



RAPPORT

Plaatsspecifiek toedienen van granulaat.

D. Goense en E.G. Schepel



RAPPORT

| | |
|--------------------|---|
| titel | Plaatsspecifiek toedienen van granulaat. |
| opdrachtgever | PPL programmamanagement H. van Gulp Postbus 100 5201 AC s'Hertogenbosch 073-2173216 |
| contactpersoon HLB | Egbert Schepel Schepel@hlbbv.nl (0593) 58 28 04 06 - 51982680 |
| Rapport | 12-023 |
| HLB-project | 11019 |
| datum | 30 januari 2012 |
| afgedrukt op | 20 juni 2012 |

Op al onze dienstverlening zijn de algemene voorwaarden van HLB van toepassing. Een exemplaar wordt u op aanvraag kosteloos toegezonden.

Voorwoord

Dit project wordt uitgevoerd als onderdeel van het programma precisielandbouw, PPL.

Het programma precisielandbouw heeft als doel het gebruik van energie en de emissie van broeikasgassen in de open teelten te minimaliseren. Ze doet dat door de ontwikkeling van een scala van precisie landbouw technieken en advies systemen die genoemde doelstellingen realiseren, maar ook door het geheel aan financiële doelstellingen van de boer te laten voldoen.

Een groep boeren samenwerkend onder de naam "Precisielandbouw Oost Drenthe" heeft al eerste stappen gezet op het gebied van precisielandbouw, o.a. in de richting van een plaats specifiek alen advies. De ervaringen die toen zijn opgedaan is aanleiding geweest voor een verzoek om een werkwijze te ontwikkelen voor een plaats specifiek alen advies in het kader van het PPL programma.

Het hier gerapporteerde project is een mix van beide doelstellingen. Over het algemeen draagt gewasbescherming meer bij aan de financiële doelstellingen van de boer dan dat het direct veel energie besparing of reductie van emissie oplevert. In het geval van een goede alen bestrijding is er een zodanig effect op het opbrengstniveau, dat alle inputs zoals stikstof meststoffen en beregeningswater efficiënter worden gebruikt. Dat levert een positieve milieu effect per hoeveelheid geproduceerd product. Daarnaast zal in goed ontwikkelende aardappelen ook minder onkruiddruk ontstaan, waardoor gebruik van herbiciden beperkt kan blijven.

De bijdrage aan een geïntegreerd pakket van technieken en adviessystemen bestaat uit het verbeteren van de kwaliteit van bodem sensing, welke naast een plaats specifiek alen advies ook voor andere adviezen zoals bodem herbicides en bemesting van belang is.

Een verdere bijdrage aan de specifieke PPL doelen wordt geleverd door van meet af aan gebruik te maken van standaarden voor gegevens uitwisseling.

Samenvatting

Een groep boeren verenigd in Precisielandbouw oost Drenthe heeft in het kader van het programma precisielandbouw, PPL, aan HLB BV gevraagd een systeem voor het plaats specifiek toedienen van granulaat te ontwikkelen en te evalueren.

Het bestaande advies systeem van HLB is bedoeld voor uitspraken voor een heel perceel en houdt rekening met de pH, het organische stofgehalte, de alen bezetting en het ras.

Na evaluatie van een aantal percelen is er één gekozen waar, op basis van meting van de natuurlijke gamma straling, o.a het klei gehalte en de organische stof in kaart is gebracht. Daarnaast is het perceel in een grid van 20 x 20 meter bemonsterd voor een eenvoudige methode van pH meting.

Binnen een deel van het perceel zijn plots van 12 x 40 m uitgezet. Voor een aantal van die plots zijn mengmonsters verzameld, waaraan de alen populatie is gemeten, waaronder die van de vrij levende aal Pratylenchus. Daarnaast zijn aan deze monsters de nutriëntengehaltes, organische stof en de pH CaCl bepaald.

Voor elk plot is individueel een granulaat advies opgesteld op basis van ras, alen populatie, pH en organisch stofgehalte. Dit advies was of geen granulaat, of rijenbemesting met een dosering van 25% of een volle veld behandeling met een dosering van 50%. Als standaard voor het hele perceel is een rijenbehandeling met 25% geadviseerd.

Plaats specifiek behandelde plots zijn met de daarnaast gelegen standaard behandelde plots vergeleken. Uit deze vergelijking kwam een wisselend beeld naar voren. Een effect van alen populatie en granulaat behandeling op de eindopbrengst kon niet worden aangetoond. Een rol hierbij speelt de vrij hoge standaardafwijking van 5,9 ton/ha tussen de vier geogste veldjes binnen een plot. Er kan wel worden geconcludeerd dat er weinig verschil is in opbrengst tussen de plaats specifiek behandelde plots wat er op duidt dat een plaats specifieke behandeling leidt tot uniforme opbrengsten en in ieder geval op gevoelige locaties een opbrengstderving voorkomt.

Wel bleek er een duidelijk ras effect aanwezig. Seresta produceerde 7,7 ton/ha meer dan Festien. Daarnaast was er een significant effect van pH op de opbrengst. Een vol punt hogere pH geeft in deze proef een opbrengst reductie van 6,4 ton/ha.

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Voorwoord | 3 |
| Samenvatting | 4 |
| 1. Inleiding | 6 |
| 1.1. Algemeen. | 6 |
| 1.2. Doel | 6 |
| 2. Materialen en methoden | 7 |
| 2.1. Perceelskeuze. | 7 |
| 2.1.1 Bepalen van de bodemeigenschappen. | 7 |
| 2.2. Plot lay-out en bemonstering. | 8 |
| 2.3. Opstellen van het granulaat advies | 9 |
| 3. Resultaten | 10 |
| 3.1. Perceelkeuze | 10 |
| 3.1.1 Bodemeigenschappen binnen het perceel. | 10 |
| 3.1.2 pH bepaling. | 13 |
| 3.2. Granulaat advies. | 14 |
| 3.2.1 Opstellen van het granulaat advies. | 14 |
| 3.2.2 Bijstellen van het granulaat advies | 15 |
| 3.2.3 Toedienen van granulaat. | 15 |
| 3.3. Gewaswaarnemingen | 16 |
| 3.3.1 GreenSeeker opnames. | 16 |
| 3.4. Opbrengstbepalingen. | 18 |
| 3.5. Effect van behandeling en andere factoren op de opbrengst. | 21 |
| 3.5.1 Effect van behandeling. | 21 |
| 3.5.2 Effect van meerdere eigenschappen. | 21 |
| 4. Conclusies | 23 |
| 4.1. Verzamelen van variabelen. | 23 |
| 4.2. Effect van plaats specifieke granulaat behandeling. | 23 |
| 4.3. pH verschillen | 23 |
| 5. Literatuur. | 24 |

1. Inleiding

1.1. Algemeen.

Het advies voor de bestrijding van alen is gebaseerd op de alen bezetting in grondmonsters. Als de bezetting boven een kritische waarde komt wordt voor de betreffende stroken een resistent ras of het toedienen van een nematicide geadviseerd. De schade veroorzaakt door een complex aan vrijlevende alen (VLA) kan pleksgewijs sterk variëren, maar met de huidige kennis en technieken is het moeilijk of te duur (monsternamen) om plaatsspecifiek advies te genereren en maatregelen te nemen.

Voor AM alen worden die monsters genomen in 6 meter brede stroken van het perceel, waarmee, zij het per strook, een plaats specifiek advies kan worden opgesteld.

Voor de categorie vrij levende alen is deze intensieve bemonstering veel te kostbaar en kan er op deze manier voor de categorie vrij levende alen geen plaats specifiek advies worden opgesteld.

Er zijn aanwijzingen dat de bezetting van vrij levende alen en de schade die wordt aangericht, samenhangt met bodemeigenschappen zoals organische stof, pH en textuur. Vanuit de precisielandbouw is het bekend dat die bodemeigenschappen binnen percelen behoorlijk kunnen verschillen. Dit is aanleiding geweest voor de Stichting Precisielandbouw Oost Drenthe om te gaan experimenteren met plaats specifieke toediening van granulaat. De resultaten van deze experimenten waren niet eenduidig. Hiervoor zijn een aantal oorzaken aan te wijzen zoals het vermengen met andere experimenten (plantdichtheid), maar vooral omdat met het beperkte aantal herhalingen andere opbrengst bepalende factoren domineren zoals bv vochtvoorziening en beschikbaarheid van stikstof. Een andere kritische factor is de juistheid van de meting van de relevante bodemeigenschappen. Met name bij de schatting van de pH worden vraagtekens geplaatst.

Toch blijven de deelnemers van Precisielandbouw Oost Drenthe er in geloven dat op variabele percelen de teelt van aardappelen veel beter is te optimaliseren door granulaat plaats specifiek toe te dienen.

1.2. Doel

Het doel van de Precisielandbouwgroep Oost Drenthe is om een betaalbaar totaalsysteem te ontwikkelen voor sensing, plaatsspecifiek advies en -bestrijding van VLA ter optimalisatie van de zetmeelaardappelteelt. Dit ontwikkelverzoek is daartoe een aanzet. Men wil een werkwijze/methode ontwikkelen waarmee de aanwezigheid van deze aaltjes plaatsspecifiek gedetecteerd kan worden, op basis van verschillende parameters als os%, textuur en zuurgraad van de grond en dat met deze informatie strategische teeltplannen gemaakt kunnen worden (rassenkeuze, etc.) en plaatsspecifieke bestrijdingsmaatregelen uitgevoerd kunnen worden (granulaten plaatsspecifiek inzetten).

Doel van dit specifieke project is het ontwikkelen van een werkmethode om plaatsspecifiek granulaat toe te kunnen dienen ter voorkoming van alen schade in de teelt van aardappelen.

Er wordt een werkwijze (concreet beschrijvend adviessysteem en aangepaste strooiapparatuur) opgeleverd, waarmee de groep akkerbouwers uit Oost Drenthe plaatsspecifiek granulaat toe kunnen dienen in de praktijk ter voorkoming van alen schade in de teelt van aardappelen.

2. Materialen en methoden

Het ontwikkelen van een methode voor het plaats specifiek alen advies bestaat uit de volgende stappen:

- 1. Perceel keuze:** Eerst een keuze maken uit de percelen. De keuze wordt mede bepaald op verschillen in organische stof gehalte op de percelen. Dit is met textuur één van de meest bepalende factoren waardoor verschil in schade kan ontstaan bij een besmetting van alen met name vrij levende alen.
- 2. Bemonstering in het veld:** Van de twee percelen van ca 3 ha worden monsters gestoken voor alen vrij-levend en cyste alen en wordt de pH intensief bepaald. Tevens worden monsters voor bodemvruchtbaarheid gestoken om er zeker van te zijn dat hier geen verschillen door kunnen ontstaan.
- 3. Opstellen granulaatadvies:** Op basis van al de uitslagen onder punt 3 "Bemonstering in het veld" wordt er een plaats specifiek granulaat advies gemaakt.
- 4. Gewaswaarnemingen:** Gedurende het seizoen wordt het gewas geïnspecteerd op verschillen.
- 5. Opbrengstbepalingen:** Na het groeiseizoen moet er opbrengst bepaling plaats vinden; dit zal plaats specifiek uitgevoerd moeten worden om zo de verschillen goed zichtbaar te krijgen.
- 6. Projectbegeleiding en verslaglegging:** organiseren bijeenkomsten en verslaglegging van het onderzoek

2.1. Perceel keuze.

De perceelkeuze bestaat uit twee stappen.

Allereerst wordt in de rapporten van projecten van Precisielandbouw Oost Drenthe informatie over bodemscans van percelen bij de diverse deelnemende telers opgezocht. Uit die percelen worden er twee geselecteerd waarvan verwacht wordt dat ze een redelijke variatie hebben wat betreft de voor het alen advies belangrijkste eigenschap, het organische stofgehalte.

Als tweede stap worden door Medusa van de twee geselecteerde percelen bodemscans gemaakt. Op basis van de resultaten van die scans wordt een definitieve keuze gemaakt.

2.1.1 Bepalen van de bodemeigenschappen.

Bodem fysische eigenschappen worden geschat aan de hand van meting van de natuurlijke gammastraling. Deze is bepaald voor een viertal nucliden; K40, U238, Th232 en K137. Op basis van kalibratie tabellen is Medusa in staat op grond van deze metingen schattingen te geven voor organische stof, kleifractie en zandfractie.

Metingen worden uitgevoerd in banen van ongeveer zes meter onderlinge afstand en binnen de banen met een onderlinge afstand van drie tot zes meter, afhankelijk van de rijsnelheid.

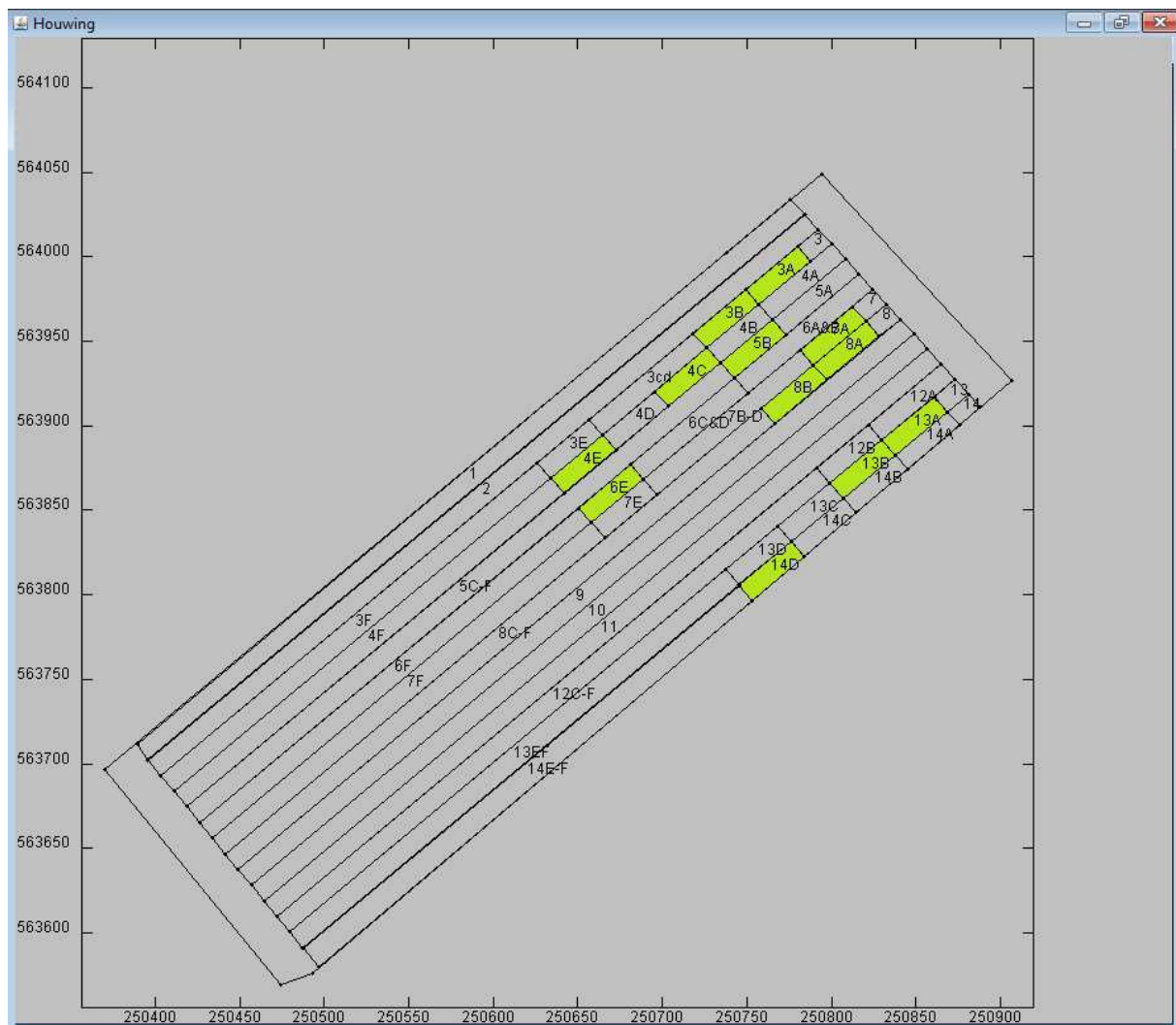
De pH binnen het noordoostelijke stuk van het perceel is bepaald door in een raster van ca 20 * 20 m een grondmonster te nemen. Op een tweetal plaatsen zijn er ook monsters genomen op onderlinge afstanden van 0,5 1, 2, 4, en 8 meter, om een goede schatting te krijgen van het ruimtelijk verband op korte afstand. De pH van de grondmonsters is bepaald door een papje te maken van gelijke delen grond en gedemineraliseerd water en de pH hiervan te meten met een elektronische pH meter.

Van de geschatte bodemeigenschappen worden variogrammen opgesteld om het ruimtelijk verband tussen de meetwaardes te bepalen.

2.2. Plot lay-out en bemonstering.

De plot lay-out is mede gebaseerd op een aantal praktische gronden. Eén daarvan is een redelijke breedte, die een veelvoud is van de werkbreedte van de granulaatstrooier. Op grond hiervan is een plotbreedte van 12 m gekozen. Een tweede overweging is een redelijke lengte, zodat bij een eventuele opbrengstmeting op de rooimachine de effecten van de plot overgang beperkt zijn. Hiervoor is een lengte van 40 m gekozen. Het resultaat is een plot layout zoals is weergegeven in Figuur 1. Op basis van de verdeling van de pH en het organische stofgehalte is er een keuze gemaakt van een twaalfstal plotjes waarin grondmonsters zijn genomen over het hele vlak van het plotje.

Aan de grondmonsters van de plotjes zijn alen tellingen uitgevoerd en een deel is naar BLGG-AgroXpertus gestuurd voor bodem chemische analyse. Hiermee zijn de nutriëntengehaltes bepaald, het organische stofgehalte en de pH CaCL.



Figuur 1. Lay-out van de plots op het perceel van Houwing, met in licht groen aangegeven welke plots op alen zijn bemonsterd.

2.3. Opstellen van het granulaat advies

Voor elk van de plotjes waarvan grondmonsters zijn genomen is een granulaat advies opgesteld. Hiervoor is het adviesprogramma van het HLB gebruikt. Dit programma betreft de volgende eigenschappen in het advies:

- pH
- organische stof gehalte
- alen bezetting
- aardappelras

3. Resultaten

3.1. Perceelkeuze

Bij de boeren van Precisielandbouw Oost Drenthe zijn in 2008 op een tiental percelen proeven aangelegd, waarbij ook alle tien deze percelen zijn gescand door de TheSoil-Company. Deze percelen met de opbrengst verschillen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. De percelen uit Precisielandbouw Oost Drenthe in 2008.

| Teler | Perceel | Oppervlak (ha) | Smal/vierkant | Range opbrengst (ton/ha) |
|----------|-------------------------|----------------|---------------|--------------------------|
| Mantingh | Achter boerderij | 9.0 | smal | 45-80 = 35 |
| Hospers | Huisplaats | 8.5 | vierkant | 50-75 = 25 |
| Naber | Plaats 70 71, perceel 2 | 7.1 | Smal-vierkant | 40-65 = 25 |
| Panman | Perceel 68-2 | 8.9 | smal | 40-75 = 35 |
| Houwing | Menweg | 7.65 | Smal-vierkant | 35-65 = 30 |
| Beuling | Perceel PZN | 9.2 | Smal-vierkant | 50-65 = 15 |
| Tolner | Hogeveld Westzijde | 6.3 | vierkant | 40-55 = 15 |
| Mencke | Graanstoppel | 4.3 | smal | 30-65 = 35 |
| Roosjen | Perceel 13 | 6.25 | Smal-vierkant | 45-65 = 20 |
| Huizing | Zuides | 10.0 | vierkant | 45-65 = 20 |

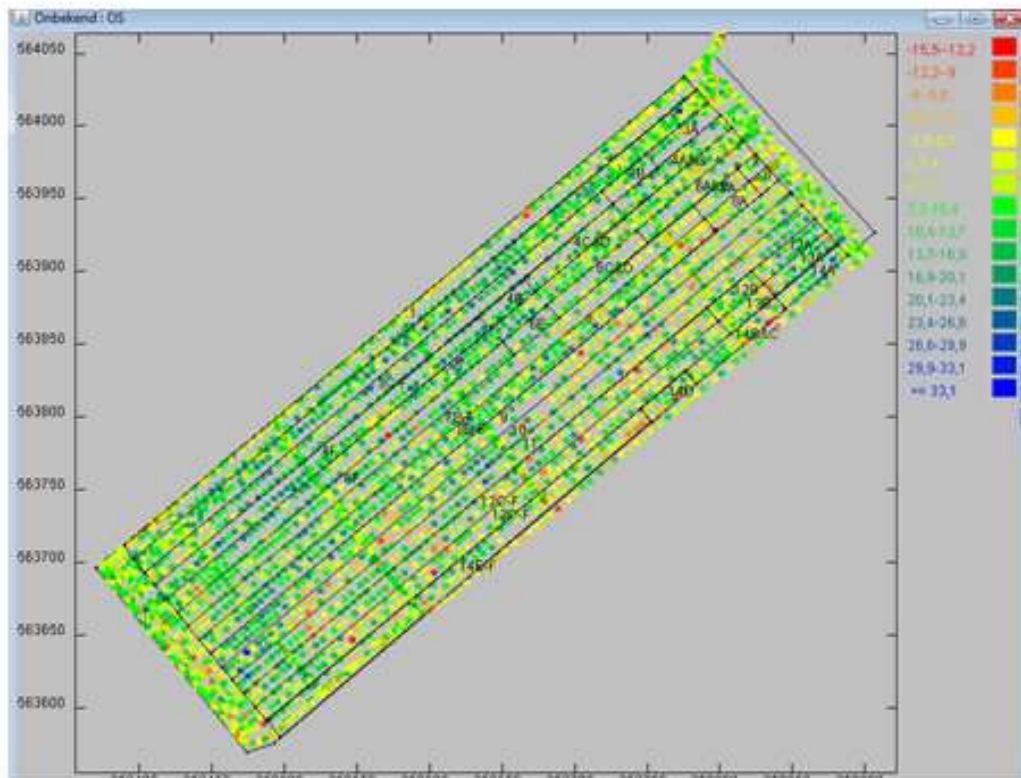
Van deze percelen is visueel met name naar de organische stofkaarten gekeken. Op grond daarvan is besloten om twee percelen van Roosjen en Houwing door Medusa te laten scannen.

Op grond van de resultaten is in overleg met de deelnemende boeren besloten om het plaats specifiek alen advies systeem toe te passen op de noordoostelijke helft van het perceel van Houwing. De beslissing om ons tot de helft van het perceel te beperken is ingegeven door de kosten van validatiemetingen en het daarvoor beschikbare budget.

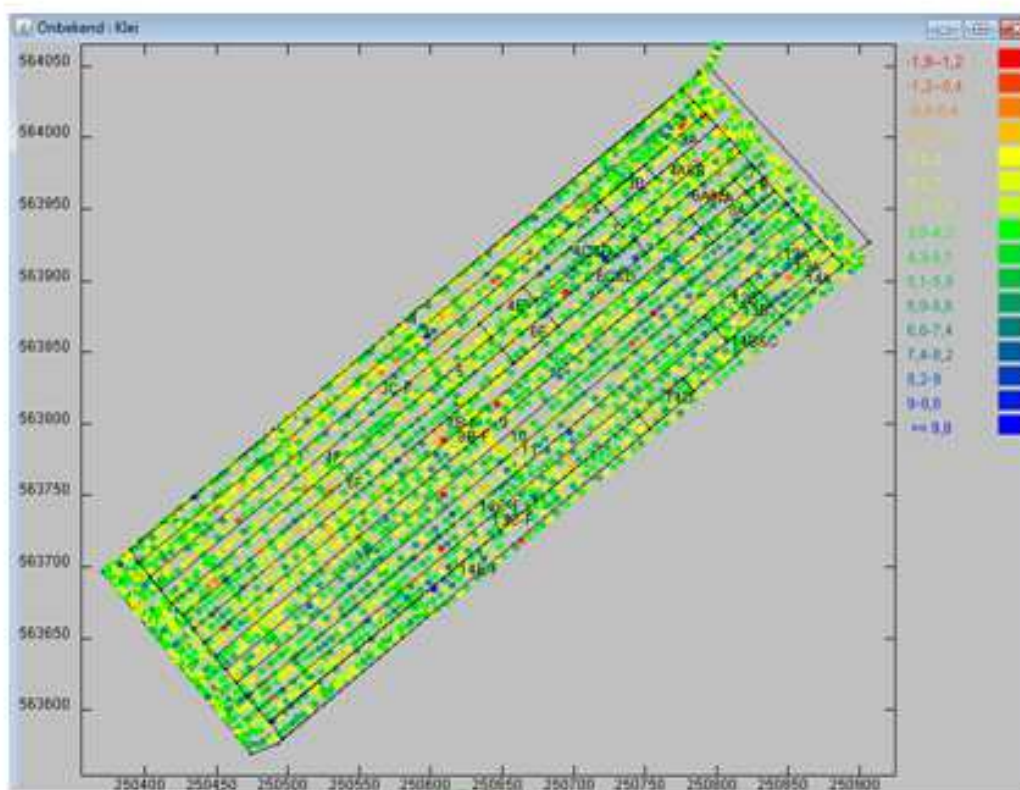
3.1.1 Bodemeigenschappen binnen het perceel.

Het organische stofgehalte, het kleigehalte, de zandfractie, de ph en de hoogte van het perceel is weergegeven in Figuur 2 t/m Figuur 6.

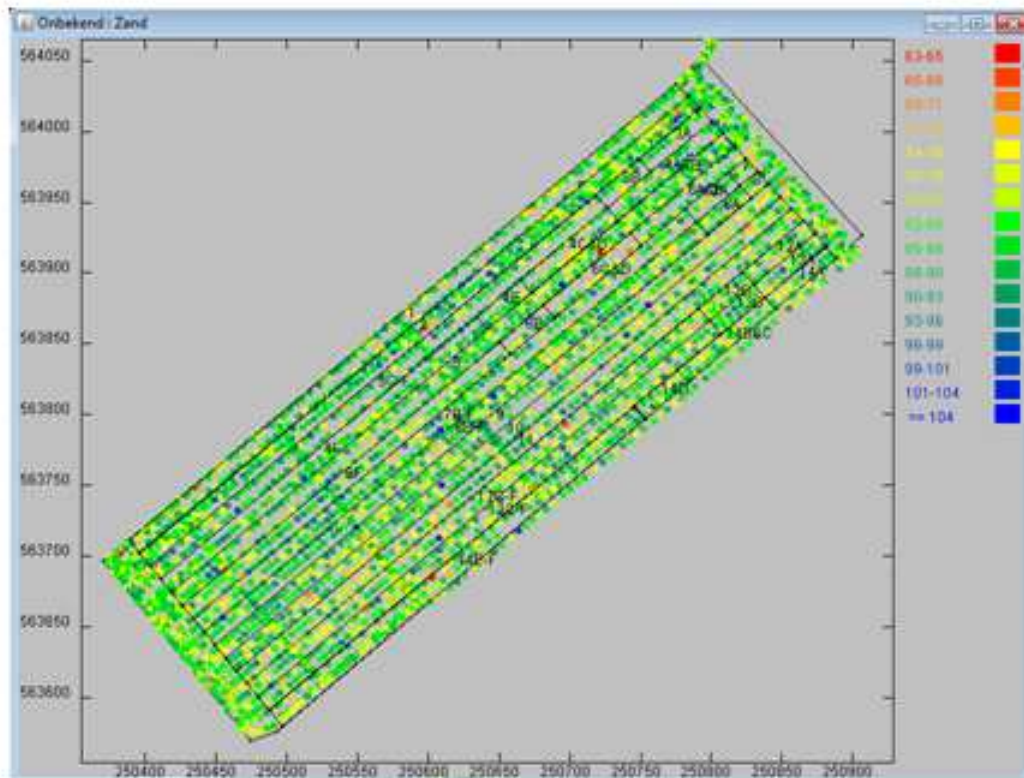
De hoogtekaart in figuur 6 laat duidelijk zien dat een hoogtemeting met een standaard GPS ontvanger niet nauwkeurig is. Waar na het inmeten van het hele perceel nog een keer dwars op de rijrichting is gemeten, worden verschillen tot ca. 0.75 m gemeten tussen een meting aan het begin van het werk en aan het eind van het werk.



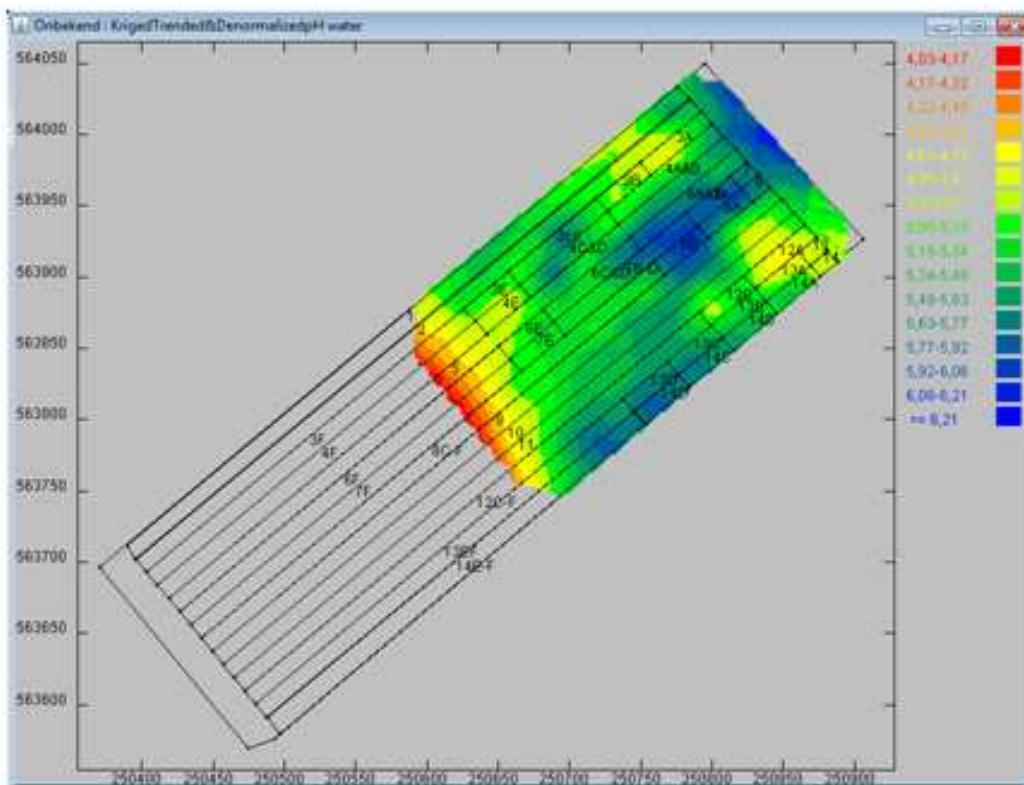
Figuur 2. Het organische stof gehalte op het perceel van Houwing zoals geschat aan de hand van natuurlijke gamma straling.



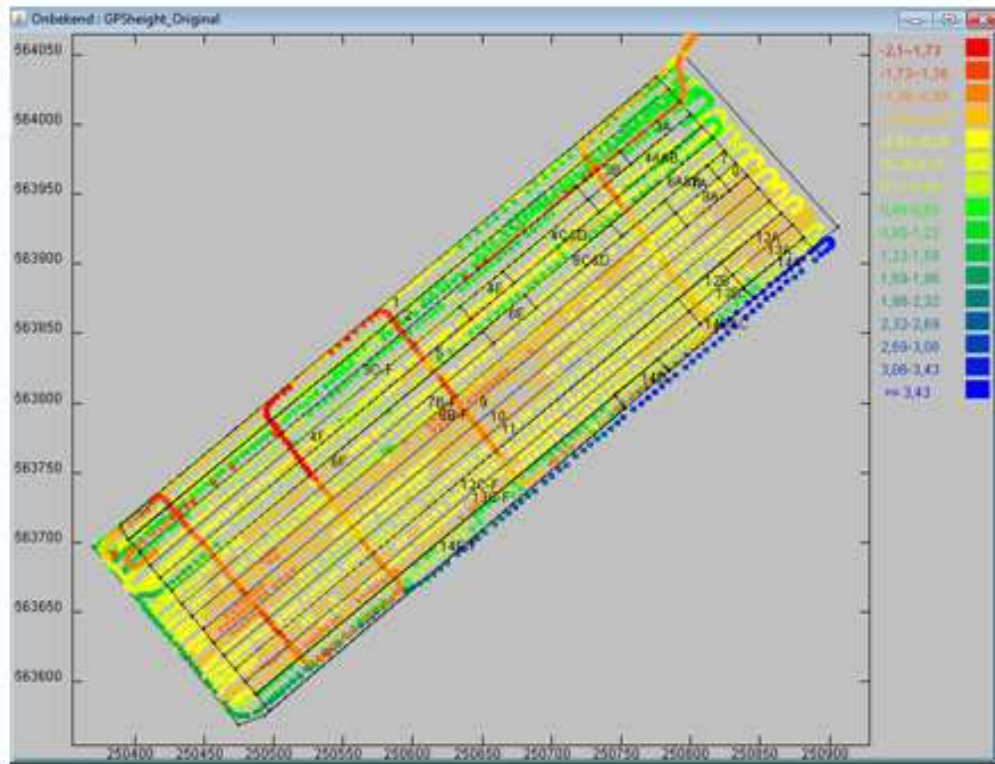
Figuur 3. Het klei gehalte op het perceel van Houwing zoals geschat aan de hand van natuurlijke gamma straling.



Figuur 4. De zandfractie op het perceel van Houwing zoals geschat aan de hand van natuurlijke gamma straling.



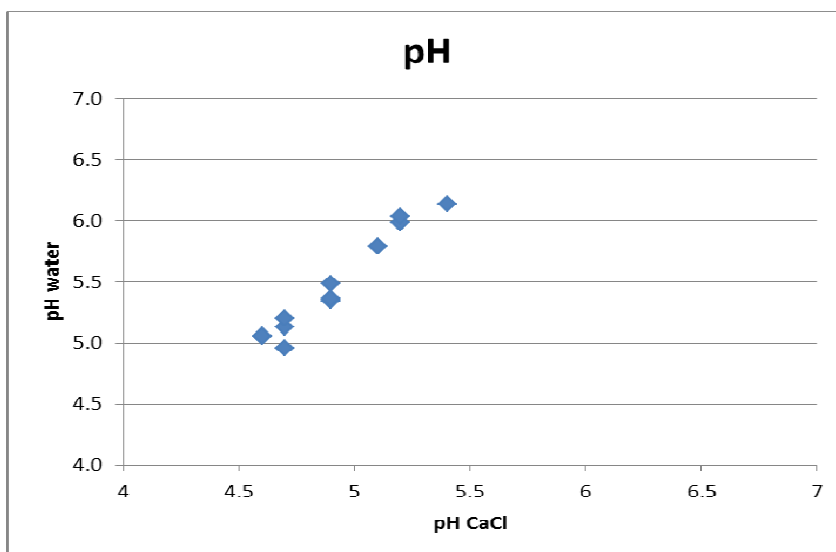
Figuur 5. De pH op het noordoostelijke deel van het perceel van Houwing.



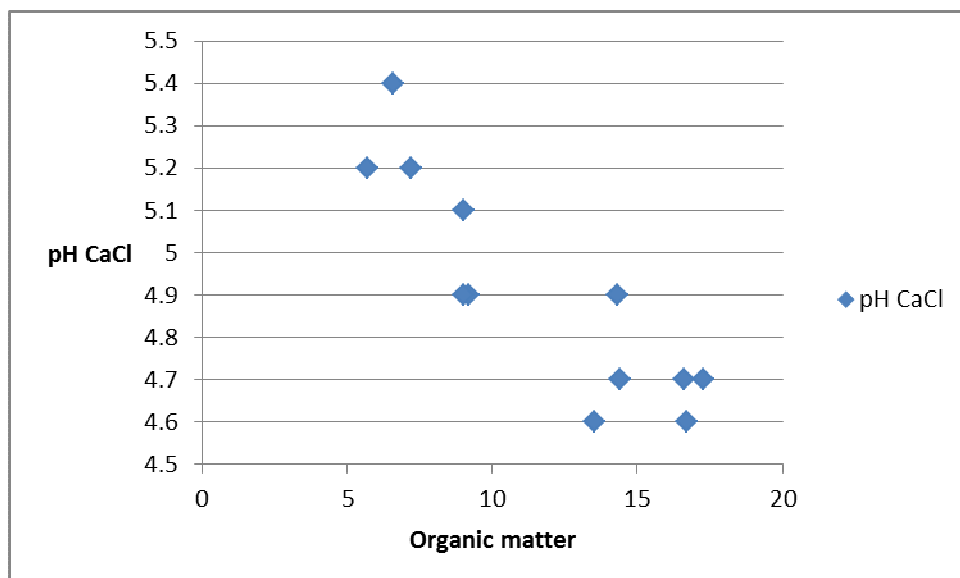
Figuur 6. De hoogte van het perceel van Houwing zoals gemeten met een GPS ontvanger.

3.1.2 pH bepaling.

De verdeling van de pH over een deel van het perceel is in beeld gebracht in Figuur 5. Voor een aantal van de plots is de pH ook bepaald aan de hand van monsters van die plots. De vergelijking tussen de waarnemingen van pH zoals die in paragraaf 2.1.1 zijn beschreven en die zoals ze door het lab zijn bepaald, zijn weergegeven in Figuur 7. Dit resultaat laat zien dat de schatting van de pH van een plot aan de hand van plaats specifiek bepalen van de pH en een eenvoudige analyse methode goed overeenkomt met de officiële laboratorium analyse aan de hand van mengmonsters die binnen een plot zijn verzameld. Daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat de pH water ca 0,3 punt hoger is dan de pH CaCl.



Figuur 7. De relatie tussen pH water aan de hand van plaats specifieke bemonstering en pH CaCl zoals bepaald in het laboratorium aan de hand van mengmonsters per plot.



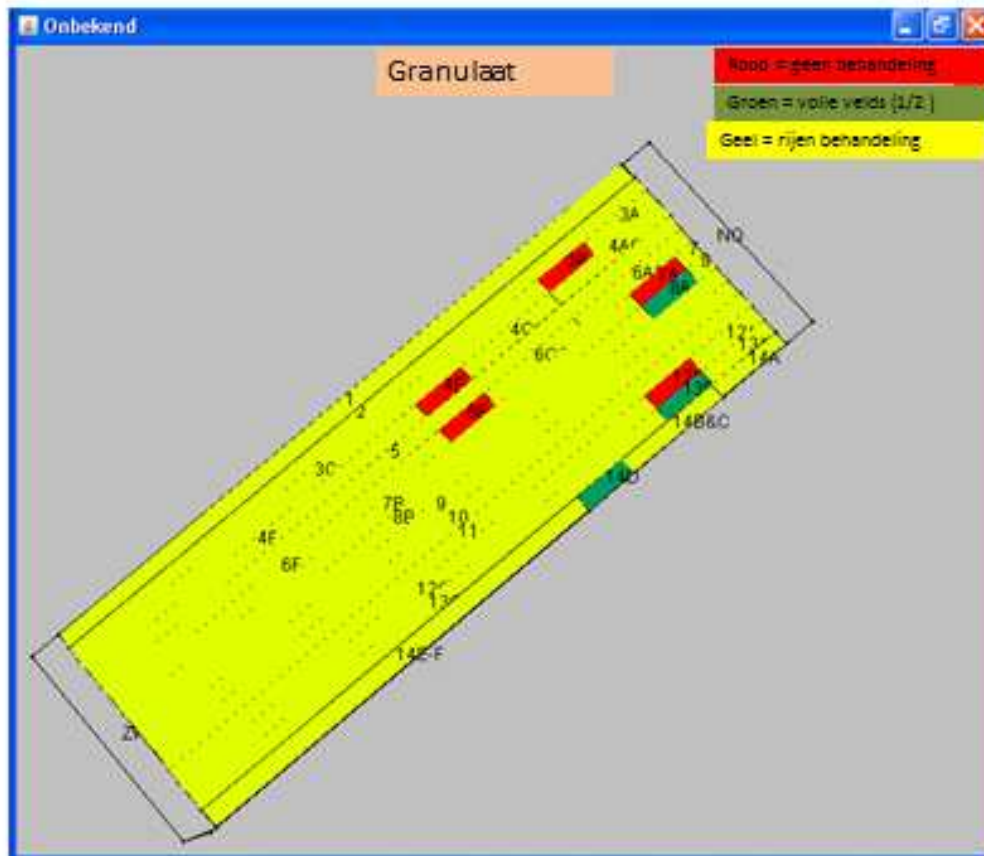
Figuur 8. pH CaCl als functie van het organische stofgehalte voor de plots waarvan de monsters zijn geanalyseerd.

In Figuur 8 is een duidelijke relatie zichtbaar tussen het organische stofgehalte en de pH.

3.2. Granulaat advies.

3.2.1 Opstellen van het granulaat advies.

Op grond van de organische stofgehaltenes, de ph en de alen bezetting per plot is er een granulaat advies opgesteld zoals weergegeven in Figuur 9. Het advies voor de standaardbehandeling, die voor het grootste deel van het veld is toegepast, is gebaseerd op de gemiddelde waardes voor organische stof, pH en alen bezetting voor alle plots. Voor het gehele veld is het advies een rijenbehandeling met een kwart dosering. Dit is de standaard behandeling die zal worden gebruikt als referentie voor de plaats specifieke behandelingen.



Figuur 9. Het granulaat advies voor de oorspronkelijke plot layout.

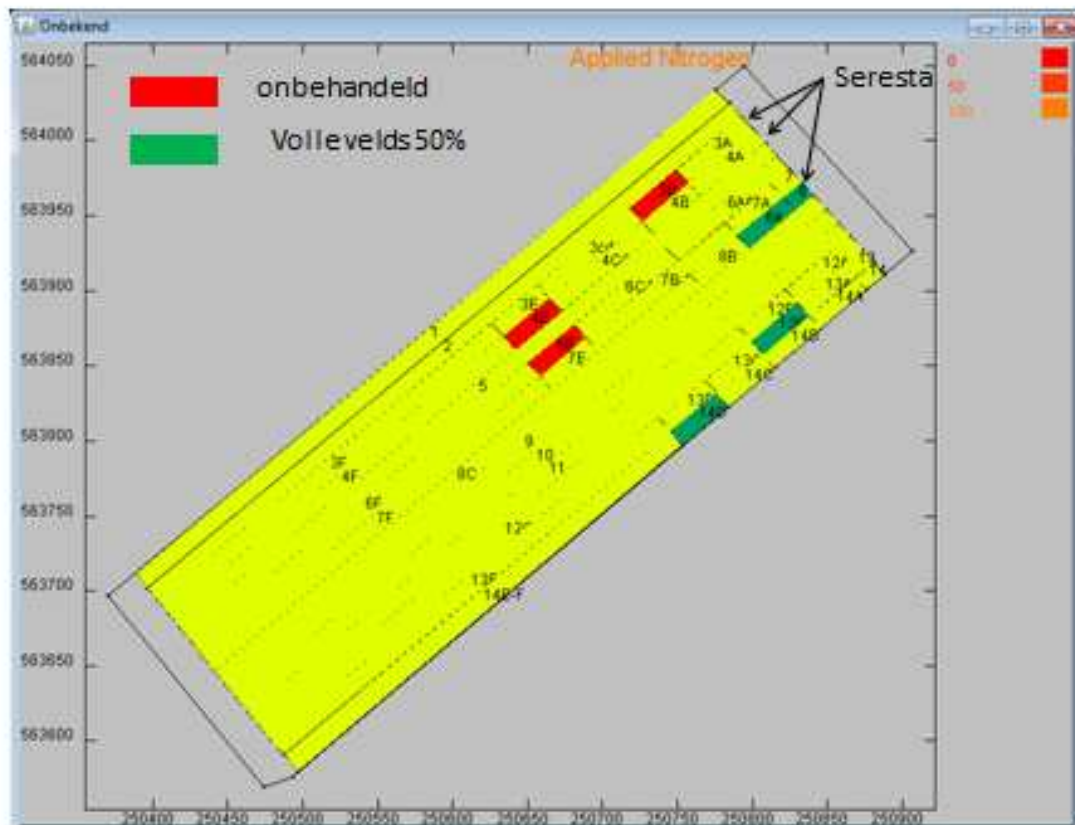
3.2.2 Bijstellen van het granulaat advies

Tijdens het poten en toedienen van het granulaat bleken er problemen met het ras aard-appelen dat op het perceel zou worden gepoot. Het was de bedoeling het voor vrij leven-de alen wat gevoeliger ras Seresta aan te planten, maar uiteindelijk werd Festien geplant dat wat minder gevoelig is. Uiteindelijk zijn er nog drie stroken met Seresta gepoot en is de layout van de plots daaraan aangepast. De uiteindelijk toegediende gra-nulaat behandelingen zijn weergegeven in Figuur 10.

3.2.3 Toedienen van granulaat.

Op het bedrijf van Houwing is een Trimble rechtrij systeem beschikbaar dat een FmX monitor gebruikt.

Het FmX systeem van Trimble is niet in staat ISO11783.XML files in te lezen. Er kunnen wel toedieningskaarten worden overgedragen volgens het shape format, maar de Trimble manuals geven geen informatie hoe attribuu-twaarden aan de shape objecten moeten worden gespecificeerd zodat de FmX monitor die ook kan inlezen en op het scherm kan tonen.



Figuur 10. De toegediende hoeveelheden granulaat. De standaardbehandeling is een rijenbehandeling van 50%.

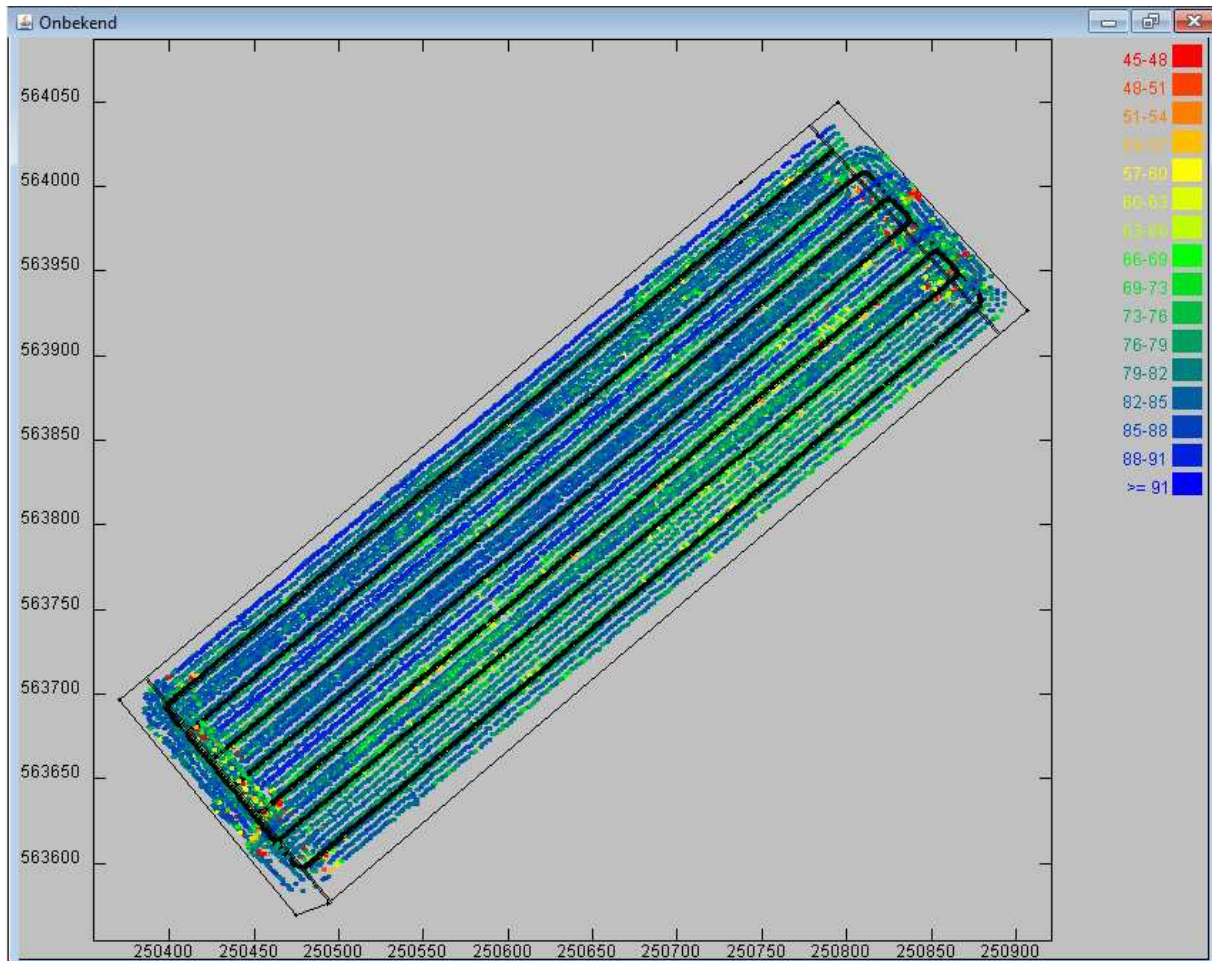
Voor het toedienen zijn de plots handmatig aangegeven en is bij de plot overgang de instelling van de granulaatstrooier aangepast.

3.3. Gewaswaarnemingen

Tijdens het groeiseizoen is er geen aanleiding geweest om specifieke gewaswaarnemingen uit te voeren aan de individuele plots. Wel zijn er in het kader van een ander project vluchten uitgevoerd met een tweetal zgn. drones, maar dit waren normale kleurenopnames die niet gegeoreferenced zijn. In dezelfde periode is ook een opname met een greenseeker gemaakt.

3.3.1 GreenSeeker opnames.

Op 10 juni 2011 zijn er opnames gemaakt met een GreenSeeker. De resultaten daarvan zijn weergegeven in Figuur 11.



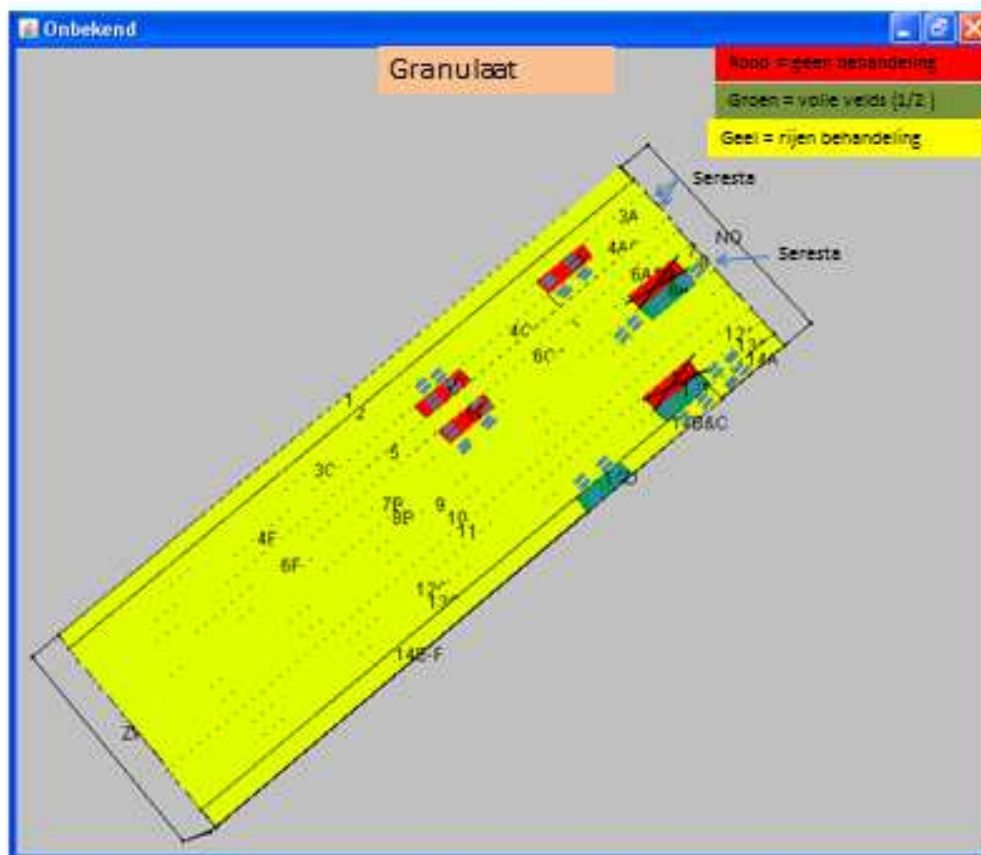
Figuur 11. De NDVI (x 100) zoals gemeten met een GreenSeeker op 10 juni 2011.

3.4. Opbrengstbepalingen.

Het bleek in het kader van dit project niet mogelijk om de rooier van Houwing zodanig om te bouwen dat het gehele perceel in kaart kom worden gebracht.

Er is voor gekozen om in alle plots met een plaats specifieke behandeling vier veldjes van 1,5 x 6 meter handmatig te oogsten. Ter vergelijking zijn op naastliggende plots ook vier veldjes geoogst. Dit is onder de veronderstelling dat bodemkundige verschillen tussen twee naast elkaar liggende plots van 12 meter breed zo beperkt zijn dat de onderlinge vergelijking het effect van de behandeling goed weergeeft. In strook 8 is Seresta aangeplant, terwijl in de naastliggende stroken 7 en 9 Festien is aangeplant. Daarom zijn in strook 8 achter elkaar gelegen veldjes ter vergelijking gebruikt. De kans dat er over de 40 meter plotlengte bodemkundige verschillen optreden is dan uiteraard groter.

Het schema van de te oogsten plots, met daarin de vier te oogsten veldjes is weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12. De oorspronkelijke plot indeling met daarin aangegeven de te oogsten veldjes.

De resultaten van de opbrengsten zijn weergegeven in tabel 2. Het gemiddelde uitbetalingsgewicht over alle plotjes komt op 63 ton/ha. De gemiddelde standaardafwijking binnen de plots, over de vier veldjes, is 5,9 ton/ha, maar loopt binnen enkele plots op tot boven de tien ton per hectare.

Het effect van de behandeling en andere factoren die de opbrengst kunnen beïnvloeden worden besproken in Paragraaf 3.5.

Tabel 2. De opbrengsten, onder water gewichten en uitbetalingsgewichten per veldje en per behandelingsplot.

| Veld nr. | plot | behandeling | ras | herh. | veld gewicht (ton/ha) | onder water gewicht | basis gewicht (ton/ha) | gem. veld gewicht (ton/ha) | gem. onder water gewicht | gem. basis gewicht (ton/ha) | stand. Afwijking (ton/ha) | | | | |
|----------|------|------------------|---------|-------|-----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|-----|------|-----|
| 1 | 3b | onbehandeld | Seresta | 1 | 59.8 | 458.2 | 71.4 | 56.9 | 459 | 68.1 | 9.7 | | | | |
| 2 | 3b | onbehandeld | Seresta | 2 | 49.5 | 460.3 | 59.5 | | | | | | | | |
| 5 | 3b | onbehandeld | Seresta | 3 | 66.8 | 461.2 | 80.4 | | | | | | | | |
| 6 | 3b | onbehandeld | Seresta | 4 | 51.5 | 456.5 | 61.2 | | | | | | | | |
| 3 | 3e | rijenbehandeling | Seresta | 1 | 64.3 | 451.9 | 75.4 | 58.3 | 456 | 69.1 | 9.1 | | | | |
| 4 | 3e | rijenbehandeling | Seresta | 2 | 47.7 | 451.7 | 56.0 | | | | | | | | |
| 7 | 3e | rijenbehandeling | Seresta | 3 | 61.5 | 464.6 | 74.7 | | | | | | | | |
| 8 | 3e | rijenbehandeling | Seresta | 4 | 59.6 | 454.5 | 70.5 | | | | | | | | |
| 9 | 4b | rijenbehandeling | Seresta | 1 | 59.1 | 473.3 | 73.5 | 59.6 | 472 | 74.0 | 2.0 | | | | |
| 10 | 4b | rijenbehandeling | Seresta | 2 | 59.7 | 462.6 | 72.2 | | | | | | | | |
| 13 | 4b | rijenbehandeling | Seresta | 3 | 59.7 | 486.0 | 76.8 | | | | | | | | |
| 14 | 4b | rijenbehandeling | Seresta | 4 | 60.1 | 467.7 | 73.7 | | | | | | | | |
| 11 | 4e | onbehandeld | Seresta | 1 | 53.7 | 456.9 | 63.9 | 59.1 | 463 | 71.7 | 10.0 | | | | |
| 12 | 4e | onbehandeld | Seresta | 2 | 53.3 | 452.5 | 62.6 | | | | | | | | |
| 15 | 4e | onbehandeld | Seresta | 3 | 65.0 | 483.0 | 83.0 | | | | | | | | |
| 16 | 4e | onbehandeld | Seresta | 4 | 64.3 | 460.4 | 77.2 | | | | | | | | |
| 17 | 6e | onbehandeld | Festien | 1 | 49.9 | 541.2 | 73.3 | 44.4 | 510 | 60.9 | 10.5 | | | | |
| 18 | 6e | onbehandeld | Festien | 2 | 48.3 | 505.3 | 65.2 | | | | | | | | |
| 19 | 6e | onbehandeld | Festien | 3 | 37.6 | 497.5 | 49.8 | | | | | | | | |
| 20 | 6e | onbehandeld | Festien | 4 | 41.8 | 497.0 | 55.3 | | | | | | | | |
| 21 | 7e | rijenbehandeling | Festien | 1 | 39.7 | 493.4 | 52.1 | 40.4 | 499 | 53.7 | 3.1 | | | | |
| 22 | 7e | rijenbehandeling | Festien | 2 | 38.9 | 489.1 | 50.5 | | | | | | | | |
| 23 | 7e | rijenbehandeling | Festien | 3 | 40.7 | 504.9 | 54.9 | | | | | | | | |
| 24 | 7e | rijenbehandeling | Festien | 4 | 42.4 | 506.7 | 57.5 | | | | | | | | |
| 25 | 8 | vollevelds | Seresta | 1 | 44.5 | 487.7 | 57.5 | 46.8 | 488.2 | 60.6 | 4.3 | | | | |
| 30 | 8 | vollevelds | Seresta | 2 | 49.1 | 488.8 | 63.6 | | | | | | | | |
| 26 | 8a | vollevelds | Seresta | 1 | 44.8 | 509.9 | 61.2 | | | | | 47.4 | 501 | 63.2 | 2.4 |
| 27 | 8a | vollevelds | Seresta | 2 | 46.6 | 512.9 | 64.2 | | | | | | | | |
| 31 | 8a | vollevelds | Seresta | 3 | 46.9 | 491.9 | 61.3 | | | | | | | | |
| 32 | 8a | vollevelds | Seresta | 4 | 51.2 | 487.7 | 66.1 | | | | | | | | |
| 28 | 8b | rijenbehandeling | Seresta | 1 | 48.5 | 513.5 | 66.8 | 47.7 | 510 | 65.2 | 4.1 | | | | |
| 29 | 8b | rijenbehandeling | Seresta | 2 | 47.1 | 526.3 | 67.0 | | | | | | | | |
| 33 | 8b | rijenbehandeling | Seresta | 3 | 50.9 | 500.2 | 67.9 | | | | | | | | |
| 34 | 8b | rijenbehandeling | Seresta | 4 | 44.4 | 499.4 | 59.1 | | | | | | | | |
| 35 | 13a | rijenbehandeling | Festien | 1 | 50.6 | 509.9 | 69.2 | 47.9 | 488 | 62.1 | 7.4 | | | | |
| 36 | 13a | rijenbehandeling | Festien | 2 | 44.3 | 496.7 | 58.5 | | | | | | | | |
| 41 | 13a | rijenbehandeling | Festien | 3 | 52.5 | 483.9 | 67.2 | | | | | | | | |
| 42 | 13a | rijenbehandeling | Festien | 4 | 44.1 | 463.4 | 53.4 | | | | | | | | |
| 37 | 13b | vollevelds | Festien | 1 | 41.1 | 511.0 | 56.3 | 46.4 | 503 | 62.3 | 5.2 | | | | |
| 38 | 13b | vollevelds | Festien | 2 | 46.7 | 486.9 | 60.2 | | | | | | | | |
| 43 | 13b | vollevelds | Festien | 3 | 49.1 | 517.6 | 68.4 | | | | | | | | |
| 44 | 13b | vollevelds | Festien | 4 | 48.6 | 496.8 | 64.2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|------------------|---------|---|------|-------|------|-------------|--------------|-------------|------------|
| 39 | 13d | rijenbehandeling | Festien | 1 | 43.5 | 497.1 | 57.5 | 44.6 | 498 | 59.2 | 4.2 |
| 40 | 13d | rijenbehandeling | Festien | 2 | 45.3 | 529.4 | 64.8 | | | | |
| 45 | 13d | rijenbehandeling | Festien | 3 | 41.8 | 494.1 | 54.9 | | | | |
| 46 | 13d | rijenbehandeling | Festien | 4 | 48.0 | 472.0 | 59.6 | | | | |
| 47 | 14a | rijenbehandeling | Festien | 1 | 45.2 | 490.4 | 58.8 | 47.0 | 505 | 63.6 | 6.4 |
| 48 | 14a | rijenbehandeling | Festien | 2 | 49.2 | 515.3 | 68.1 | | | | |
| 53 | 14a | rijenbehandeling | Festien | 3 | 43.9 | 491.7 | 57.4 | | | | |
| 54 | 14a | rijenbehandeling | Festien | 4 | 49.7 | 523.0 | 70.0 | | | | |
| 49 | 14b | rijenbehandeling | Festien | 1 | 48.8 | 522.9 | 68.8 | 43.7 | 507 | 59.3 | 6.6 |
| 50 | 14b | rijenbehandeling | Festien | 2 | 44.0 | 494.5 | 57.9 | | | | |
| 55 | 14b | rijenbehandeling | Festien | 3 | 40.8 | 520.4 | 57.1 | | | | |
| 56 | 14b | rijenbehandeling | Festien | 4 | 41.2 | 488.8 | 53.4 | | | | |
| 51 | 14d | vollevelds | Festien | 1 | 44.1 | 515.9 | 61.2 | 42.5 | 519 | 59.5 | 3.6 |
| 52 | 14d | vollevelds | Festien | 2 | 42.7 | 547.0 | 63.6 | | | | |
| 57 | 14d | vollevelds | Festien | 3 | 42.9 | 503.2 | 57.7 | | | | |
| 58 | 14d | vollevelds | Festien | 4 | 40.3 | 511.8 | 55.4 | | | | |
| Gemid. | | | | | | | | 48.8 | 491.9 | 63.5 | 5.9 |

3.5. Effect van behandeling en andere factoren op de opbrengst.

3.5.1 Effect van behandeling.

Tabel 3. Vergelijking van de standaard behandeling (rijenbehandeling) met de toegepaste plaats specifieke behandeling.

| plots | behandeling | standaard | plaats specifiek | Vershil | Stand dev |
|----------------|---------------------|-------------|------------------|-------------|------------|
| 4B & 3B | onbehandeld | 74.0 | 68.1 | -5.9 | 2.0 & 9.7 |
| 3E & 4E | onbehandeld | 69.1 | 71.7 | 2.6 | 9.1 & 10.0 |
| 8B & 8A | volle velds | 65.2 | 63.2 | -2.0 | 4.1 & 2.4 |
| Seresta | | 69.5 | 67.5 | -2.0 | |
| | | | | | |
| 7E & 6E | onbehandeld | 53.7 | 60.9 | 7.2 | 3.1 & 10.5 |
| 14A & 13 A | Rijen behan- deling | 63.6 | 62.1 | -1.5 | 6.4 & 7.4 |
| 14B & 13B | volle velds | 59.3 | 62.3 | 3.0 | 6.6 & 5.2 |
| 13D & 14D | volle velds | 59.2 | 59.5 | 0.3 | 4.2 & 3.6 |
| Festien | | 59.0 | 61.2 | 2.2 | |

De opbrengsten voor de plaats specifieke behandeling in vergelijking met de naast gele- gen standaard behandeling (rijen behandeling) zijn weergegeven in Tabel 3. Gemiddeld gezien geeft een plaats specifieke behandeling bij het gevoelige ras Seresta een iets lager opbrengst met 2,0 ton/ha uitbetaalgewicht. Bij Festien geeft de plaats specifieke behandeling een iets hogere opbrengst met 2,2 ton/ha. Deze verschillen moeten wel worden gezien in het licht van de standaard afwijking binnen de plots die gemiddeld 5,9 ton / ha is.

3.5.2 Effect van meerdere eigenschappen.

In Tabel 4 is een matrix opgesteld van de Pearson correlatie coëfficiënten van de ver- schillende eigenschappen die per plot bekend zijn. De alen bezetting is niet in alle plots bepaald. Onder de veronderstelling dat naast elkaar gelegen plots dezelfde eigenschap- pen zullen hebben is voor die plots waarvan geen alen bezetting bekend is, dat van het naast gelegen plot gehanteerd. De Pearson correlatie is gebruikt omdat deze rang corre- laties gebruikt, waardoor de aard van de verdeling van de variabelen er niet toe doet.

Er is een duidelijke toename van aardappel cysten aaltjes bezetting bij hogere organische stof gehalten, een hogere zandfractie en lagere pH's. Daar waar er meer Pratylenchus aanwezig is, zijn er minder aardappel cysten alen.

De bezetting van Pratylenchus is op dit perceel lager bij hogere organische stofgehalten. Wat betreft opbrengsten is er een duidelijk ras effect. Seresta geeft op dit perceel signifi- cant hogere opbrengsten dan Festien. Daarnaast lijkt er een verrassend positief effect van de aardappel cysten alen bezetting, en een te verwachten negatief effect van Praty- lenchus bezetting op de opbrengst. Tot slot is er een duidelijke positieve correlatie tussen het organische stofgehalte en de opbrengst. Dit laatste verklaard vermoedelijk het posi- tieve effect van de aardappel cysten bezetting, omdat deze parallel lopen.

Tabel 4. Correlatie matrix tussen een aantal variabelen van de proefplots, berekend volgens Pearson. 1% overschrijdingskans = 0.661, 5% overschrijdingskans = 0.532.

| | ACA | VLA | Pratyl. | Seresta | granulaat | Clay | Organic matter | pH | height | Yield |
|----------------|--------|--------|---------|---------|-----------|--------|----------------|--------|--------|--------|
| ACA | 1.000 | -0.280 | -0.720 | 0.403 | -0.657 | -0.544 | 0.861 | -0.806 | 0.073 | 0.643 |
| VLA | -0.280 | 1.000 | 0.372 | -0.440 | 0.096 | 0.058 | -0.113 | 0.255 | 0.148 | -0.232 |
| Pratyl. | -0.720 | 0.372 | 1.000 | -0.568 | 0.667 | 0.509 | -0.695 | 0.446 | 0.216 | -0.604 |
| Seresta | 0.403 | -0.440 | -0.568 | 1.000 | -0.092 | -0.034 | 0.201 | 0.077 | -0.290 | 0.709 |
| granulaat | -0.657 | 0.096 | 0.667 | -0.092 | 1.000 | 0.353 | -0.633 | 0.641 | -0.023 | -0.353 |
| Clay | -0.544 | 0.058 | 0.509 | -0.034 | 0.353 | 1.000 | -0.682 | 0.601 | 0.206 | -0.164 |
| Organic matter | 0.861 | -0.113 | -0.695 | 0.201 | -0.633 | -0.682 | 1.000 | -0.779 | 0.000 | 0.552 |
| pH | -0.806 | 0.255 | 0.446 | 0.077 | 0.641 | 0.601 | -0.779 | 1.000 | -0.121 | -0.357 |
| height | 0.073 | 0.148 | 0.216 | -0.290 | -0.023 | 0.206 | 0.000 | -0.121 | 1.000 | -0.049 |
| Yield | 0.643 | -0.232 | -0.604 | 0.709 | -0.353 | -0.164 | 0.552 | -0.357 | -0.049 | 1.000 |

Tabel 5. R2 tussen opbrengst en een aantal variabelen volgens Pearson en met een enkelvoudige lineaire regressie.

| | Pearson | Lineaire regressie |
|----------------|---------|--------------------|
| ACA | 0.643 | 0.413 |
| VLA | -0.232 | 0.053 |
| Pratyl. | -0.604 | 0.364 |
| Seresta | 0.709 | 0.503 |
| granulaat | -0.353 | 0.125 |
| Clay | -0.164 | 0.027 |
| Organic matter | 0.552 | 0.305 |
| pH | -0.357 | 0.128 |
| height | -0.049 | 0.002 |

Bij een verdere multiple regressie analyse blijkt dat het ras effect en de pH als enige significante variabelen overblijven voor het verklaren van de opbrengstverschillen. Seresta gaf op dit perceel een 7,7 ton/ha hogere opbrengst en één pH punt verhoging van de grond geeft een reductie van 6,4 ton/ha.

Toevoegen van Pratylenchus, granulaat en/of de interactie tussen Pratylenchus en granulaat als verklarende variabelen levert geen significante extra bijdrage aan het verklaren van de opbrengstverschillen.

4. Conclusies

4.1. Verzamelen van variabelen.

Het in kaart brengen van bodemeigenschappen door het meten van de natuurlijke gamma straling is goed uitvoerbaar. De nauwkeurigheid daarvan kon in deze proef niet worden vastgesteld, maar op basis van ander onderzoek (Goense et al 2011) wordt duidelijk dat kleigehalte en organische stof goed zijn te schatten, maar dat een opbouw van kalibratie curves aan de hand van meerdere percelen noodzakelijk is.

pH is niet te schatten met het meten van de natuurlijke gamma straling, maar meten van de pH aan de hand van monsters genomen in een raster van 20 X 20 m geeft een goed beeld van de pH verschillen binnen een perceel. Deze methodiek laat zich in principe omzetten naar een geautomatiseerd sensing systeem voor de pH.

Het analyseren van grondmonsters op alen bezetting heeft een prijsniveau dat het niet realistisch maakt om plaats specifiek op vrij levende alen te gaan bemonsteren. Op het perceel in deze proef was er een redelijke relatie tussen alen bezetting en het organische stofgehalte. Hogere organische stofgehaltenes geven hierbij een lagere *Pratylenchus* bezetting te zien.

4.2. Effect van plaats specifieke granulaat behandeling.

Op basis van de gemeten opbrengstverschillen tussen de standaard behandeling met er naast gelegen plaats specifieke behandelingen kunnen er geen conclusies worden getrokken. De verschillen zijn niet consistent; soms positief, soms negatief, en van een orde van grote die ver binnen de standaardafwijking van de geogoste veldjes binnen de behandelde plots blijven.

Bij toepassen van multiple regressie analyse blijken in deze proef het ras, Seresta versus Festien, en de pH de significant verklarende variabelen te zijn. Seresta geeft een 7.7 ton hogere opbrengst en een hogere pH levert per pH punt een 6 ton lagere opbrengst.

Doordat er 2 rassen op het proefveld gepoot zijn en er ook een groot verschil in pH is waargenomen, zijn de effecten van *Pratylenchus* en granulaat bij deze beperkte proefopzet niet goed te meten.

Er kan wel worden geconcludeerd dat er weinig verschil is in opbrengst tussen de plaats specifiek behandelde plots wat er op duidt dat een plaats specifieke behandeling leidt tot uniforme opbrengsten en in ieder geval op gevoelige locaties een opbrengstderving voorkomt.

4.3. pH verschillen

De invloed van pH op de gemeten opbrengsten heeft de deelnemende boeren getriggert om hier meer aandacht aan te besteden. Een hoge pH heeft een duidelijk negatief effect op de opbrengst. De verschillen binnen dit perceel nodigen uit om volgend seizoen naar het effect op de opbrengst van de dan te telen suikerbieten te kijken.

5. Literatuur.

Goense, D., R. de Meijer, F. van Egmond, P van Erp en J. Peltjes. 2011. Een Multi-sensorsysteem voor het bepalen van bodemeigenschappen. HLB rapport 12-022. December 2011.