen, compactheid, enz. alsook met verstoringen zoals begraven grachten, metaal,... Deze variabele zal zeer snel en gedetailleerd opgemeten worden via een elektromagnetische inductiesensor: de EM38MK2. In combinatie met een nauwkeurige GPS kunnen hierbij op een niet-destructieve wijze duizenden metingen per ha genomen worden in korte tijd (orde 0,5 - 1 uur)
2. *Hoogteligging*. De (micro)topografie is sterk sturend voor de waterhuishouding van een perceel en daardoor vaak sterk gelinkt met bodemkenmerken zoals organisch materiaal (OM) en nutriëntenuitloging. Bovendien stuurt de topografie ook fenomenen zoals erosie en sedimentatiepatronen. De hoogteligging zal nauwkeurig worden opgemeten via een RTK-GPS (in combinatie met een bodemsensor).
3. *pH*. De beste integrerende parameter voor de chemische status van een bodem is de zuurtegraad van de bouwvoor. Uiteraard is dit geen maat voor de nutriëntentoestand, die moeten jaarlijks gericht opgemeten worden. Een inschatting van de variabiliteit van de pH zal gedaan worden via bodemstalen en laboanalyses.

Door middel van niet-destructieve prospectie met de EM38MK2 bodemsensor en bijhorende bodemstaalname werden daarom 5 landbouwpercelen van Aardappelbedrijf Van Den Borne onderzocht met het oog op het aanduiden van bodembeheerszones. De selectie van deze percelen werd overgelaten aan de Firma Van Den Borne. De opgemeten velden liggen in de gemeenten Turnhout (BE) en Reusel (NL) (Figuur 1). De totale oppervlakte van de velden beslaat zo'n 20 ha. Deze percelen zijn allen gelegen in de zandregio van Noord-België en zuidoostelijk Nederland.

¹ VITHARANA U.W.A., VAN MEIRVENNE M., SIMPSON D., COCKX L. & DE BAERDEMAEKER J., 2008. Key soil and topographic properties to delineate potential management classes for precision agriculture in the European loess area. *Geoderma* 143:206-215. Zie www.orbit.ugent.be onder publicaties om dit artikel te downloaden

VAN MEIRVENNE M., M. M. ISLAM, P. DE SMEDT, E. MEERSCHMAN, E. VAN DE VIJVER & T. SAEY, 2012. Key variables for soil management classes in the European loess and sand areas. *Geoderma*, in druk.

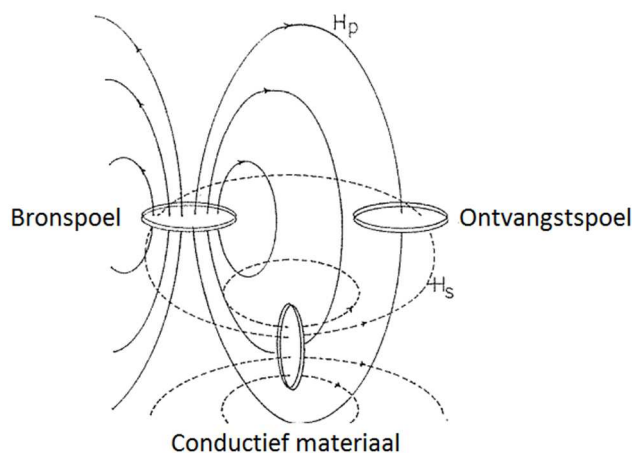


Figuur 1: Lokalisatie en nummering van de onderzochte aardappelpercelen in Turnhout (boven) en Reusel (onder) (coördinaten in Nederlandse Rijksdriehoekskoördinaten)

2. Opmetingen en data verwerking

2.1. Elektromagnetische inductie (EMI)

De aangeduide percelen werden tussen 4/4/2012 en 25/4/2012 opgemeten met een elektromagnetische inductiesensor in onderaanneming door de firma Van Den Borne. De werking van de toegepaste geofysische prospectietechniek is gebaseerd op elektromagnetische inductie. Hierbij wordt in een zendspoel een magnetische veld (primaire veld) opgewekt waardoor in de bodem elektrische stroompjes ontstaan die op hun beurt een eigen magnetische veld ontwikkelen (secundaire veld) (Figuur 2). Dit secundaire veld wordt vervolgens gemeten door een ontvangstspoel. De gemeten intensiteit van dit secundaire veld staat in lineair verband tot de 'schijnbare' elektrische geleidbaarheid (EGs) van de bodem.



Figuur 2: Principe van elektromagnetische inductie: een primair magnetisch veld (H_p) wordt opgewekt door een wisselende stroom die door de bronspoel vloeit. Dit veld wekt een stroom op in conductief materiaal (hier weergegeven als een verticale spoel) en hierdoor wordt op zijn beurt een secundair magnetisch veld (H_s) opgewekt. Beide magnetische velden worden opgemeten als een spanning geïnduceerd in de ontvangstspoel.

2.2. Diepterespons

Met de gebruikte EM38MK2 bodemsensor kan informatie worden verzameld met betrekking tot de natuurlijke bodemkundige variabiliteit als de EGs over twee verschillende meetvolumes. De sensor bevat twee ontvangstspoelen die zich op verschillende afstanden van de bronspoel bevinden: op 0,5 en op 1 m. Als de sensor rechtopstaand op het bodemoppervlak wordt voortgesleept, zoals in Figuur 3, wordt er gemeten in de horizontaal coplanaire (of "HCP") spoelconfiguratie. Hierdoor bekomt men dus de meetconfiguraties: 0.5HCP en 1HCP waarmee er dus tegelijkertijd twee EGs metingen bekomen worden.

Deze spoelconfiguraties bezitten een verschillende dieptegevoeligheid aangezien de spoelafstand verschillend is. De dieptegevoeligheid van een spoelconfiguratie wordt standaard genomen als de diepte waarbinnen cumulatief vanaf de sensor 70 % van het totale gemeten signaal afkomstig is. Op theoretische basis kan afgeleid worden (²) dat voor de twee EGs metingen de dieptes van dominante respons variëren van 0 - 0.8 m (0.5HCP) en 0 - 1,5 m (1HCP). Eenvoudig gesteld wordt zo informatie bekomen van zowel oppervlakkige als diepere elektrisch gevoelige fenomenen tot op een diepte van ongeveer 1,5 m onder de sensor.

² Zie o.a. Saey T., Simpson D., Vermeersch H., Cockx L. & Van Meirvenne M., 2009. Comparing the EM38DD and DUALEM-21S Sensors for Depth-to-Clay Mapping. *Soil Science Society of America Journal* 73:7-12. Zie www.orbit.ugent.be om dit artikel te downloaden (onder publicaties).

Doordat de elektrische geleidbaarheid voornamelijk bepaald wordt door het poriënwater en geladen bodemdeeltjes (klei, organisch materiaal, kalk,...) is dit signaal heel geschikt om bodemtextuurverschillen in kaart te brengen. Op deze wijze kan de natuurlijke bodemvariabiliteit tot op 1,5 m diepte zeer goed vastgesteld worden, samen met bijvoorbeeld opgevulde grachten. Daarnaast kan de aanwezigheid van materiaal dat sterk afwijkt, zoals metaal (zeer sterk geleidend) of zandsteen (zeer weinig elektrisch geleidend), gedetecteerd worden.



Figuur 3. De EM38MK2 in horizontale coplanaire (of “HCP”) spoelconfiguratie op een metaalvrije slede. Deze slede wordt door een licht terreinvoertuig getrokken en de metingen worden daarbij gecombineerd met GPS en gelogd in een PC.

2.3. Meetdetails

De velden werden volgens meetlijnen met een tussenafstand van 5 m opgemeten met de EMI-sensor. Hiervoor werd gebruik gemaakt van meetfrequentie van 8 metingen per seconde (d.w.z. een meetafstand binnenin lijnen van 20-30 cm).

2.4. X-Y-Z posities

Alle metingen werden in X-Y en Z richting gegeorefereerd met een “Real Time Kinematic” (RTK) gecorrigeerde GPS met een absolute horizontale fout in de orde van 5-10 cm en een absolute verticale van een 20-30 cm. De relatieve positiebepalingen (dwz ten opzichte van elkaar) zijn echter nauwkeuriger zodat deze metingen gebruikt kunnen worden om bvb. een gedetailleerd beeld van de (micro)topografie te bekomen.

2.5. pH-CaCl₂ metingen

Voor de bodem-pH metingen werden de geselecteerde percelen eerst opgedeeld in gridcellen van 50 bij 50 m via farmworks software. De coördinaten van deze cellen werden naar een pocket PC overgezet om op het terrein de exacte posities terug te vinden waarbinnen geboord moest worden. In iedere cel werden een 20-tal stalen van de bouwvoor (0 - 25 cm) genomen en gemengd tot 1 mengstaal.

De bodemstalen werden in een erkend laboratorium lucht-gedroogd (40 °C), en vervolgens gemengd met een 0.01 M CaCl₂ extract, verhouding 1:10. Dit werd 2 uur geschud, vervolgens 1 uur laten staan waarna in de oplossing de pH gemeten werd met een gecombineerde gelelectrode.

De pH kaarten werden aangemaakt in ArcGIS 9.0 waarbij iedere cel de waarde toebedeeld kreeg van het mengstaal.

De werkzaamheden ivm deze bodemvariabele werden uitgevoerd in onderaanneming door de firma Van Den Borne.

2.6. Dataverwerking: van meting tot landbeheerszones

De dataverwerking gebeurde door ORBit op basis van de ruwe meetdata aangeleverd door de firma Van Den Borne.

Interpolatie

De ruwe EGs data werden geïnterpolleerd door lineaire interpolatie en gecorrigeerd voor de afstand tussen de GPS antenne en het middelpunt tussen zend- en ontvangspoel. Vervolgens werden de data gecorrigeerd voor instrument drift, dit wil zeggen voor veranderlijke invloeden gedurende de meting van het desbetreffende gebied.

De EGs metingen werden geïnterpoleerd naar een grid van 0,2 bij 0,2 m door middel van 'ordinary point kriging'. Er werden vervolgens verschillende kleurschalen toegepast en ook het contrast van de kaarten werd aangepast in functie van het visualiseren van patronen en structuren in de data. De EGs kaarten werden aangemaakt in ArcGIS 9.0.

Classificatie

Classificatie-technieken zijn methoden die gebruikt worden om meerdere data in klassen of groepen te combineren, gebaseerd op overeenkomsten tussen de verschillende datapunten. Maar vermits de ruimtelijke variatie van bodem- en topografiekenmerken eerder geleidelijk variëren i.p.v. abrupt, is de voorstelling via klassen met abrupte grenzen niet echt ideaal. Daarvoor is een benadering met vage of 'fuzzy' klassen meer aangewezen ook wel "Fuzzy *k*-means" classificatie genoemd waarbij "*k*" staat voor het aantal gevormde klassen. Daarbij wordt aan elke locatie een deelnamegraad toegekend tot elk van de *k* klassen en niet een harde toekenning tot slechts één klasse.

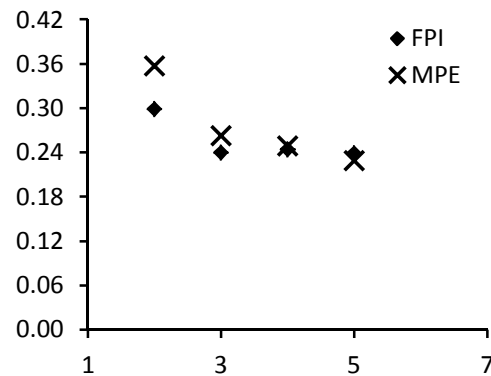
Praktisch hield het gebruikte classificatiealgoritme in dat de geïnterpoleerde GIS-kaarten van de twee EGs metingen en de hoogteligging gebundeld werden tot klassen via de *FuzME* software van Minasny et al. (2006)³. Doordat de pH metingen als grove cel gemiddelden beschikbaar waren was het niet mogelijk deze variabele in de classificatie te betrekken. Maar in de praktijk bleek dat de pH metingen dermate beperkt varieerden dat er kan van uitgegaan worden dat dit geen verschil zou uitmaken op het bekomen eindresultaat.

Met dit algoritme werd het optimaal aantal klassen ingeschat op basis van twee indexen:

- o De fuzziness performance index (*FPI*) die de mate van fuzziness gegenereerd door een specifiek aantal klassen inschat.
- o De gemodificeerde partitie entropie (*MPE*) die de graad van wanorde gecreëerd door een specifiek aantal klassen inschat.

³ Minasny B. & McBratney A. 2006. *FuzME version 3. Australian Centre for Precision Agriculture. The University of Sydney NSW*. Zie: <http://sydney.edu.au/agriculture/pal/software/fuzme.shtml>

Het optimaal aantal klassen wordt bekomen door via een grafiek de evolutie van beide indexen te volgen voor toenemend aantal klassen en daarbij een minimum te bepalen (Figuur 3). Deze methode minimaliseert de variantie in de klassen waardoor individuen in dezelfde klasse als gelijkaardig kunnen beschouwd worden. Vervolgens werd een deelnamegraad gegeven aan elke grid-locatie voor het weerhouden aantal klassen, waarbij aan elke locatie de klasse werd toegekend met de grootste graad van deelname.



Figuur 3: Voorbeeld van het verloop van de FPI en MPE indexen (verticale as) bij toenemend aantal klassen (horizontale as) voor veld 5. Hieruit werd besloten dat voor dit veld het optimaal aantal klassen 3 is.

Op basis van onze ervaring blijkt (zie ⁽¹⁾) dat op deze wijze bekomen multivariate klassen beschouwd kunnen worden als stabiele **landbeheerszones** en vergeleken worden met opbrengstkaarten waaruit hun opbrengstpotentieel kan afgeleid worden.

3. Resultaten

3.1. Veld 1

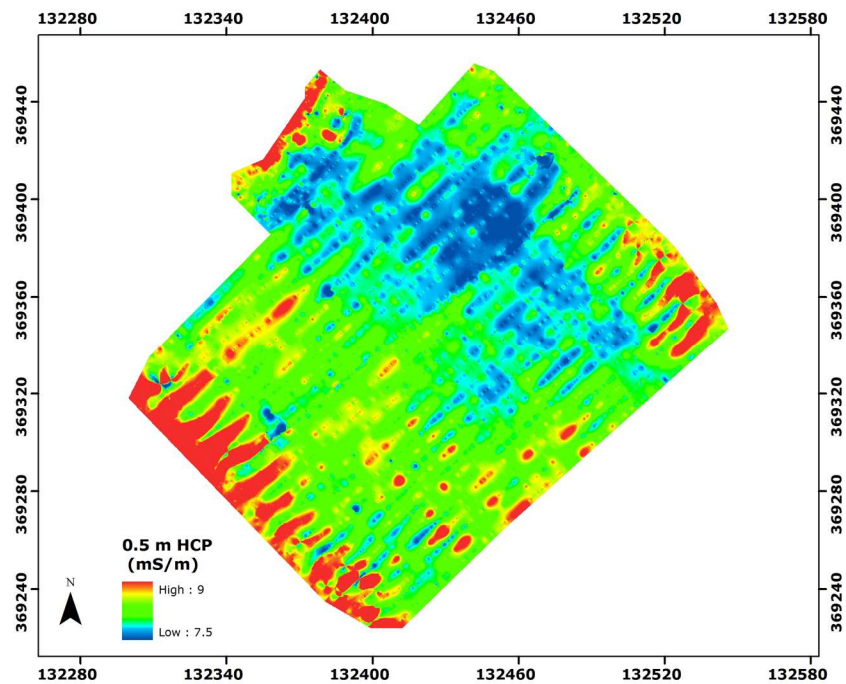
Figuur 4 toont de EGs meting met de 0.5 HCP spoelconfiguratie. Deze EGs meting is geconcentreerd in de bovenste 0.8 m van de bodem. Zij vertoont lage waarden en een zeer geringe variatie in EGs, het verschil tussen minimum en maximum is nauwelijks enkele mS/m. Dit is kenmerkend voor een grove zandbodem. Toch manifesteert zich een zeker patroon met een zone met zeer lagere geleidbaarheid in het noordelijk deel van het veld. Aan de zuidrand van het perceel worden iets hogere EGs waarden waargenomen.

Figuur 5 toont de EGs meting met de 1HCP spoelconfiguratie (dieptespons 0-1.5 m). Op deze meting komt de centrale zone met lagere EGs waarden nog sterker tot uiting, wat wil zeggen dat die lagere geleidbaarheid veroorzaakt wordt door een zanderige zone die zich dieper in de ondergrond doorzet.

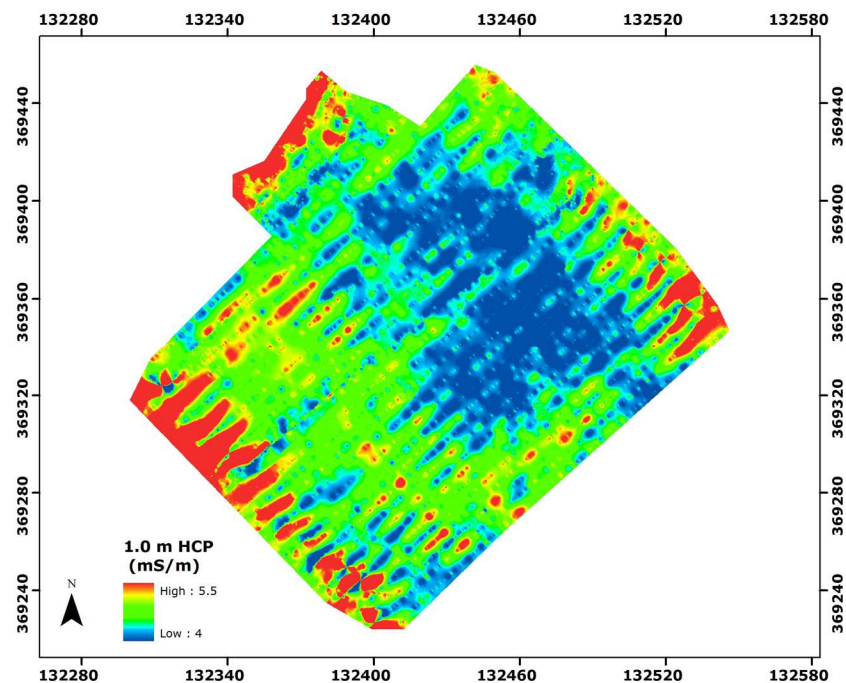
De hoogtemetingen voor dit veld bleken foutief geregistreerd te zijn (software fout), zij werden dan ook niet verder in de analyse betrokken.

Uit Figuur 6 blijkt dat er slechts een variatie van 0.6 pH eenheden vastgesteld werden over het veld. De laagste pH waarden stemmen overeen met het gebied met de laagst EGs metingen en omgekeerd. De pH metingen werden ook niet meegenomen in de Fuzzy k-means classificatie.

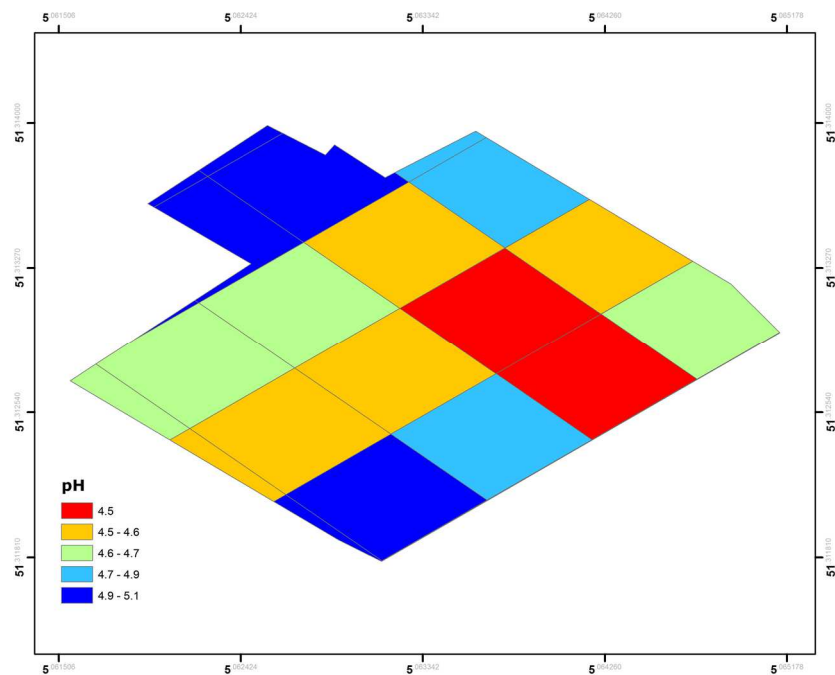
Gebaseerd op de 0.5HCP en 1HCP EGs metingen werd het veld onderverdeeld in twee klassen op basis van een Fuzzy *k*-means classificatie met de FuzME software (Figuur 7). Er werden slechts twee klassen bekomen na analyse van de FPI en MPE indices.



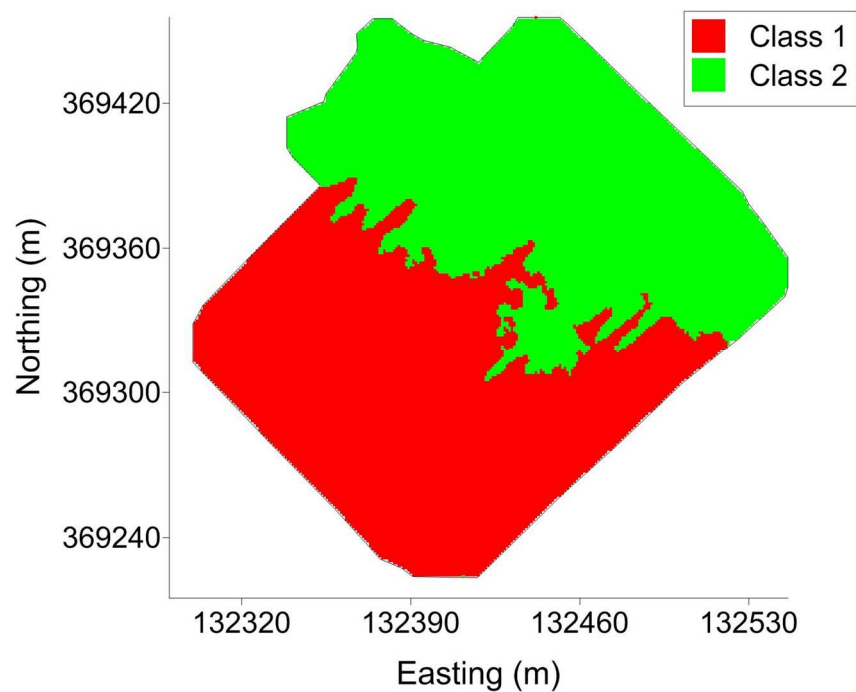
Figuur 4: Veld 1 - EGs opgemeten met de 0.5HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).



Figuur 5: Veld 1 - EGs opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.5 m diepte).



Figuur 6: Veld 1 - pH van mengstalen genomen in blokken over het veld (coördinaten in WGS84)



Figuur 7: Veld 1 geclassificeerd met Fuzzy k-means op basis van twee EGs metingen.

Interpretatie:

Klasse 1 is gekenmerkt door hogere EGs waarden en klasse 2 door lagere EGs waarden. Klasse 1 heeft ook een homogener verloop aan pH waarden dan klasse 2 die heterogener is. Na combinatie met de pH metingen kan men stellen dat klasse 1 een groter opbrengstpotentieel heeft dan klasse 2 en aldus is er in dit perceel een potentieel voor precisielandbouw.

3.2. Veld 2

Figuur 8 toont de EGs meting met de 0.5 HCP spoelconfiguratie van veld 2. Zij vertoont een kleine variatie in EGs, het verschil tussen minimum en maximum is nauwelijks 2 mS/m. Toch zijn er patronen met hogere waarden waarneembaar in het noordelijk en zuidelijk deel van het veld. Een zone met lage waarden werd teruggevonden in het noordwestelijk deel van het veld, terwijl het resterende deel van het veld vrij homogeen blijkt.

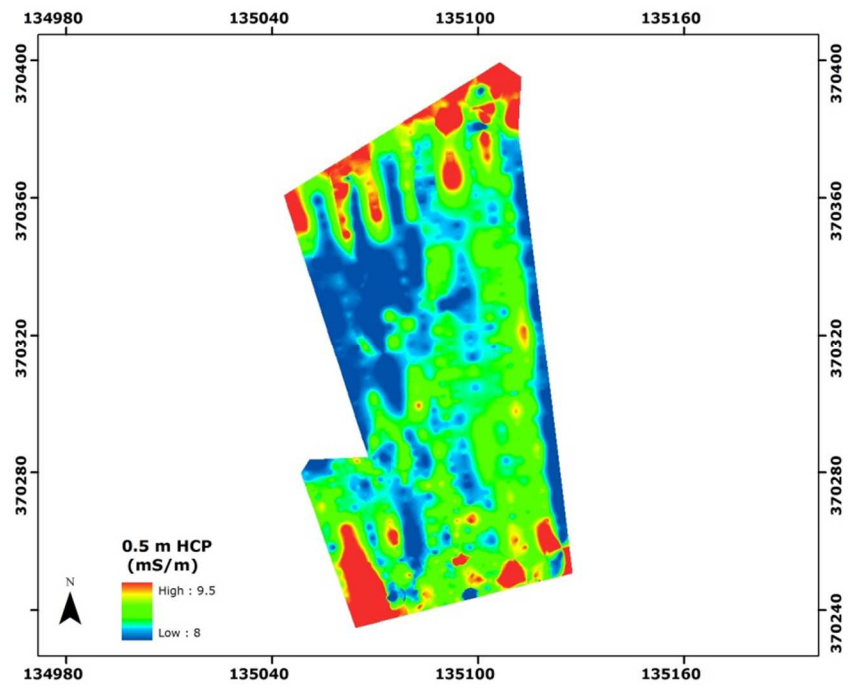
Figuur 9 toont de EGs meting met de 1HCP spoelconfiguratie (dieptespons 0 - 1.5 m). Deze EGs meting vertoont nog minder variatie dan de 0.5HCP meting, maar heeft wel ongeveer hetzelfde patroon. Daarenboven zijn de waarden duidelijk lager, wat wijst op zandiger materiaal in de diepte.

Figuur 10 toont het geïnterpoleerde hoogtemetingen, opgemeten met de RTK-GPS. Hier zien we duidelijk artefacten door de rijlijnen, te wijten aan een verschuiving in de rijrichting. Toch kan hieruit afgeleid worden dat er een lichte noordwaarts georiënteerde helling zit in het veld (max. hoogteverschil is 1 m). De hoogte wordt daarom meegenomen in de verdere analyse en aanduiding van de stabiele beheerszones.

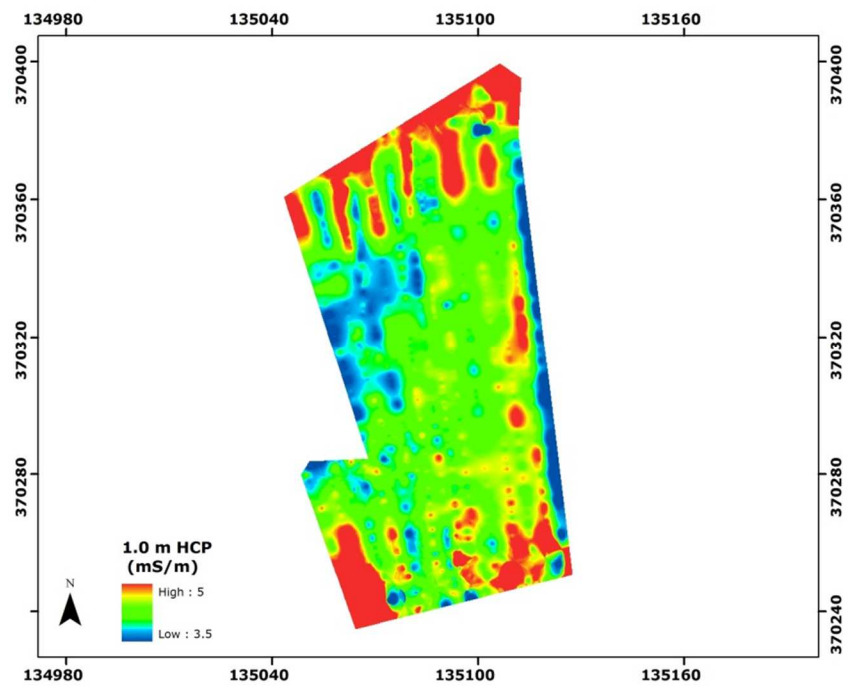
De pH van het veld varieert niet echt substantieel (Figuur 11). De bovenste helft van het veld is 0.4 pH eenheden hoger dan de onderste helft.

De variaties in opgemeten variabelen (Egs, pH en hoogte) binnen dit veld zijn eerder beperkt. Vandaar dat een eerste optie zou zijn dat dit veld als homogeen kan beschouwd worden en een unifome teeltbehandeling kan ondergaan.

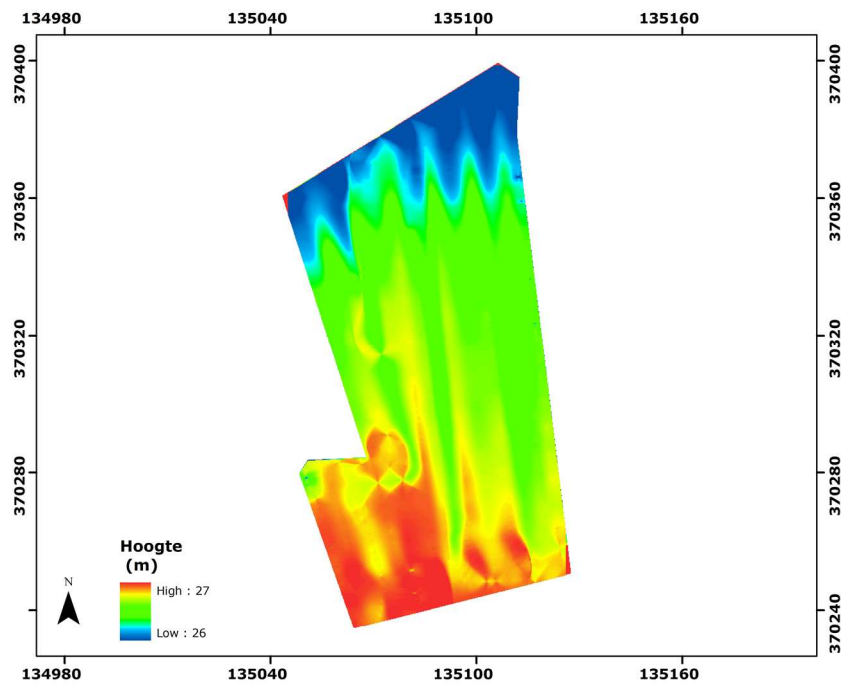
Indien evenwel geopteerd wordt voor een landbouw gestuurd door beheerszones dan kan overgegaan worden tot een classificatie. Die gebeurde op dit veld op basis van de 0.5HCP en 1HCP EGs metingen en de geïnterpoleerde hoogte. De Fuzzy *k*-means classificatie toonde aan dat drie klassen optimaal zijn om het veld te verdelen in homogene zones (Figuur 12).



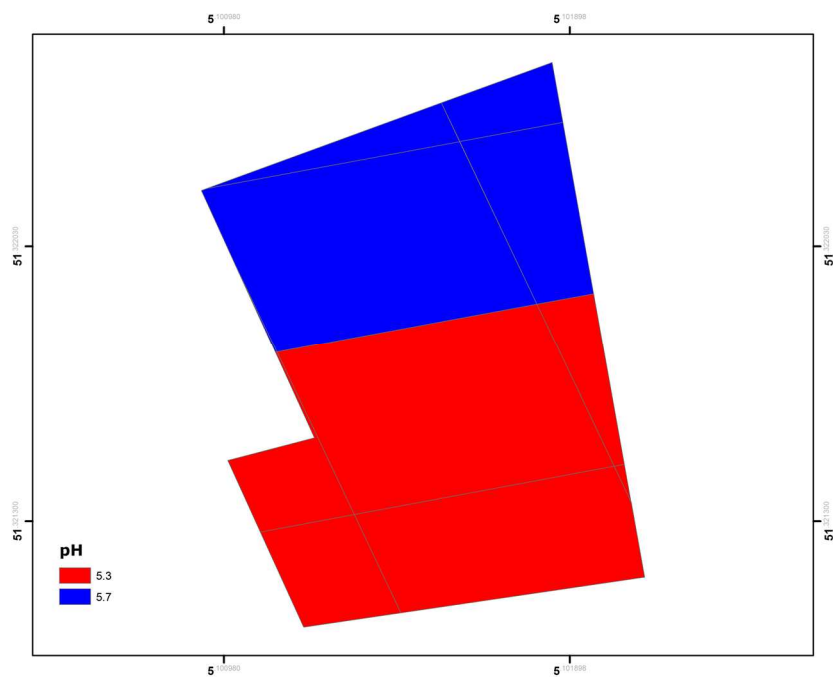
Figuur 8: Veld 2 - EGs opgemeten met de 0.5HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).



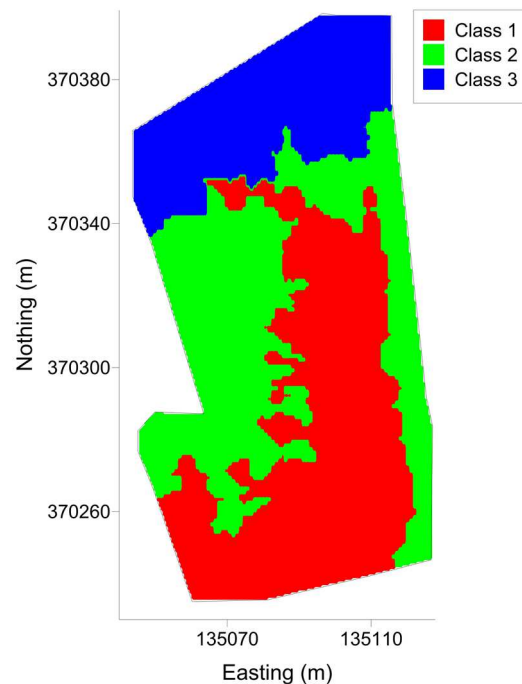
Figuur 9: Veld 2 - EGs opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.5 m diepte).



Figuur 10: Veld 2 - hoogte opgemeten met de RTK-GPS



Figuur 11: Veld 2 - pH van mengstalen genomen in blokken over het veld (coördinaten in WGS84).



Figuur 12: Veld 2 geclassificeerd met Fuzzy k-means op basis van twee EGs metingen en gedetailleerde hoogteligging.

Interpretatie:

Klasse 1 wordt gekenmerkt door een hoge EGs waarden en is het hoogste gelegen. Klasse 2 bezit de laagste EGs waarden en een intermediaire hoogte. Klasse 3 heeft dan weer hogere Egs waarden maar is het laagst gelegen. het laat zich verwachten dat om redenen van vochtvoorziening klasse 3 het grootste opbrengstpotentieel heeft en klasse 2 het laagst. Klasse 1 neemt dus een intermediaire positie in.

3.3. Veld 3

Figuur 13 toont de EGs meting met de 0.5 HCP spoelconfiguratie van veld 3. Ook in dit veld worden lage EGs waarden met een zeer geringe variatie vastgesteld, typisch voor humusrijke zuivere zandbodems.

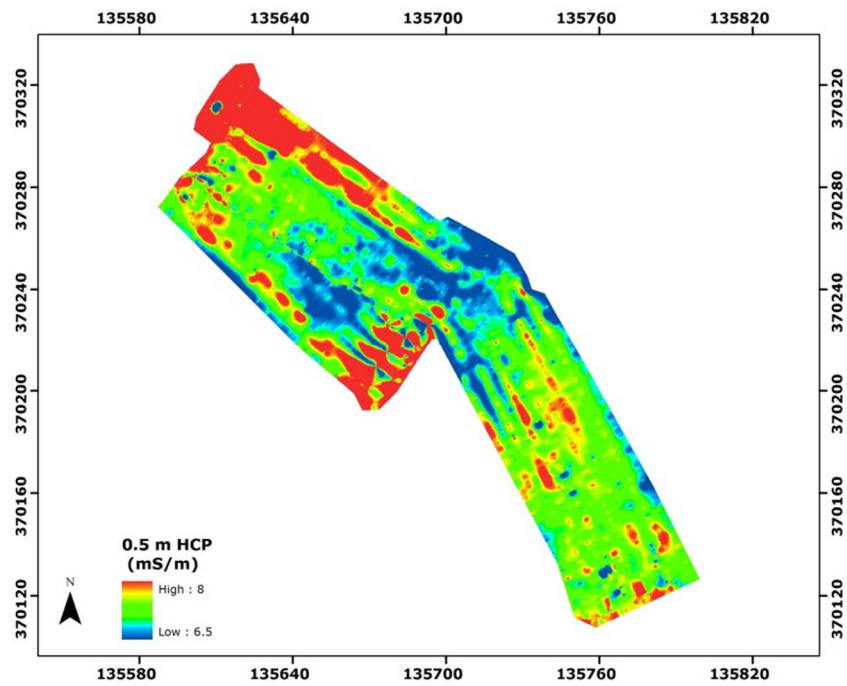
Figuur 14 toont de EGs meting met de 1 HCP spoelconfiguratie. Deze EGs meting zijn ook zeer gering in waarde en vertonen een analoog patroon met de metingen met de 0.5 HCP spoelconfiguratie.

Er loopt centraal door dit veld een oost-west georiënteerde band met lagere EGs waarden. Zowel ten noorden als ten zuiden van deze band worden hogere EGs waarden vastgesteld.

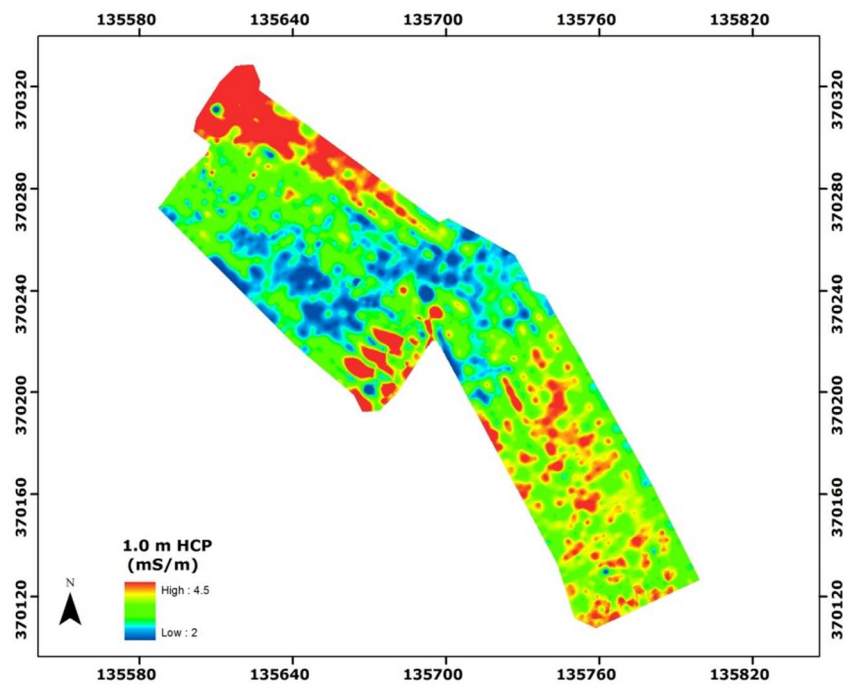
Figuur 15 toont het geïnterpoleerde hoogtemetingen, opgemeten met de RTK-GPS. Er is een duidelijke topografische variabiliteit in het veld te zien: de centrale zone, vastgesteld met de EGs metingen, is het hoogste gelegen, terwijl het zuidelijk en noordelijk deel lager is gelegen (hoogteverschil in de orde van 1 m).

De pH werd geanalyseerd na het nemen van mengstalen in blokken uitgelegd over het perceel. De pH van het veld varieert 0.8 eenheden (Figuur 16). Opvallend is dat de bodem van het zuidelijke deel van het veld een duidelijk lagere pH bezit heeft dan het noordelijk deel.

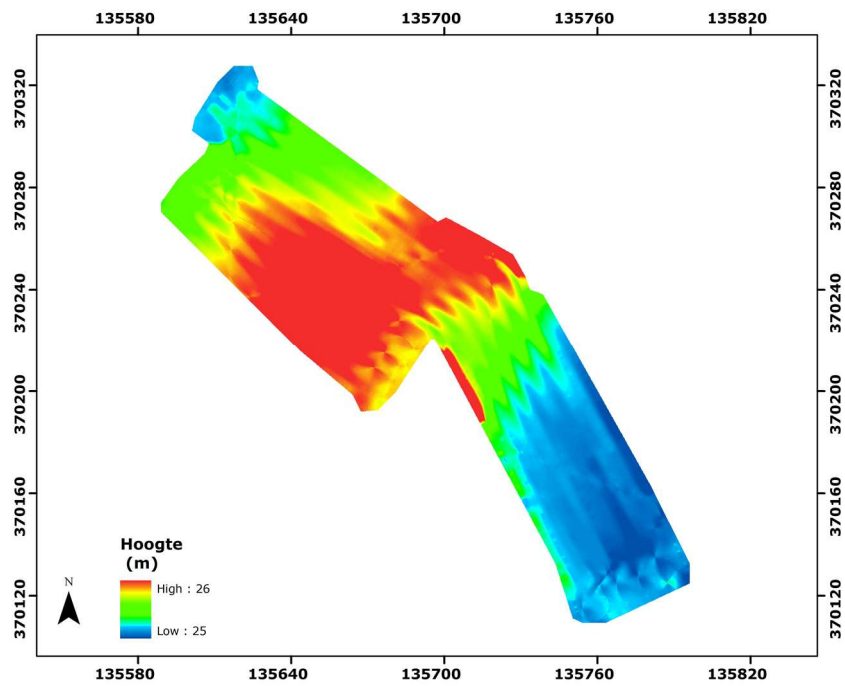
Op dit veld gebeurde de classificatie opnieuw op basis van de 0.5HCP en 1HCP EGs metingen en de geïnterpoleerde hoogte. De Fuzzy k-means classificatie toonde aan dat drie klassen optimaal waren (Figuur 17).



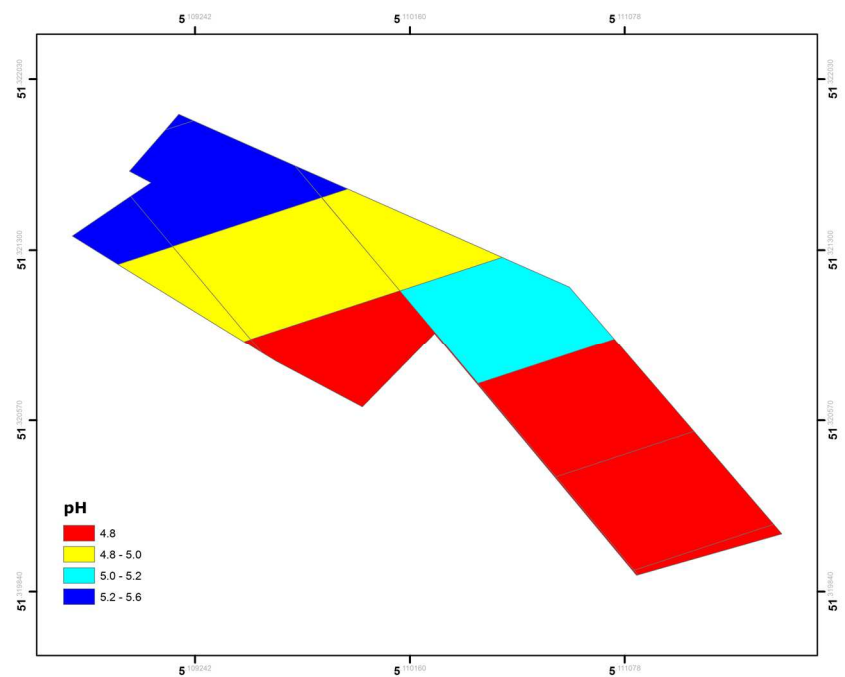
Figuur 13: Veld 3 - EGs opgemeten met de 0.5HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).



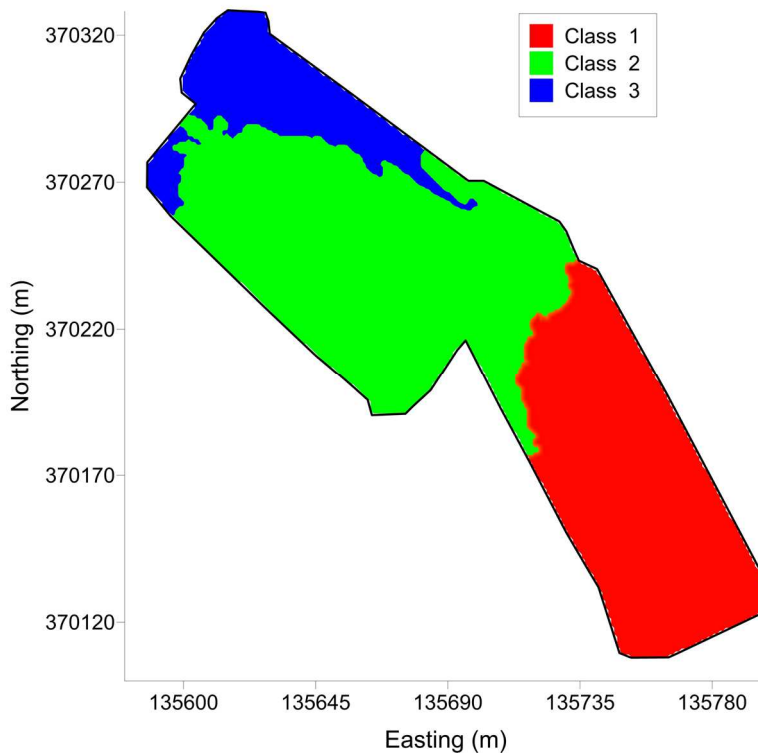
Figuur 14: Veld 3 - EGs opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.5 m diepte).



Figuur 15: Veld 3 - Hoogte opgemeten met de RTK-GPS.



Figuur 16: Veld 3 - pH van mengstalen genomen in blokken over het veld (coördinaten in WGS84).



Figuur 17: Veld 3 geclassificeerd met Fuzzy k-means op basis van twee EGs metingen en gedetailleerde hoogteligging

Interpretatie:

Klasse 1 bezit hogere EGs waarden en is het laagst gelegen deel van het veld. Dit deel is echter ook het meest zuur en zou best een bekalking ondergaan om de pH waarde met een halve tot een pH-eenheid te verhogen. Na deze ingreep kan verwacht worden dat klasse 1, samen met klasse 3, het grootste opbrengstpotentieel bezit. Klasse 2 is het hoogst gelegen deel en daardoor wellicht het meest droogtegevoelig. Samen met de lagere EGs waarden resulteert dit in een evaluatie die deze klasse als diegene met het laagste opbrengstpotentieel aanduidt. Klasse 3 bezit hogere EGs en wordt gekenmerkt door een intermediaire hoogteligging. Gegeven de gunstigere pH waarden binnen klasse 3 (geen bekalking vereist) is deze klasse momenteel het meest geschikt voor landbouwactiviteiten.

3.4. Veld 4

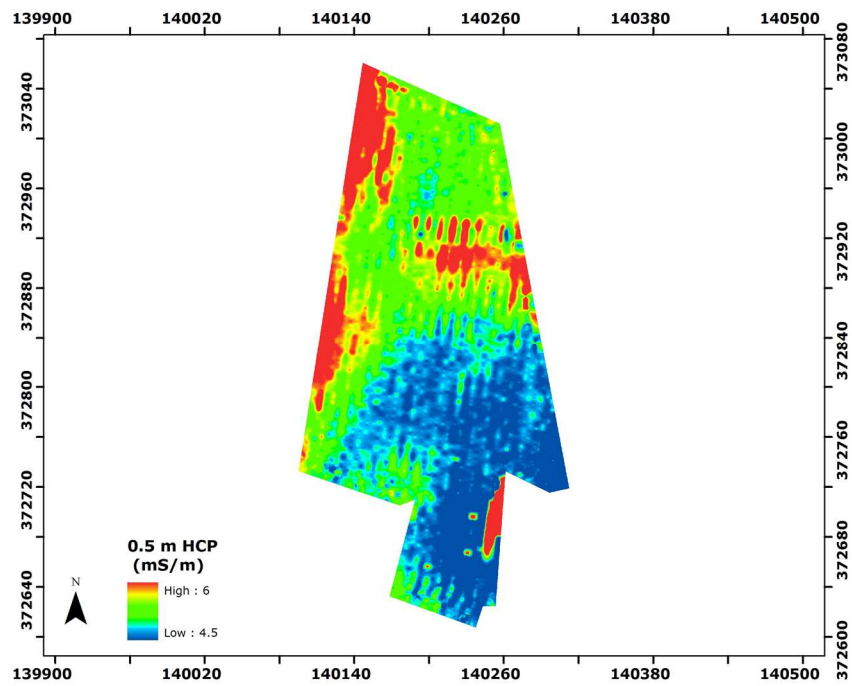
Figuur 18 toont de EGs meting met de 0.5HCP spoelconfiguratie. Opnieuw betreft het lage waarden met een beperkte variatie. Figuur 19 toont de EGs meting met de 1HCP spoelconfiguratie. De diepere EGs waarden zijn in dit veld wat hoger dan de ondiepere wat op een toename aan vocht en/of kleigehalte wijst van deze zandbodem.

Op de EGs metingen is te zien dat het zuidelijk deel lagere waarden bezit dan het noordelijk. met een overgangszone terussenin.

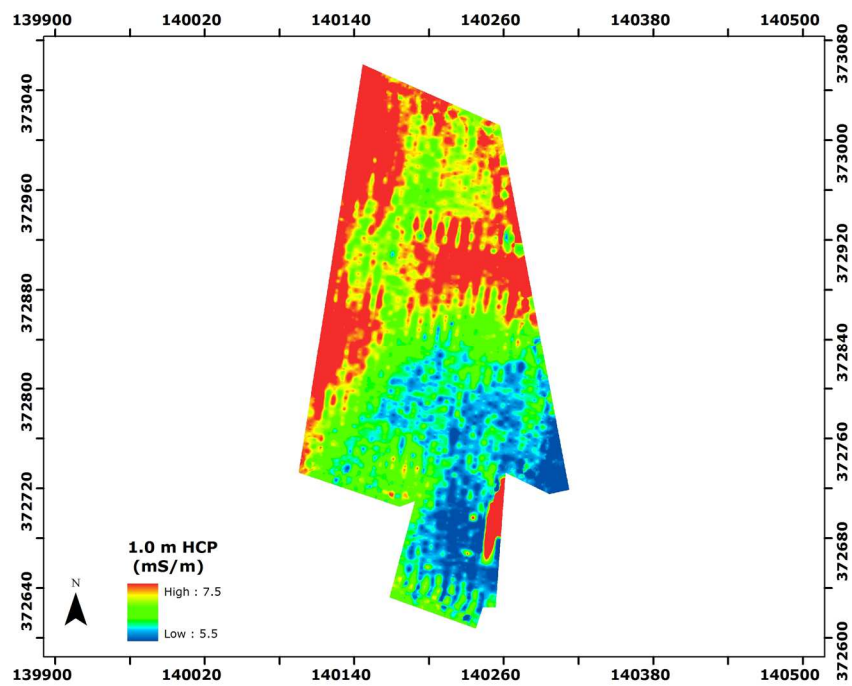
Figuur 20 toont het geïnterpoleerde hoogtemetingen, opgemeten met de RTK-GPS. Hierop is een duidelijke topografie te zien met een hoogteverschil van 1,2 m. Het noordwesten is het laagst gelegen en het zuidoosten het hoogst.

Om teelttechnische redenen konden van dit veld geen stalen voor pH – metingen genomen worden.

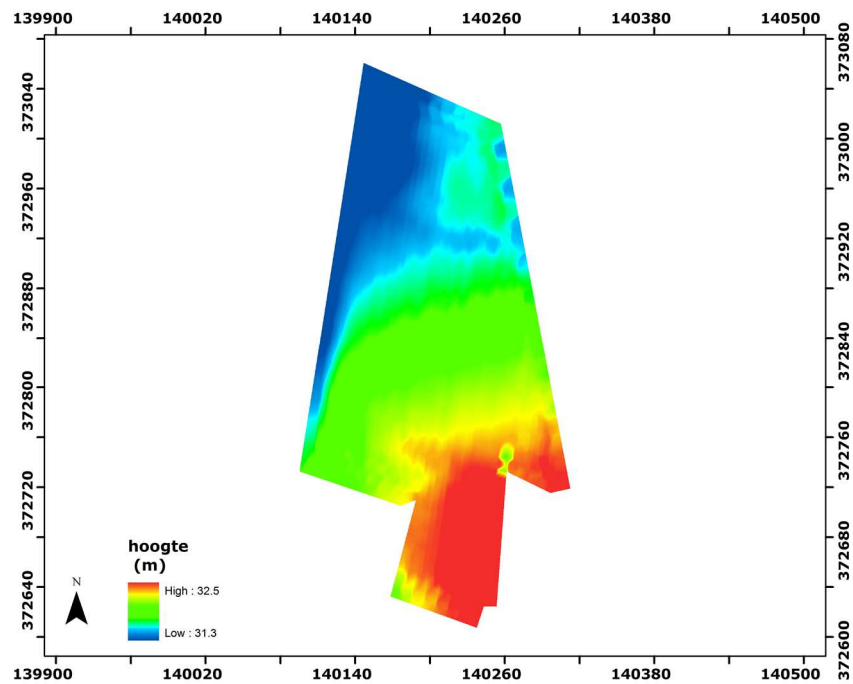
Op dit veld werd de classificatie gebaseerd op de 0.5HCP en 1HCP EGs metingen en de geïnterpoleerde hoogte. De Fuzzy k-means classificatieprocedure leverde 4 klassen op als optimum voor dit veld (Figuur 21).



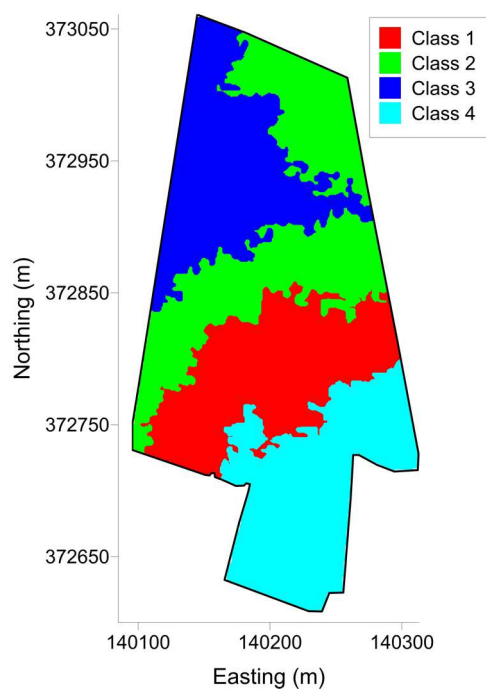
Figuur 18: Veld 4 - EGs opgemeten met de 0.5HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).



Figuur 19: Veld 4 - EGs opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.5 m diepte).



Figuur 20: Veld 4 - hoogte opgemeten met de RTK-GPS



Figuur 21: Veld 4 geclassificeerd met Fuzzy k-means op basis van twee EGs metingen en gedetailleerde hoogteligging

Interpretatie:

Door de sterke analogie van de patronen tussen de EGs metingen en de hoogtekaart reflecteert de klassificatie heel sterk deze patronen. Klasse 3 vertegenwoordigt als meest noordelijke klasse de hoogste EGs waarden en is het laagst gelegen, terwijl klasse 4 de laagste EGs waarden bevat en het hoogst gesitueerd is. Klassen 1 en 2 nemen daarbij intermediaire posities in, zowel qua hoogteligging als EGs. Het laat zich dan ook verwachten dat klasse 4 het minst gunstig is wat opbrengstpotentieel betreft en klasse 3 het meest. Dit veld bezit een duidelijk potentieel voor preciselandbouwtoepassingen.

3.5. Veld 5

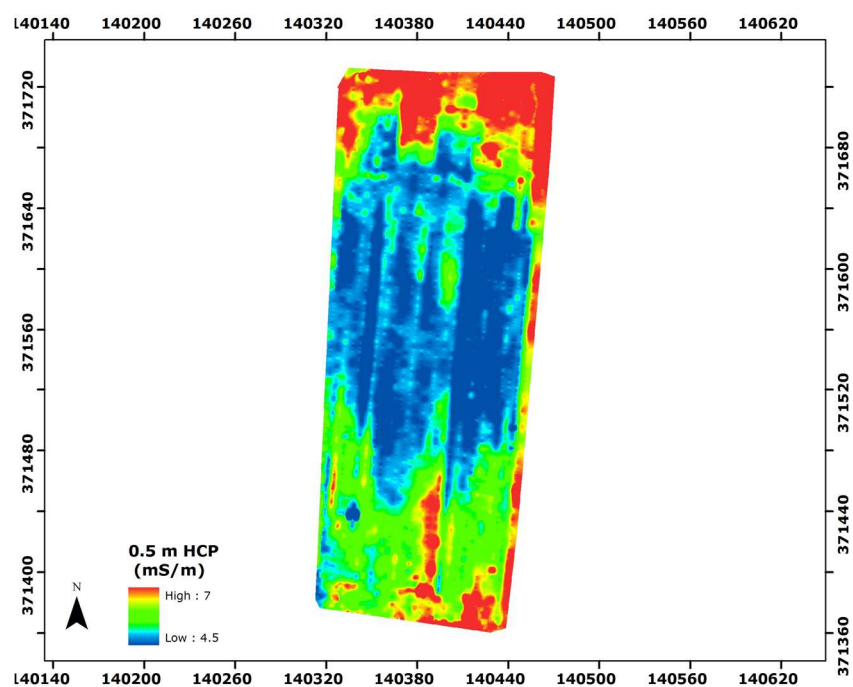
Figuur 22 toont de EGs meting met de 0.5HCP spoelconfiguratie. Figuur 23 toont de EGs meting met de 1HCP spoelconfiguratie. Deze EGs meting vertoont hetzelfde patroon dan de 0.5HCP spoelconfiguratie. Er worden redelijk hoge waarden, maar vooral een grotere variatie gevonden in vergelijking met de andere velden.

De EGs waarden zijn hoger aan de noord- en zuidrand van het veld. Het centraal deel van het veld is duidelijk lager. Het zuidelijk deel van het veld bezit terug een iets hogere EGs. Deze spoelconfiguratie bezit duidelijk hogere EGs dan de 0.5HCP spoelconfiguratie, wat kan wijzen op een aanrijking in de diepte.

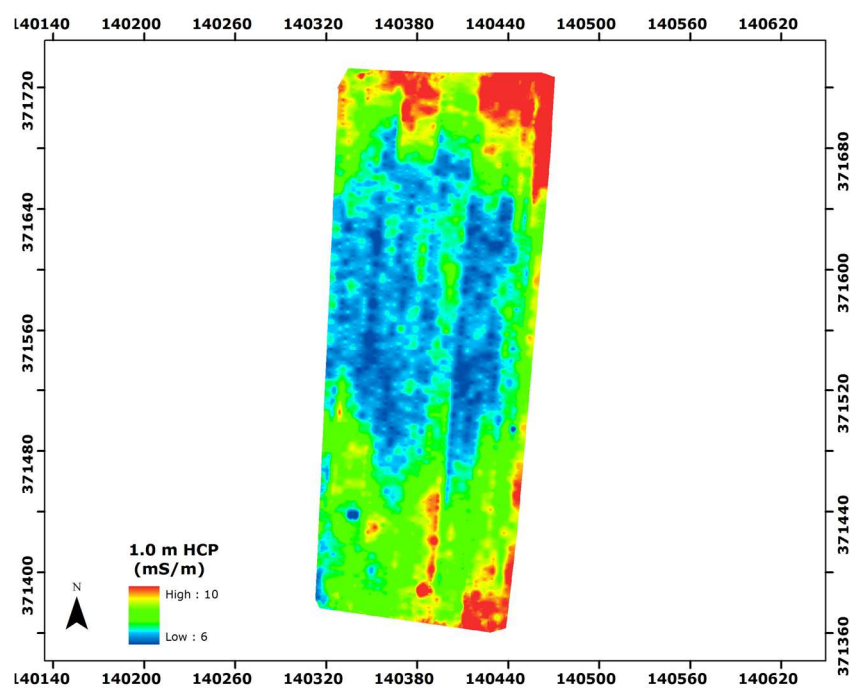
Figuur 24 toont het geïnterpoleerde hoogtemetingen, opgemeten met de RTK-GPS. Ook al is de topografische variatie redelijk beperkt binnen het veld (max. 0,8 m) valt op dat er een duidelijke hoger zone is in het midden van het veld. Opnieuw worden daar de laagste EGs metingen waargenomen (analoog met velden 3 en 4).

De pH werd geanalyseerd na het nemen van mengstalen in blokken uitgelegd over het perceel. De pH van het veld varieert 0.8 eenheden (Figuur 25). Er is evenwel geen duidelijk patroon in de pH metingen waarneembaar, behalve dat de noordelijke rand een duidelijk hogere pH heeft dan de rest van het veld.

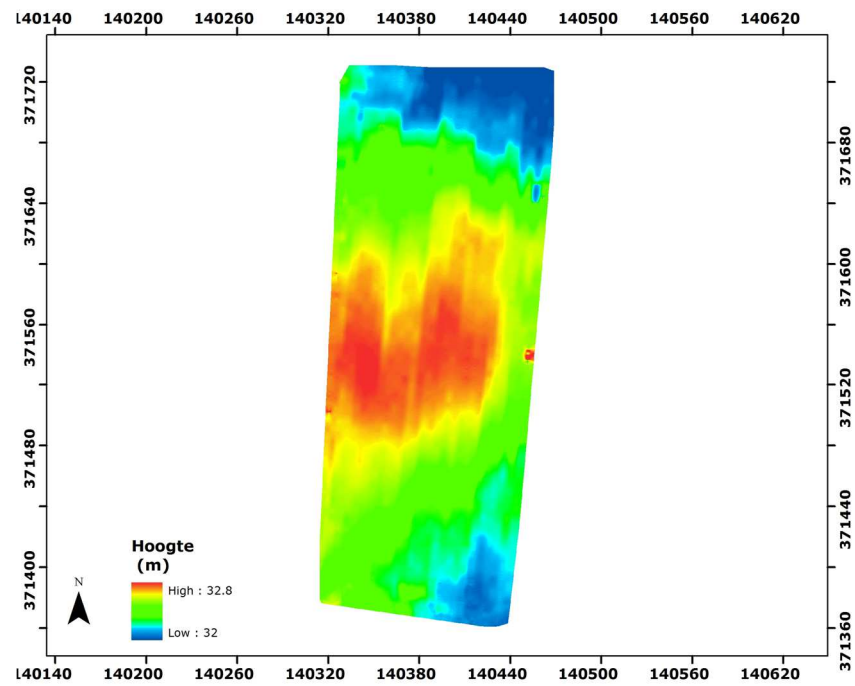
Op dit veld werd de classificatie opnieuw uitgevoerd op basis van de 0.5HCP en 1HCP EGs metingen en de geïnterpoleerde hoogte. De Fuzzy k-means classificatieprocedure vertoonde 3 klassen als optimaal voor de onderverdeling van dit veld in bodembeheerszones (Figuur 3). Het resultaat is weergegeven in Figuur 26.



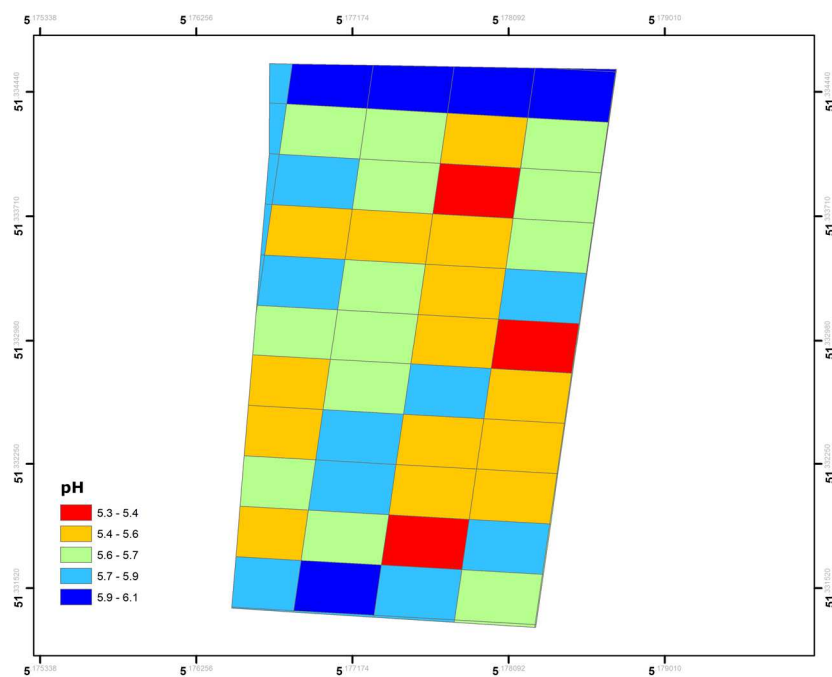
Figuur 22: Veld 5 - EGs opgemeten met de 0.5HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 0.8 m diepte).



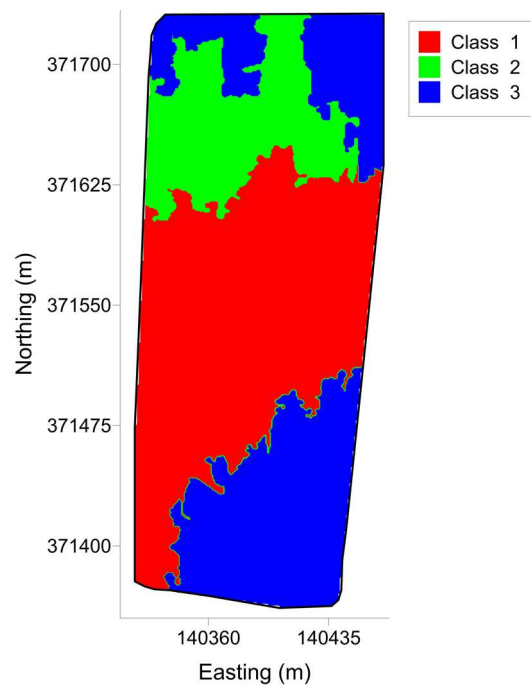
Figuur 23: Veld 5 - EGs opgemeten met de 1HCP spoelconfiguratie (dominante respons tussen 0 en 1.5 m diepte).



Figuur 24: Veld 5 - hoogte opgemeten met de RTK-GPS



Figuur 25: Veld 5 - pH van mengstalen genomen in blokken over het veld (coördinaten in WGS84).



Figuur 26: Veld 5 geclassificeerd met Fuzzy k-means op basis van twee EGs metingen en gedetailleerde hoogteligging

Interpretatie:

Klasse 1 bezit de laagste EGs en is het hoogst gelegen binnen dit veld. gelegen op de kop in het veld. Klasse 3 daarentegen is het laagst gelegen en vertoont de hoogste EGs waarden. Klasse 2 neemt een intermediaire positie in qua EGs en hoogteligging. Het laat zich verwachten dat vooral de zones van klasse 3 het grootste opbrengstpotentieel bezitten, terwijl klasse 1 als het minste kan ingeschat worden. De pH blijkt hierin geen rol te spelen aangezien deze variabele het patroon van klassen niet volgt.

4. Besluit

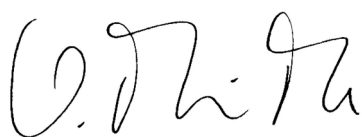
Deze studie had tot doel om van een aantal percelen gelegen in de zandstreek van Limburg de mogelijkheid te onderzoeken om op basis van perceelsdekkende metingen van de EGs, hoogte en bodem pH te komen tot een voorstel van opdeling in landbeheerszones die een verschil in opbrengstpotentieel weergeven.

Hiervoor werden 5 percelen opgemeten met een 2-spoelige EMI bodemsensor, een RTK-GPS en via bodemstalen. De aangeleverde EGs en hoogte data werden geïnterpoleerd tot continue kaarten, de pH metingen werden aangeleverd als blok-gemiddelden voorgesteld als een grid.

De EGs en hoogte metingen werden gecombineerd via een fuzzy k-means classificatieprogramma (FuZME) dat speciaal voor dit doel ontwikkeld werd aan het Australian Centre for precision Agriculture. Hiermee werd het optimaal aantal klassen per veld afgeleid en deze klassen werden vervolgens in kaart gebracht. De interpretatie van de klassen gebeurde in termen van EGs, hoogte en pH die als de drie belangrijkste samenvattende bodemkenmerken worden gezien (resp. weerspiegelen ze textuur/humus, vocht en chemische toestand). De bekomen zones kunnen als stabiele landbeheerszones beschouwd worden.

De volgende stap is van de afgebakende zones per perceel te vergelijken met meerjarige opbrengstkaarten waaruit het opbrengstpotentieel van elke zone kan gekwantificeerd worden.

Gent, 11 november 2012



Prof. dr. ir. Marc Van Meirvenne

ORBit, Vakgroep Bodembeheer, UGent