

2020

Effect van variabel poten op de opbrengst en maatsortering van aardappelen



Luuk Banken
In opdracht van Vantage Agrometius
08-06-2020

Onderzoeksrapport

Onderzoek naar het variabel poten van aardappelen in opdracht van Vantage Agrometius.

Student

Luuk Banken

Studentnummer

3023781

Stage docent

Arjan ter Horst

Onderwijsinstelling

Aeres Hogeschool Dronten

Stagebedrijf

Vantage Agrometius BV
De Meern

Stagebegeleider

Edward Lageweg

Opleiding

Agrotechniek en Management

Datum

08-06-2020

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Het rapport dat voor u ligt 'Wat is het effect van variabel aardappelen poten op de opbrengst en maatsortering' is het afstudeerwerkstuk. Het afstudeerwerkstuk is uitgevoerd in het kader van het behalen van de hoofdfase voor de opleiding Agrotechniek en Management aan de Aeres Hogeschool Dronten. In het vierde leerjaar, september 2019 tot met mei 2020 ben ik bezig geweest met analyseren en rapporteren.

De samenwerking met de betrokkende partijen is goed te verklaren. Mijn interesse gaat uit naar precisielandbouw. Door de kennis en ervaring die ik al heb opgedaan in de sector heb ik gekozen voor dit project. Daarnaast is de mogelijkheid om aan een innovatieve ontwikkeling in de precisielandbouw te mogen deelnemen een goede kans voor mijn persoonlijke ontwikkeling.

Graag wil ik via deze weg de opdrachtgevers, Aeres Hogeschool en Vantage Agrometius bedanken voor het beschikbaar stellen van de opdracht. Tevens wil ik in het bijzonder A. ter Horst bedanken voor zijn begeleiding vanuit Aeres Hogeschool. Ook wil ik E. Lageweg bedanken voor zijn begeleiding binnen Vantage Agrometius. Tenslotte bedank ik de Aeres Hogeschool Dronten voor de faciliteiten.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Luuk Banken

Utrecht, Juni 2020

"De schrijver werd door Agrometius B.V. in staat gesteld een onderzoek te verrichten, dat mede aan dit rapport ten grondslag ligt. Agrometius B.V. aanvaardt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van de in dit rapport vermelde gegevens, beschouwingen en conclusies, die geheel voor rekening van de schrijver komen."

Samenvatting

Nederland is toonaangevend in de aardappelsector. Door de afname van geschikte landbouwgrond en strengere regelgeving zal het efficiënt telen van aardappelen van groot belang zijn in de toekomst. Akkerbouwers streven daarbij naar een zo hoog mogelijke opbrengst met de inzet van zo weinig mogelijk middelen. Om in de toekomst de toename in efficiëntie van de afgelopen decennia te kunnen continueren is de inzet van precisielandbouw technieken essentieel.

In dit onderzoek wordt er gekeken naar het variëren van de plantafstand van aardappelen. De variatie in pootafstand wordt op kleigronden gestuurd op basis van de Electrical Conductivity (EC)-gehalte en op zandgronden op basis het Organische Stof-gehalte. Er zijn acht proefpercelen in Nederland opgezet waar variabel is gepoot. De bodemparameters EC en organische stof zijn verkregen met behulp van de Veris Bodemscanner.

Het doel van het onderzoek is om te bekijken of er verschillen zijn tussen standaard poten of variabel poten op de opbrengst en de maatsortering. Door variabel te planten wordt dezelfde hoeveelheid pootgoed gebruikt maar deze wordt efficiënter verdeeld binnen het perceel. De gevolgde strategie voor het variabel poten is om op de zwaardere grond nauwer te planten omdat daar meer vocht en mineralen beschikbaar zijn en daardoor meer knollen ontstaan en dus meer opbrengst. Op de lichtere grond is minder vocht en mineralen beschikbaar dus worden de aardappelen verder uit elkaar geplant. Hierbij is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd: Wat is het effect van variabel poten van aardappelen op de opbrengst in ton/ha en op de maatsortering? De proefpercelen zijn ingericht in twee condities variabel poten en standaard poten. Binnen het perceel worden ook controlestroken aangelegd op de lichte en op de zware grond hiermee kan worden vergeleken tussen standaard en variabel planten. Er worden per conditie drie proefmonsters gestoken van 3 meter en deze zijn vervolgens gesorteerd.

U resultaten blijkt dat er geen significant hoofdeffect is van pootmethode op zowel opbrengst als aantal knollen. Knolgrootte heeft wel een significant effect op de opbrengst. Het uitblijven van significante effecten van de pootmethode kunnen waarschijnlijk verklaard worden door de grote heterogeniteit tussen de percelen. Daarbij kan gedacht worden in variatie in de bodem, maar ook het management van het perceel en de gekozen teeltdoelen en dus aardappelrassen. Een belangrijke aanbeveling is dan ook om meer gegevens te verzamelen. Hetzij gegevens van meerdere percelen, maar ook identieke percelen die over meerdere jaren gemonitord worden.

Summary

The Netherlands is a leader in the potato sector. Due to the reduction of suitable agricultural land and stricter regulations, the efficient cultivation of potatoes will be of great importance in the future. Arable farmers strive for the highest possible yield with the use of as few resources as possible. In order to be able to continue the increase in efficiency of the past decades in the future, the use of precision farming techniques is essential.

In this research we look at varying the planting distance of potatoes. The variation in planting distance on clay soils is determined using the Electrical Conductivity (EC) content and for sandy soils using the Organic Matter content. Eight trial plots have been set up in the Netherlands with variable planting distances. The soil parameters EC and organic matter were obtained using the Veris Soil Scanner.

The aim of the study is to find out whether there are differences between standard or variable planting on yield and size grading. For variable planting, the same amount of seed potatoes is used, but this is distributed more efficiently within the field. The strategy followed for variable planting is to plant more closely on the heavier soil because there is more moisture and minerals available there and therefore more tubers are formed and therefore more yield. On the lighter soil there is less moisture and minerals available so the potatoes are planted further apart. The following research question has been formulated: What is the effect of variable planting of potatoes on the yield in tons/ha and on the size grading? The trial plots are arranged in two conditions: variable planting and standard planting. Within the plot, control strips are also laid on the light and on the heavy soil so that standard and variable plants can be compared. Three trial samples of 3 meters are taken per condition and these are then sorted.

The results show that there is no significant main effect of the planting method on both yield and number of tubers. However, tuber size does have a significant effect on yield. The absence of significant effects of the seed method can probably be explained by the large heterogeneity between plots. This can include variation in the soil, but also the management of the plot and the chosen cultivation objectives and therefore potato varieties. An important recommendation is therefore to collect more data. Either data from multiple plots of land, but also identical plots of land that are monitored over several years.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Summary.....	5
1. Inleiding	7
2. Materiaal en Methode.....	10
2.1 Perceelkeuze.....	10
2.2 Materialen.....	11
2.3 Procedure	12
2.4 Data-analyse	14
3. Resultaten	15
4. Discussie.....	16
5. Conclusie en aanbevelingen.....	17
5.1 Conclusie	17
5.2 Aanbevelingen.....	17
Literatuurlijst	18
Bijlagen	20
Bijlage 1: Overzicht percelen	20

1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het onderwerp van het onderzoek beschreven. Hierin zal aan bod komen de achtergrond van het onderzoek, de aanleiding, de relevantie, het kennisgat, de onderzoeksvraag en het doel van dit onderzoek.

De Nederlandse aardappelsector is toonaangevend in de wereld (Kempenaar et al., 2017). De aardappel blijft voor de consument een gewild product door de vele verwerkingsmogelijkheden in zowel binnen- als buitenland (Rabobank, 2019). Naast de toenemende binnenlandse aardappelconsumptie (Haverkort, 2012) is de toename in export van onder andere pootgoed aardappelen (Haverkort, 2012) debet aan de verhoogde vraag naar aardappels binnen Nederland. Aardappels worden verbouwd op ca. 20% van het bouwland in Nederland, met een totale productie van 7,5 miljoen Ton. (Kempenaar et al., 2017). Door de afname in geschikte landbouwgrond (Silvis, H.J., C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. van Leeuwen, 2009) en strengere regelgeving is efficiënt telen van de aardappel van zeer groot belang. Het gebruik van precisielandbouw is één van de mogelijkheden om tot de benodigde efficiëntie te komen (Schans et al., 2008).

De meest basale vorm van precisielandbouw is het gebruik van rechtrijsystemen en vaste rijpaden (Timmer & Wustman, 2007). De volgende stap is het plaats specifiek uitvoeren van handelingen op het juiste moment. Daarom kan de volgende definitie gebruikt worden voor precisielandbouw: "Precisielandbouw is op het juiste moment op juiste plaats de juiste teeltmaatregelen nemen." (Auernhammer, 2001). Hiermee wordt gelijk het verschil met de conventionele landbouw zichtbaar waarin enkel op perceel-niveau handelingen uitgevoerd worden en niet, zoals met precisielandbouw, op de vierkante meter of zelfs per plant. In de vorige eeuw werd de potentie van precisielandbouw voor het eerst erkend door wetenschappers, die aantoonde dat informatie over de variatie van de bodemeigenschappen konden worden gebruikt om het gebruik van voedingsstoffen voor specifieke gewassen te optimaliseren (Bouma & Wartena, 1994).

Aardappelen worden geteeld op verschillende typen grond (klei, zand, leem etc.) met verschillende watervasthoudende vermogens. Het is belangrijk dat de bodem een goede bodemstructuur heeft en waterdoorlatend voor de ideale groei van de aardappel (Chang et al., 2011). Gewasgroei, kwaliteit en grootte van de aardappelknollen zijn allemaal afhankelijk van de bodemeigenschappen (Cambouris et al., 2006). Daarom is het voor plaatsspecifieke handelingen zoals poten of bemesten van cruciaal belang om de bodemeigenschappen in beeld te brengen (Vullings et al., 2017). Zeker wanneer daarbij de grote variatie in grondeigenschappen binnen percelen in gedachten wordt genomen (Krijthe, 1962). Aardappelen groeien het beste op bodems met een pH-waarde tussen 5,5 en 7,0 en een laag zoutgehalte (Wolters et al., 2014). Gronden die een lager of hoger pH hebben dan 5,5 en 7,0 hebben duidelijk effect op de beschikbaarheid van voedingsstoffen.

Naast het pH zijn er nog meer factoren belangrijk voor de groei van de aardappelen (Smith, 1933). Zo is bijvoorbeeld gebleken dat op de zwaardere grond het gewas zich anders ontwikkelt dan op lichtere grond (Timmer & Wustman, 2007). Zo is op lichtere delen in het perceel de grond sneller op temperatuur waardoor de knollen eerder beginnen te groeien dan op zwaardere grond. Hierdoor begint het gewas in zwaardere grond al meteen met een

kleine achterstand en zijn de knollen op de lichte grond eerder grof (Timmer & Wustman, 2007). Aan de hand van het lutum gehalte wordt bepaald wat de zwaarte van de grond is. Er wordt van kleigrond gesproken als er meer dan 25% lutum in de grond zit. Bij een lutum fractie van 25% tot 35% is er sprake van lichte klei, tussen 35% en 50% is er sprake van matig zware klei en grond met een lutumfractie boven de 50% is zware klei (Meulen et al., 2002). Naast lutum heeft organische stof ook invloed op de teelt van aardappelen.

Een laag organisch stofgehalte in de bodem heeft het effect dat de grond een lager waterhoudend vermogen heeft waardoor er ook minder voedingsstoffen kunnen worden opgenomen (Li et al., 2004). Uit onderzoek blijkt dat effecten significant zijn op N, Ca, Mg en P van aardappelblad, knolopbrengst, droogte gewicht en soortelijk gewicht van de knol. Door goede bodemeigenschappen kan de aardappelknolopbrengst toe nemen tot 30% (Li et al., 2004). Meerdere bodemeigenschappen hebben invloed op de opbrengst. Uit onderzoek blijkt dat een verdichte bodem kan leiden tot 35% opbrengstderving (Grimes & Bishop, 1971). Ook heeft lutumgehalte invloed op de bewerkbaarheid, de structuur en het vocht vasthoudend vermogen van de grond. Het lutum gehalte wordt bepaald door middel van elektrische geleidbaarheid (EC) van de grond (Cambouris et al., 2006).

Door teeltmaatregelen aan te passen aan de plaatselijke bodemparameters op een perceel zijn hogere opbrengsten, een homogenere kwaliteit en een besparing van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen mogelijk (Schans et al., 2008). Dit wordt gedaan door toepassing van verschillende technologieën zoals gps-sensortechnologie, ICT en robotisering (Balafoutis et al., 2017).

De aardappelteelt krijgt steeds meer aandacht van precisielandbouwwetenschappers en onderzoeks- en ontwikkelingsspecialisten in Nederland (Kempenaar, 2017). Zo zijn er verschillende onderzoeken met precisielandbouw in de teelt van aardappelen, zoals variabel aardappelen planten, variabele onkruidbestrijding, N-toepassing bestrijden van late plagen en variabel loofdoden (Haverkort et al., 2008). Tot dusver zijn de bedrijfseconomische voordelen van de meeste precisielandbouw praktijken bescheiden (Pedersen, 2003), maar het lijkt erop dat mogelijk ook sociaaleconomische voordelen te behalen zijn door plaats specifieke toepassing van kalk, herbicide met variabel dosering en stikstof (Pedersen, 2003).

De volgende stap in de precisielandbouw is VRA (Variabel Rate Application). Dit principe helpt om gemakkelijk en nauwkeurig per individuele plant van een gewas de juiste hoeveelheid van (bijvoorbeeld: meststoffen, zaaizaad of voedingselementen) te doseren of te planten met variabele snelheid (Grisso et al., 2011). Proeven met variabel aardappelen poten toonden aan dat er kleine opbrengstijgingen verwacht kunnen worden (Kempenaar et al., 2017).

Uit onderzoek is gebleken dat een pootafstand van 19 cm resulteert in een lagere opbrengst in de maat 66mm-op maar in de maat 40-60 mm verhoogd de opbrengst en datzelfde geldt voor de totaalopbrengst. Het onderzoek laat ook zien dat het verruimen van de pootafstand van 24 cm naar 36 cm en van 26 cm naar 28 cm het totaalaantal knollen lijkt af te nemen. Dit is getest op het ras Nicola (tafel aardappel industrie). (Malda en Specken, 2011) De verwachting is dat nauwer poten op zware grond meer opbrengst zou opleveren maar een mindere maatsortering, dat houdt in minder knollen in de juiste maat. En dat ruimer

poten op zware grond, leidt tot een egalere maatsortering maar met minder opbrengst (Timmer & Wustman, 2007).

Wanneer dit omgedraaid wordt en er op zware grond nauwer wordt geplant en op lichte grond ruimer, leidt dit op de zware grond voor een meeropbrengst met fijnere maatsortering en op lichte grond een minderopbrengst maar meer knollen in de juiste maatsortering (Malda & Specken, 2011).

Binnen de aardappelteelt zijn er verschillende teeltdoelen mogelijk, namelijk frietaardappelen, tafelaardappelen, pootaardappelen en zetmeelaardappelen. Ieder teeltdoel heeft zijn vereiste van de aardappel. De friet industrie wil graag lange aardappelen en de tafelaardappelen industrie wil graag weer grote ronde aardappelen. Bij de pootgoedteelt wil men een zo fijn mogelijke maatsortering waardoor er meer kilo's in de duurdere maat komen. Er zijn aanwijzingen dat door gebruik te maken van variabel poten gestuurd kan worden op de opbrengst per maatsortering (Malda & Specken, 2011). Hierdoor kan voor elk teeltdoel de opbrengst geoptimaliseerd worden naar de gewenste maatsortering.

Uit onderzoek is gebleken dat door middel van variabel poten de opbrengst binnen een bepaalde maatsortering stijgt ten opzichte van conventioneel poten (Timmer & Wustman, 2007). Deze studie is echter enkel op 'zand' grond uitgevoerd. Het type grond heeft een sterke invloed op de beschikbaarheid van water en voedingsstoffen (Li et al., 2004). Daarom is het aannemelijk dat variabel poten, gestuurd op grondparameters op heterogene percelen, waaronder ook percelen met kleigrond, zal zorgen voor een betere sturing op opbrengsten per maatsortering ten opzichte van regulier poten. Hier is nog geen onderzoek naar gedaan. Uit ervaring blijkt dat op klei gronden de opbrengst het sterkst gerelateerd is aan het lutum gehalte en op zandgrond aan het organisch stof (Malda & Specken, 2011). Het doel van deze studie is om te onderzoeken wat het effect is van variabel poten ten opzichte van standaard planten op de opbrengst en maatsortering op zand- en kleigrond. Deze studie bouwt daarbij voort op de bevindingen van Malda & Specken (2011). De hoofdvraag van dit onderzoek is:

Hoofdvraag: Wat is het effect van variabel poten van aardappelen op de opbrengst in ton/ha en maatsortering?

Doormiddel van 8 proeven waar variabel poten is toegepast door heel Nederland kan er worden gekeken wat de resultaten zijn van het variabel poten ten opzichte van het standaardplanten. De proefvelden worden gerooid met de hand en de aardappelen worden vervolgens gesorteerd per maatsortering om vervolgens gewogen te worden.

2. Materiaal en Methode

Hierin wordt beschreven hoe het onderzoek is opgezet en uitgevoerd.

2.1 Perceelkeuze

In het teeltjaar 2019 zijn er 8 percelen uitgelegd waar variabel is gepoot, bij verschillende telers verdeeld over Nederland. In eerste instantie waren er 11 percelen maar doordat er met sorteren monsters door elkaar zijn gekomen zijn er 3 afgevallen. De percelen hebben allemaal verschillende eigenschappen. De percelen zijn gekozen op basis van de mogelijkheden van de telers. Dat wil zeggen, de telers moeten over de mogelijkheid beschikken om de bodem te laten scannen met de Veris bodemscan en daarnaast moeten zij beschikken over een pootmachine met een hydraulische aandrijving met een unlock voor variabele afgifte. De geografische ligging van de percelen zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Perceelspreiding variabel poten in Nederland

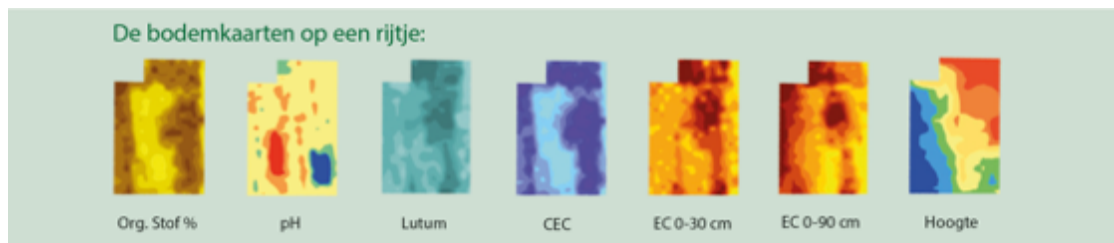
2.2 Materialen

Veris MSP3 bodemscanner

Om de percelen en perceel eigenschappen in kaart te brengen zijn de percelen gescand met de Veris bodemscanner® (Veris, Amerika). Tijdens de scan worden de belangrijke bodemparameters in kaart gebracht en dit gebeurt in één werkgang. De bodemparameters die in kaart worden gebracht zijn:

- EC 0-30
- EC 0-90
- Organische stof
- PH
- Hoogtekaart

In Figuur 2 zijn illustraties weergegeven van mogelijke bodemkaarten. De meetgegevens worden geanalyseerd en er worden door het bodem-laboratorium (EuroFins) verschillende kalibratiemonsters gestoken.



Figuur 2 Voorbeelden van bodemkaarten opgesteld met data van de Veris bodemscan

Farmworks

Farmworks (Trimble, Amerika) is een softwarepakket en heeft veel mogelijkheden zoals het maken van taakkaarten. Het programma wordt tijdens de proef gebruikt om de data van de Veris bodemscan om te zetten naar een taakkaart om daarmee variabel te kunnen poten.

Sorteermachine

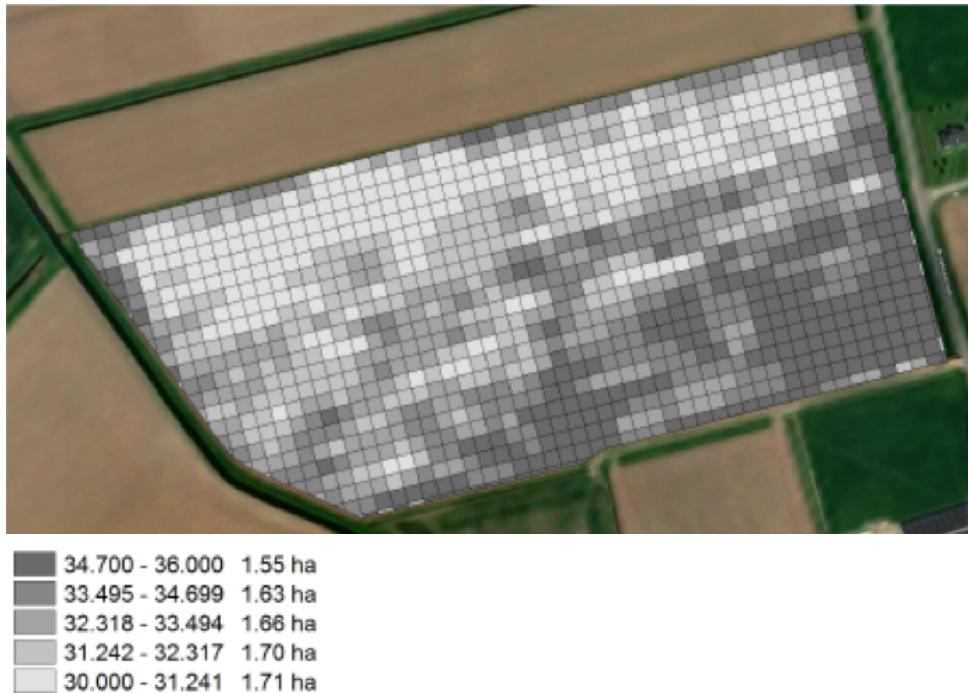
Om de aardappelen te sorteren en de maatsortering in kaart te brengen is er een sorteermachine nodig. De sorteermachine sorteert de genomen monsters per maatsortering. De maatsorteringen zijn: 0-28, 28-35, 35-50, 50-60 en 60 + mm. Dit gebeurt door zeven in de sorteermachine met verschillende grote waardoor de juiste maat bij elkaar komt. De sorteermachine is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Sorteermachine (eigen bouw)

2.3 Procedure

Voor dit onderzoek zijn de bodemparameters lutum- en organische stof-gehalte in kaart gebracht met behulp van de Veris MSP3 scanner (Veris®, Amerika) in het voorjaar van 2019. Op kleigrond wordt op basis van lutumgehalten variabel aardappels gepoot. Op zandgrond wordt er variabel gepoot op basis van het organische stofgehalte. In Figuur 4 wordt een representatieve lutumkaart weergegeven. De lutumkaarten vormen de basis voor het opstellen van de taakkaart voor het variabel poten. De legenda geeft aan hoe hoog het percentage lutum is in het perceel. Hoe donkerder de kleur in het perceel hoe hoger het lutum gehalte en dus hoe zwaardere grond. In dit perceel is er een variatie van 30% tot 36% lutum.



Figuur 4 Lutumkaart representatief perceel in de provincie Gelderland. De legenda geeft het lutum percentage aan binnen het perceel.

Aan de linkerkant van het perceel in Figuur 4 is het lutumpercentage (30%) lager dan aan de rechterkant (36%). We kunnen hier stellen dat de grond meer kleideeltjes (zwaardere grond) heeft aan de rechterkant dan aan de linkerkant (minder kleideeltjes).

Om de proef uit te kunnen voeren en om het verschil te kunnen zien tussen standaard poten (standaard plantafstand) en variabel poten (gevarieerde plantafstand) zal er een controlestrook aangelegd worden. De controlestrook houdt in dat op zowel de zwaardere grond en op lichtere grond 2 tot 3 werkgangen dezelfde conventionele plantafstand aangehouden wordt. In perceel uit Figuur 2 is het achterst gedeelte (rechterkant) van het perceel aangehouden als controlestrook, zie Figuur 3. Dit om vervolgens de werkgangen die variabel geplant zijn te kunnen vergelijken met de controlestrook.

Pootafstand

Op de plekken waar het lutum percentage hoog is worden de aardappels nauwer gepland. De plantafstanden die worden gebruikt zijn afhankelijk van het ras aardappelen. Op het perceel in Figuur 5 wordt een pootafstand van 15 centimeter gebruikt. Op plekken waar lutum percentage lager is worden de aardappels ruimer gepland. Dit op een plantafstand van ongeveer 19 centimeter. In de controleconditie wordt een plantafstand van 17 cm aangehouden. In Tabel 1 worden de verschillende plantafstanden weergegeven in de verschillende condities voor dit representatieve perceel. Deze condities worden uitgezet in een taakkaart voor de aardappelpootmachine, zie Figuur 5.

Tabel 1 Pootafstand per conditie.

	Lichte grond	Zware grond
Standaard plantafstand	17 cm	17 cm
Variabele plantafstand	19 cm	15 cm

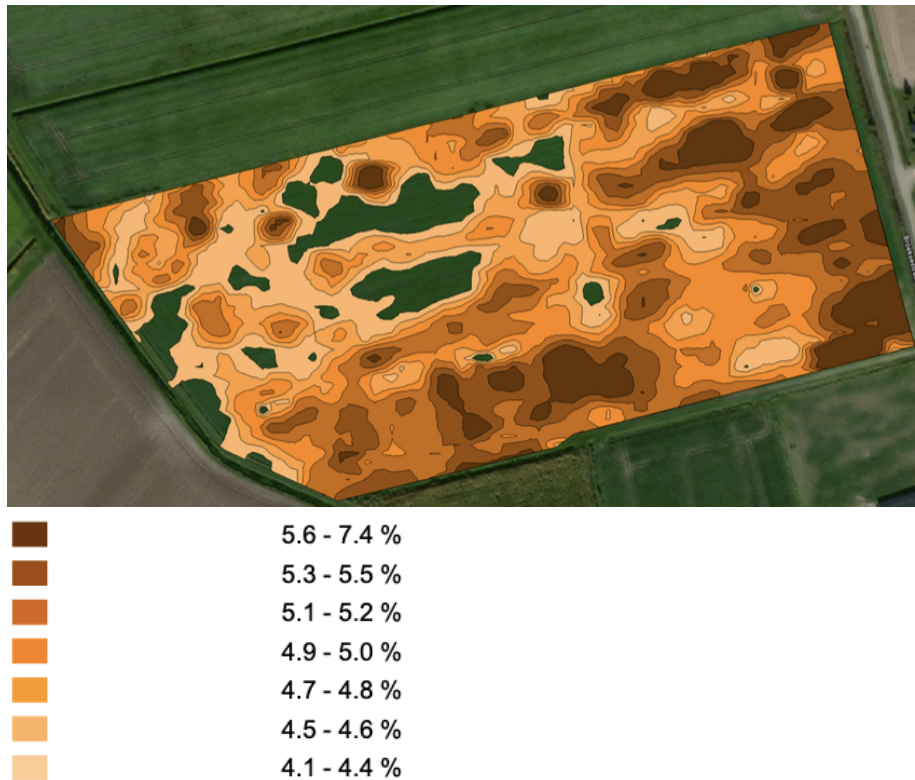
Het perceel is opgedeeld in drie stukken. Het eerste stuk is het referentie object met een vaste plantafstand van 17 cm. Dit wordt aangegeven met de gele blokjes aan de rechterzijde van het perceel. Het tweede stuk is variabel gepoot. Hier is wijder op de lichte grond en nauwer op de zware grond gepoot. Het derde stuk is andersom gepland. Dit is het stuk aan de linkerkant van het perceel.



Figuur 5 Taakkaart variabel poten representatief perceel in Gelderland.

Zandgronden

De procedure die hierboven beschreven is geldt voor de percelen met kleigrond. Op zandgrond wordt dezelfde procedure gebruikt alleen wordt de taakkaart voor het variabel poten niet gemaakt op basis van de EC kaart maar op basis van de organische stof kaart. Naast de EC kaart, maakt de Veris bodemscanner ook een organische stof kaart, zie Figuur 6. Hoe donkerder de kleur op de kaart, hoger het percentage organische stof.



Figuur 6 Organische stof kaart representatief perceel in Gelderland. De legenda geeft de percentages van het organische stofgehalte weer binnen het voorbeeld perceel.

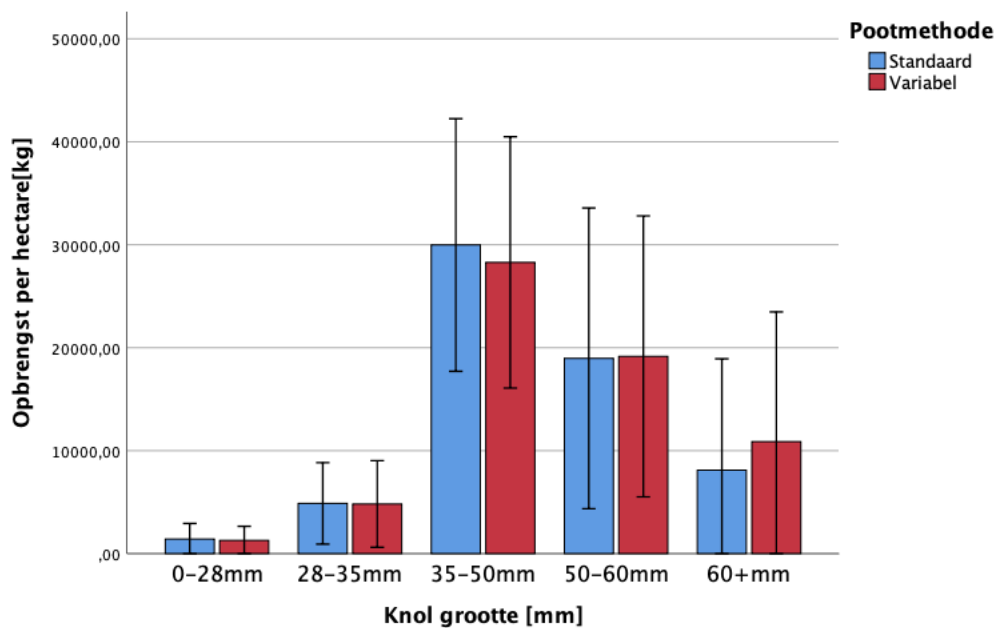
Om het effect van de verschillende behandelingen op de opbrengst en knolsortering te kunnen meten worden er vlak voor de oogst proefmonsters gerooid in de verschillende pootcondities, namelijk: standaard planten lichte grond, variabel planten lichte grond, standaard planten zware grond en variabel planten zware grond. Er worden 3 strekkende meters gerooid per proefrooiing. Van een object worden er 3 proefmonsters gestoken. Er worden zo per perceel 12 monsters opgehaald om vervolgens te kunnen sorteren en analyseren. Deze monsters worden binnen de objecten op een representatieve plek genomen.

2.4 Data-analyse

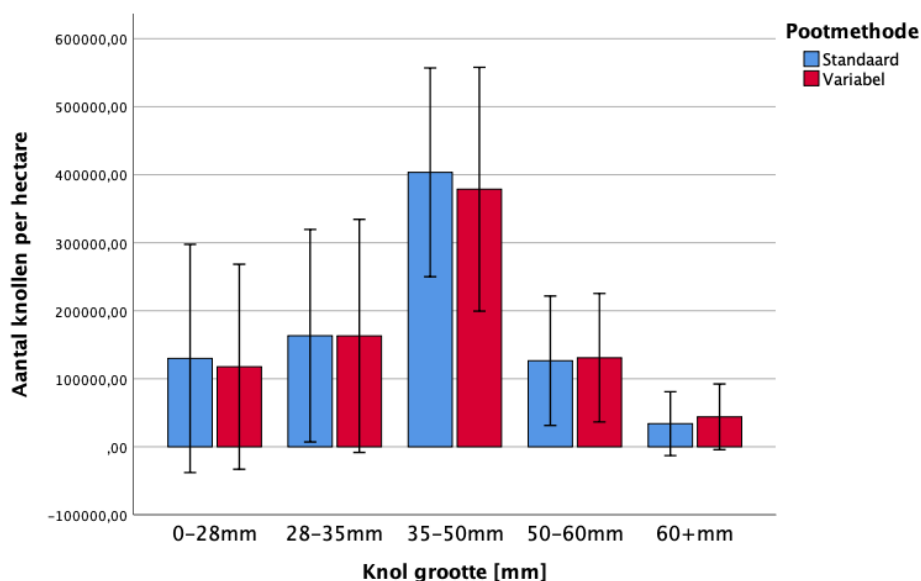
Voor de data-analyse wordt gebruik gemaakt van SPSS-versie 26 (IBM). Om het effect te bepalen van variabel poten op de opbrengst en het aantal knollen, afhankelijk van het teeltdoel, wordt gebruik gemaakt van een multivariate variantieanalyse (MANOVA). Opbrengst (ton/ha) en aantal knollen worden als afhankelijke variabele gebruikt en als onafhankelijke variabele: Pootmethode (Standaard, Variabel) en Maatsortering (0-28mm, 28-35mm, 35-50mm, 50-60mm, 60+mm). De alpha is vastgesteld op 0,05 en Bonferonni correctie wordt toegepast waar nodig in de post-hoc analyses.

3. Resultaten

Uit de resultaten blijkt dat er geen significant hoofdeffect is van pootmethode op zowel opbrengst als aantal knollen ($p > 0,05$). Knolgrootte heeft wel een significant effect op de opbrengst ($F(4,519) = 131,297$; $p < 0,001$) en aantal knollen ($F(4,519) = 99,419$; $p < 0,001$). De opbrengst verschilt significant tussen alle knol maten ($p < 0,01$), behalve de maten 0-28mm en 28-35mm ($p > 0,05$), zie Figuur 7. Voor het aantal knollen blijken enkel de maten 35-50mm en 60+mm significant te verschillen van alle andere maten en onderling significant verschillen ($p < 0,001$), zie Figuur 8. De interactie tussen pootmethode en knolgrootte bleek niet significant ($p > 0,05$). In Bijlage 1 zijn de ruwe opbrengst en knolgrootte resultaten weergegeven per perceel.



Figuur 7: Gemiddelde opbrengst als functie van knolgrootte en pootmethode. Foutenbalken representeren gemiddelde opbrengst ± 1 standaarddeviatie.



Figuur 8: Gemiddeld aantal knollen als functie van de knolgrootte en pootmethode. Foutenbalken representeren gemiddeld aantal knollen ± 1 standaarddeviatie.

4. Discussie

In dit onderzoek is gekeken naar het effect van variabel poten van aardappelen op de opbrengst en aantal knollen per maatsortering van aardappelen. Daarbij is de pootafstand gevarieerd op basis van organische stof- en lutum gehalte voor respectievelijk zand- en kleigronden. Uitgangspunt hierbij was om het pootgoed efficiënter te verdelen over het perceel. Oftewel, om met dezelfde hoeveelheid pootgoed meer opbrengst te realiseren. Bij het variabel poten is er gekozen voor het ruimer planten op de lichte grond en nauwer planten op de zware grond. Uit de resultaten blijkt dat er geen significant effect is van pootmethode op zowel de opbrengst als het aantal knollen. Knolgrootte heeft wel een significant effect op de opbrengst.

Het uitblijven van een significant effect van pootmethode op opbrengst en maatsortering was onverwacht. De meest plausibele verklaring voor dit nul-effect is de grotere heterogeniteit tussen de percelen. Dat wil zeggen, door de grote variatie in teeltdoelen, rassen en bodemsamenstelling en het geringe aantal herhalingen is de spreiding in de data logischerwijs groot. Vanuit de literatuur is reeds bekend dat het teeltdoel, de aardappelrassen en bodemsamenstelling een sterke invloed hebben op gewasopbrengst en maatsortering. Uit ander onderzoek blijkt dat de verschillende pootafstanden nauwelijks effect hebben op de opbrengst en de uniformiteit (Malde & Specken, 2011).

Uitbreiding van dit onderzoek met meer percelen, verspreid over Nederland is daarmee gelijk een belangrijke aanbeveling van dit onderzoek.

In de landbouw is het niet valide om conclusies te trekken van een concept dat maar in één jaar is onderzocht. Er kunnen namelijk veel verschillende factoren een rol spelen die invloed kunnen hebben op de resultaten, zoals het weer en de voorvrucht. Teeltjaar 2019 was erg droog en warm waardoor de aardappels mogelijk een vochttekort hadden. Sommige percelen zijn berekend, maar sommige percelen hadden hier de mogelijkheid niet voor. Door het gebrek van vocht zijn deze partijen niet volledig uitgegroeid in de maat, waardoor de opbrengst in kilo's op natuurlijke wijze minder waren. Daarnaast heeft de voorvrucht ook nog invloed op de opbrengst van de aardappelen. Bij een minder intensieve voorvrucht, zoals bijvoorbeeld tarwe, is de bodem beter voorbereid op een intensiever gewas zoals aardappelen. Mede door deze factoren is het niet mogelijk om zekere conclusies trekken, omdat in een ander jaar met andere weersomstandigheden of met een andere voorvrucht het mogelijk is dat het resultaat anders is.

Er is daarom een groot belang bij een vervolgonderzoek met meer percelen per ras, en met een groter tijdsframe, om het effect van variabel poten beter te examineren. Hierbij kan ook gekeken worden naar het teeldoel.

5. Conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

Precisielandbouw wordt steeds populairder in de teelt van aardappelen, in dit onderzoek is er gekeken naar het effect van de pootmethode (standaard poten en variabel poten) op de opbrengst en de maatsortering. Dit onderzoek is uitgevoerd op acht percelen verspreid door Nederland.

Dit is de hoofdvraag die geformuleerd is:

Wat is het effect van variabel poten van aardappelen op de opbrengst in ton/ha en maatsortering?

Uit het onderzoek is gebleken dat er geen significant effect is van de pootmethode, op zowel de opbrengst als het aantal knollen. Knolgrootte heeft wel een significant effect op de opbrengst en aantal knollen. Er is wel een significant verschil tussen alle knolmaten, behalve de maten 0-28mm en 28-35mm. Het resultaat is te verklaren door de grote variatie binnen het aantal percelen, teeltdoelen, rassen en bodemeigenschappen.

5.2 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden adviezen en aanbeveling gegeven voor dit onderzoek voor zowel Vantage Agrometius als de aardappeltelers.

Aanbeveling voor Agrometius

Om een goed beeld weer te geven over variabel poten is het van belang om zoveel mogelijk data te verzamelen. Doordat niet alle telers variabel kunnen poten, is mogelijk een samenwerking met een pootmachinefabrikant aantrekkelijk om zoveel mogelijk percelen op korte termijn variabel te kunnen poten in Nederland. Hierdoor hoeft de akkerbouwer niet meteen zelf over de “nieuwste” mechanisatie te beschikken. Daarnaast heeft de fabrikant ook zijn voordeel om een demotour te houden, waarbij de telers de pootmachine werkend zien die op taakkaart kan poten en Vantage Agrometius zo veel mogelijk percelen variabel heeft gepoot binnen Nederland om over meer data te beschikken.

Doordat er wordt gekeken naar acht percelen in Nederland is er niet genoeg data om specifiek te kijken binnen percelen naar de resultaten. Elk perceel heeft een ander ras en een andere grondsoort. Zo zijn er bijvoorbeeld zandpercelen met een organisch stofgehalte van 8%, maar ook van 20 %. Wanneer deze 8 percelen weer worden gepoot dan kan deze proef opnieuw uitgevoerd worden. Zo wordt er meer data verzameld per perceel en hetzelfde ras, hierdoor kan er op een langer termijn meer conclusies worden getrokken.

Aanbeveling aardappeltelers

Het is van belang dat aardappels data blijven verzamelen over de aardappelpercelen bij het variabel poten. Daarnaast wanneer mogelijk opbrengstkaarten houden op de taakkaart voor het poten en te kijken naar overeenkomsten. Door meer data hebben zowel de aardappeltelers als Vantage Agrometius belang bij het onderzoek naar het variabel poten van de aardappelen. Inzichtelijk resultaat is het gewenste resultaat.

Literatuurlijst

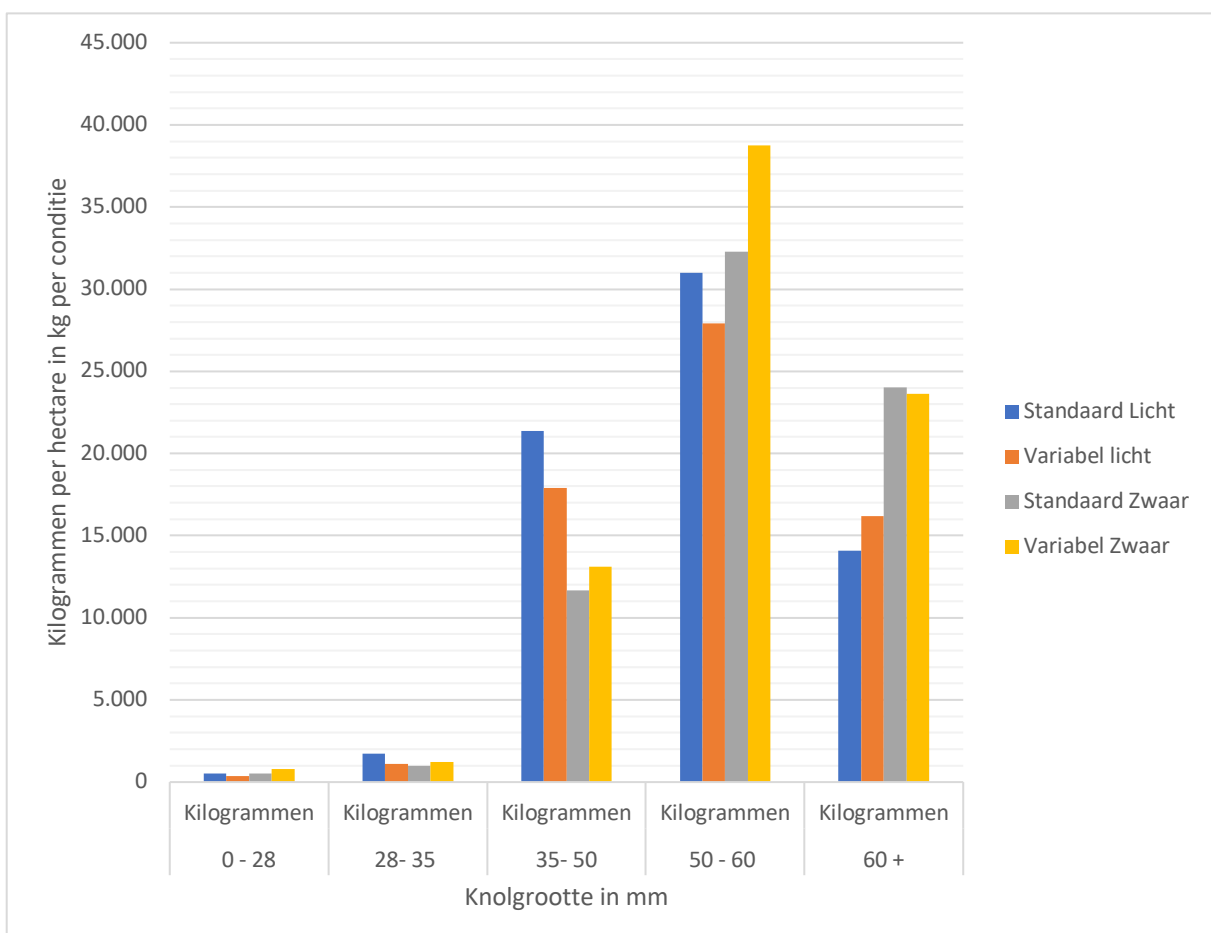
- Auernhammer, H. (2001). Precision farming — the environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30(1), 31–43.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(00\)00153-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1699(00)00153-8)
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Van Der Wal, T., Soto, I., Gómez-Barbero, M., Barnes, A., & Eory, V. (2017). Precision agriculture technologies positively contributing to ghg emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8), 1–28.
<https://doi.org/10.3390/su9081339>
- Bouma, E., & Wartena, L. (1994). *De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen*.
- Cambouris, A. N., Nolin, M. C., Zebarth, B. J., & Laverdière, M. R. (2006). Soil management zones delineated by electrical conductivity to characterize spatial and temporal variations in potato yield and in soil properties. *American Journal of Potato Research*, 83(5), 381–395. <https://doi.org/10.1007/BF02872015>
- Chang, D. C., Hur, O. S., Park, C. S., & Kim, S. Y. (2011). Field performance, yield components and nitrogen utilization efficiency of potato plants grown from hydroponic small tubers. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52(4), 369. <https://doi.org/10.1007/s13580-011-0194-5>
- Grimes, D. W., & Bishop, J. C. (1971). The influence of some soil physical properties on potato yields and grade distribution. *American Potato Journal*, 48(11), 414–422. <https://doi.org/10.1007/BF02863531>
- Grisso, R., Alley, M., Thomason, W., Holshouser, D., & Roberson, O. T. (2011). Precision farming tools: Variable-rate application. *Precision, Geospatial, & Sensor Technologies*, 442–505.
- Haverkort, A. J. (2012). *De groeiende aardappelwereld*. 9(mei), 3–5.
<https://edepot.wur.nl/210441>
- Haverkort, A. J., Boonekamp, P. M., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L. A. P., Kessel, G. J. T., Visser, R. G. F., & van der Vossen, E. A. G. (2008). Societal Costs of Late Blight in Potato and Prospects of Durable Resistance Through Cisgenic Modification. *Potato Research*, 51(1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9089-y>
- Kempenaar, C., Been, T., Booij, J., van Evert, F., Michielsen, J.-M., & Kocks, C. (2017). Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands. *Potato Research*, 60(3), 295–305. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9357-4>
- Krijthe, N. (1962). *Ontwikkeling en groei van aardappelknol en aardappelplant* (Publikatie / Instituut Voor Bewaring En Verwerking van Landbouwproducten : No. 84). IBVL.
- Li, H., Parent, L. E., Karam, A., & Tremblay, C. (2004). Potential of Sphagnum peat for improving soil organic matter, water holding capacity, bulk density and potato yield in a sandy soil. *Plant and Soil*, 265(1), 355–365. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-0753-6>
- Malda, J. T., & Specken, J. (2011). *Het effect van de pootafstand op percelen met variatie in lutumgehalte in de teelt van tafelaardappelen in 2010*. Altic.
<https://edepot.wur.nl/299776>

- Meulen, M, van der, Lang, F. de, Maljers, D., Dubelaar, W., Westerhoff, W. (2002). *Grondstoffen en delfstoffen bij naam*. 99.
- Pedersen, S. M. (2003). *Precision farming - Technology assessment of site-specific input application in cereals*.
- Schans, D. A. van der, Jukema, J. N., Klooster, A. van der, Molenaar, K., Krebbers, H., Korver, R., Roessel, G. J. van, Meertens, L., & Truiman, J. (2008). *Toepassing GPS en GIS in de akkerbouw : nut en rendement van toepassingen op het gebied van geolandbouw* (PPO : Nr. 3250062000). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit AGV. <https://edepot.wur.nl/24641>
- Silvis, H.J., C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. van Leeuwen, F. B. en J. C. . van M. (2009). *De agrarische sector in Nederland naar 2020*.
- Smith, O. (1933). Effect of soil reaction on the growth of the potato. *American Potato Journal*, 10(6), 118–121. <https://doi.org/10.1007/BF02883479>
- Timmer, R. D., & Wustman, R. (2007). *Onderbouwing van de effecten van een variabele plantafstand bij poot aardappelen* (PPO : Nr. 32500613). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit AGV. <https://edepot.wur.nl/180866>
- Vullings, E., Zaneveld, J., & Bink, J. (2017). *Precisielandbouw in Nederland*. 90.
- Wolters, W., Heinen, M., Smit, R. W., & Smit, A. L. (n.d.). *Perspectives for the growth of salt tolerant cash crops*.

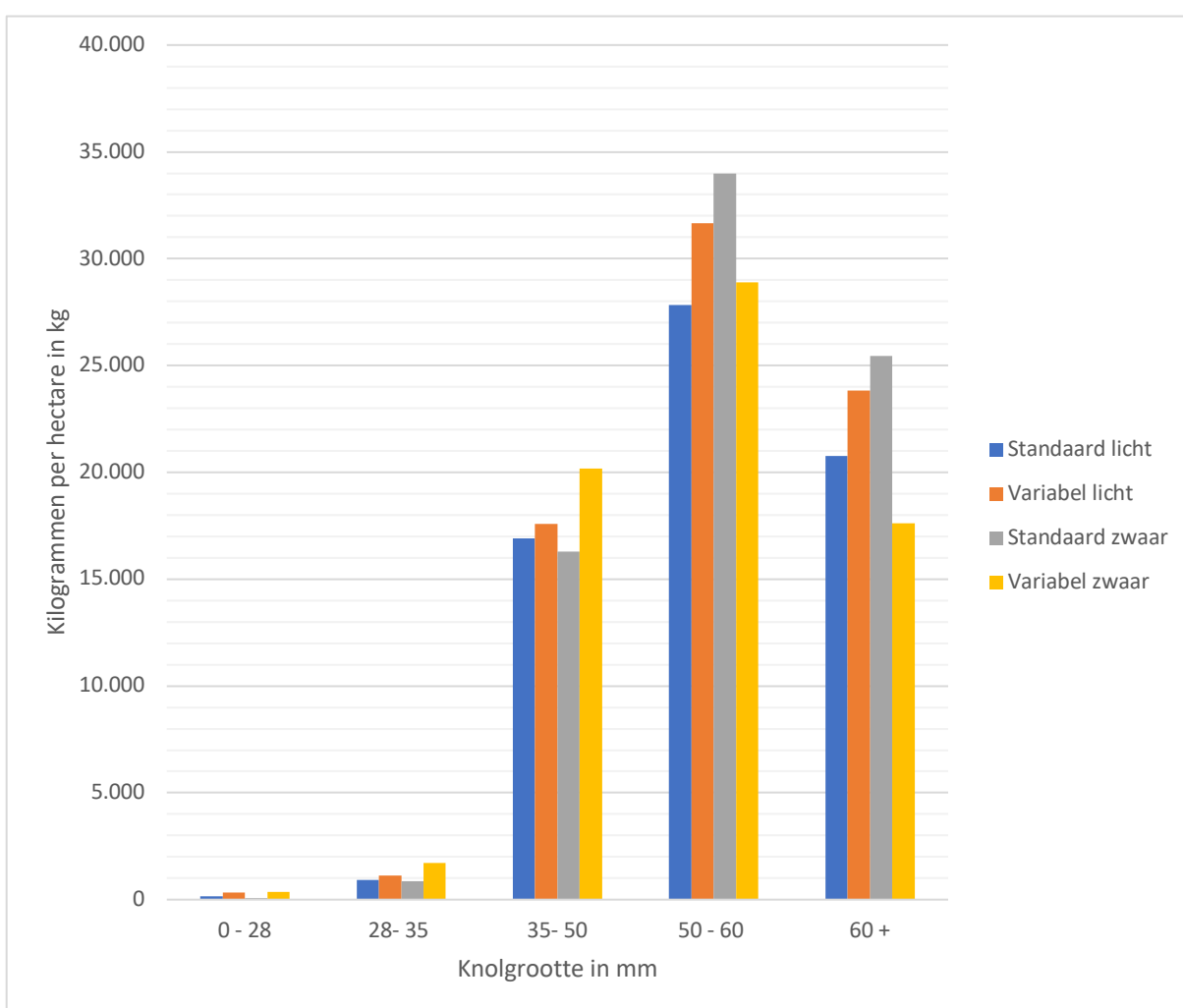
Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht percelen

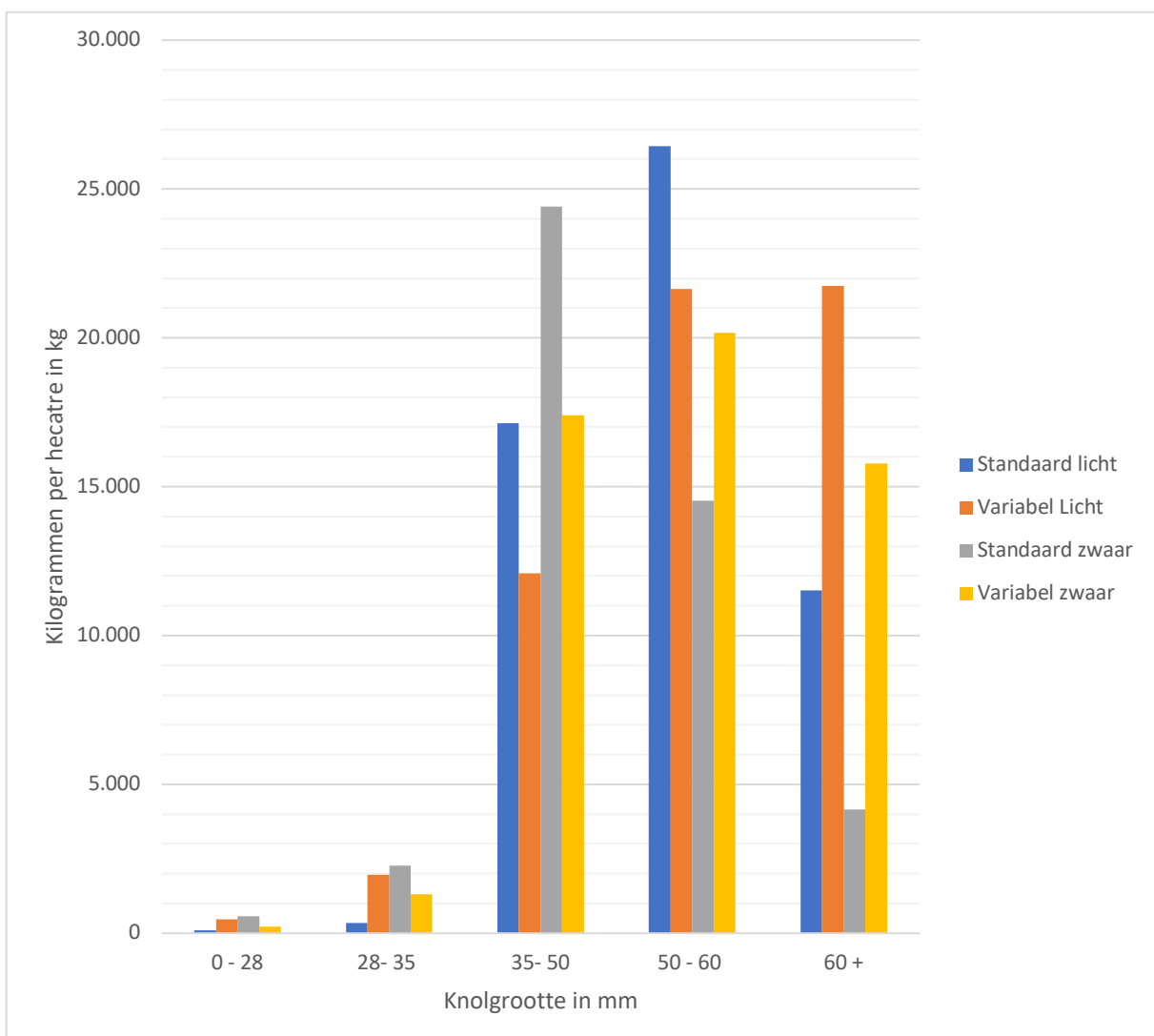
Ras: Milva Grondsoort: Klei	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	30	290.000	745.111	68.7
Zwaar standaard	30	244.000	657.712	69.4
Gemiddeld standaard	30	267.000	701.411	69.1
Licht variabel	32	244.000 (-16%)	671.044 (-10%)	63.5 (-8%)
Zwaar variabel	26,5	268.000 (+10%)	857.692 (+30%)	77.4 (+12%)
Gemiddeld Variabel	29,25	256.000 (-8.6%)	764.368 (+9%)	70.5 (+2%)



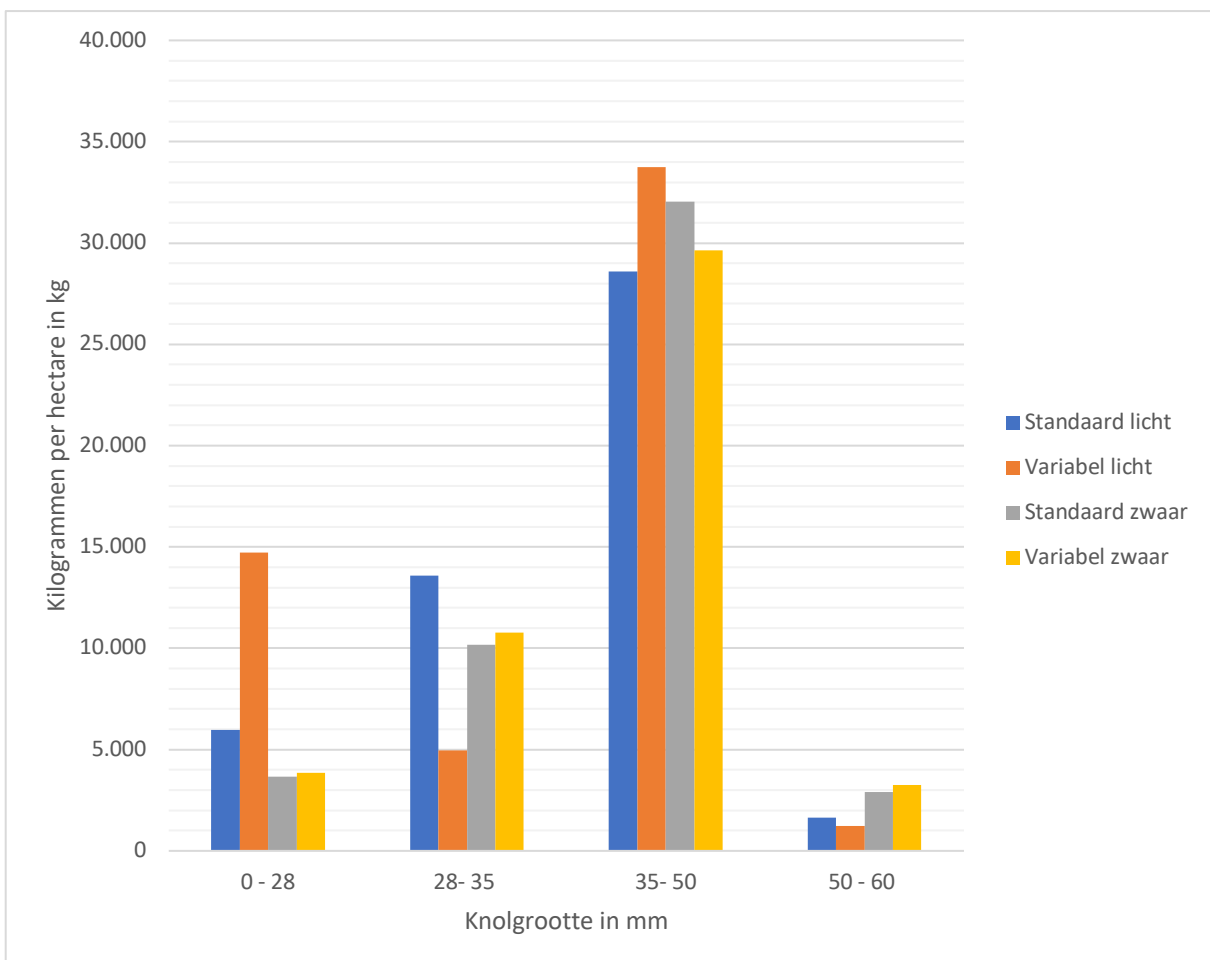
Ras: Folva Grondsoort: Klei	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	29	248.864	674.007	66.6
Zwaar standaard	29	229.607	727.335	76.6
Gemiddeld standaard	29	239.236	700.671	71.6
Licht variabel	31	226.644 (-9%)	727.335 (8%)	74.6 (+12%)
Zwaar variabel	25	269.603 (17%)	817.696 (12%)	68.7 (-10%)
Gemiddeld Variabel	28	248.144 (3,7%)	772.515 (10%)	71.6 (0%)



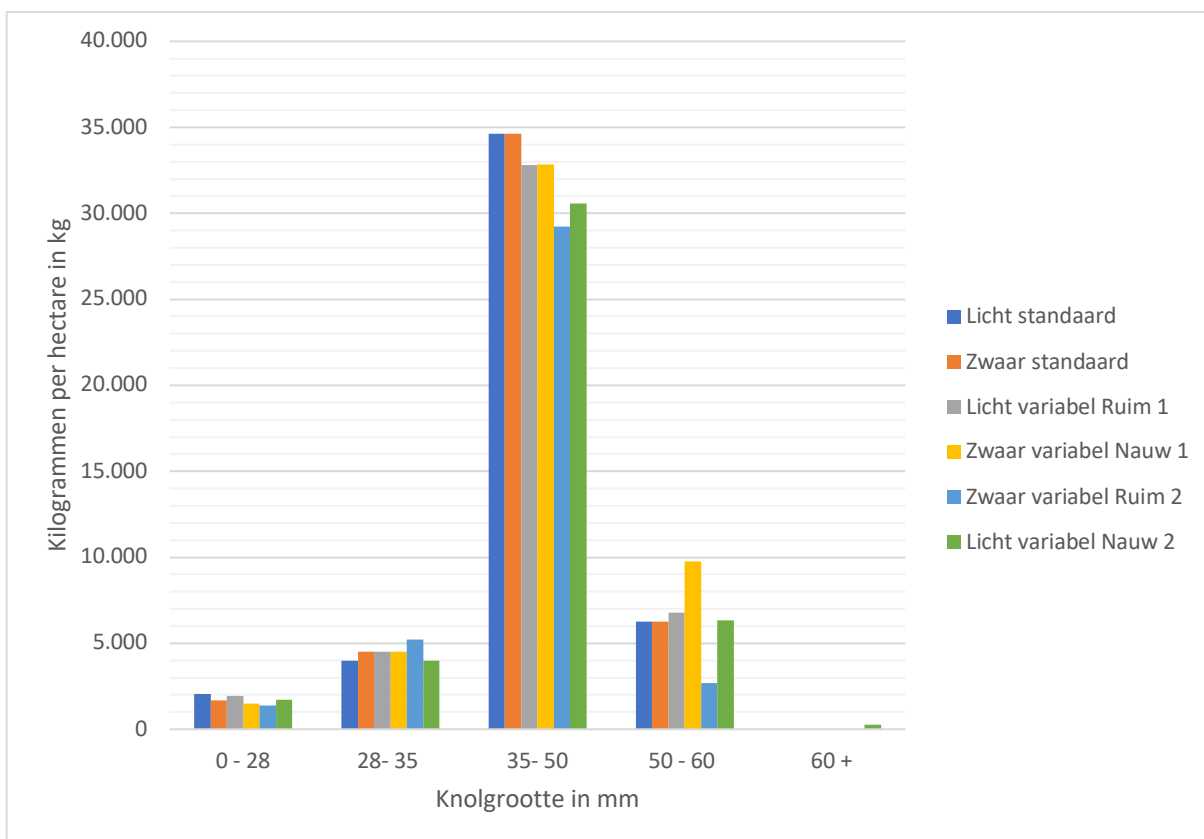
Ras: Fontana Grondsoort: Zand	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	35	159.984	613.272	55.5
Zwaar standaard	35	162.947	731.779	45.9
Gemiddeld standaard	35	161.466	672.526	50.7
Licht variabel	36	112.581 (-30%)	762.900(+24,4%)	57.9 (+4,3%)
Zwaar variabel	34	171.834 (+5,5%)	573.276 (-21%)	54.9 (+19,6%)
Gemiddeld Variabel	35	142.208 (-12%)	668.088 (-0,6%)	56.4 (+11,2%)



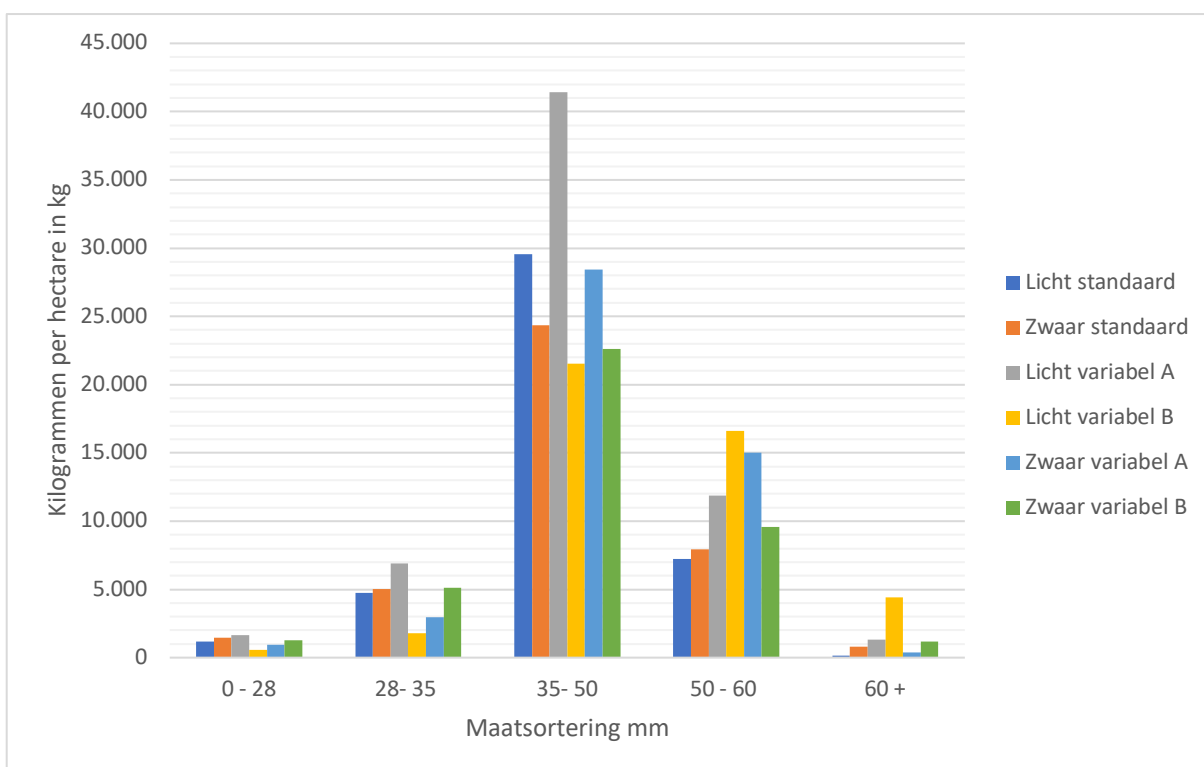
Ras: Hansa Grondsoort: Zand	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	24	599.999	1.912.883	49.8
Zwaar standaard	24	554.070	1.545.031	48.7
Gemiddeld standaard	24	557.035	1.729.457	49.2
Licht variabel	26	555.555(-7,4%)	1.820.396(-4,8%)	54.7(+9,8%)
Zwaar variabel	22	657.777(+18,7%)	1.533.180(-0,7%)	47,5(-2,5%)
Gemiddeld Variabel	24	606.666 (+8,9%)	1.676.788 (-3%)	51 (+3,7%)



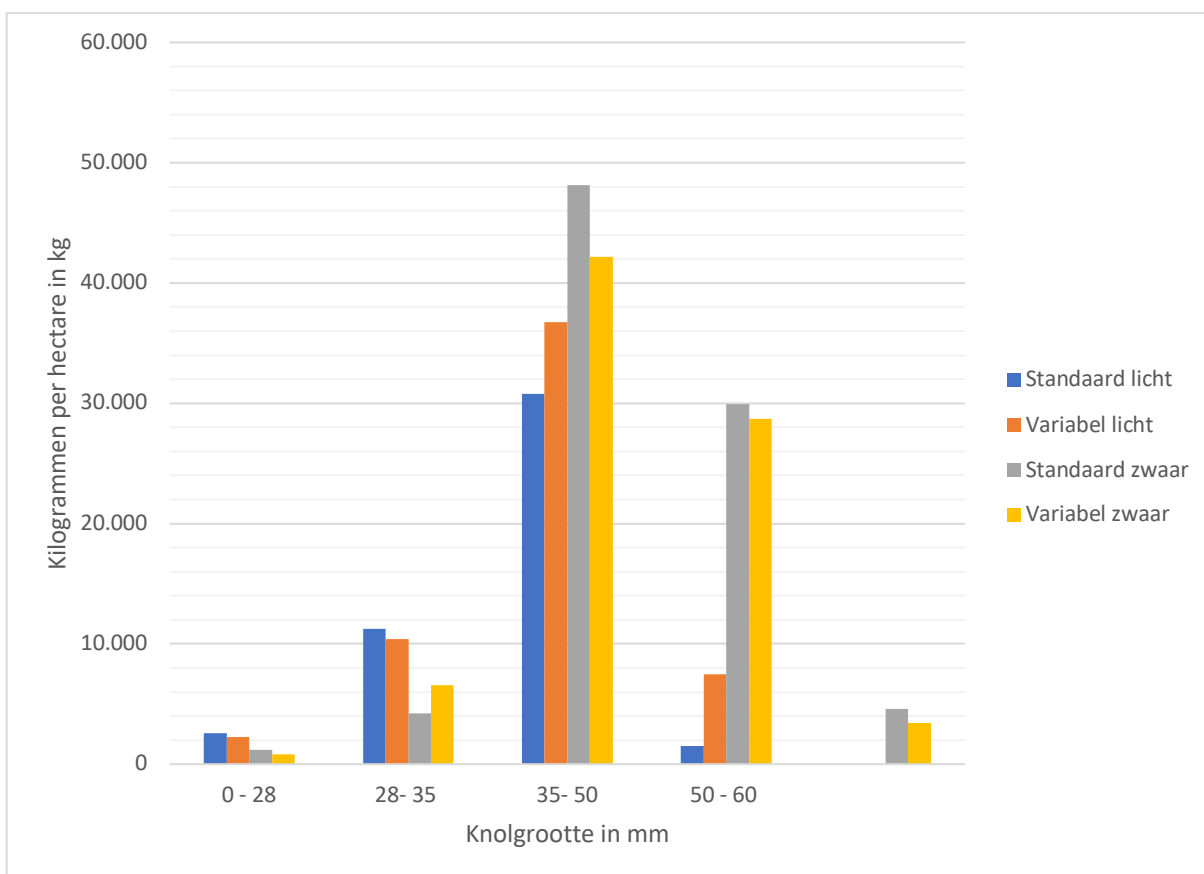
Ras: Bintje Grondsoort: Klei	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	17	384.000	1.061.000	40.4
Zwaar standaard	17	376.000	1.102.000	47,1
Gemiddeld standaard	17	380.000	1.082.000	43.8
Licht variabel	19	382.000 (0%)	1.144.000 (+8%)	46.2 (+14%)
Zwaar variabel	15	415.000 (+10%)	1.136.000 (+3%)	48.7 (+3%)
Gemiddeld Variabel A	17	399.000 (+5%)	1.140.000 (+5%)	47,4 (+8%)
Licht variabel	15	416.000 (+8%)	1.058.000(0%)	42.9 (+6%)
Zwaar variabel	19	308.000 (-18%)	1.027.000 (-7%)	38.5 (-18%)
Gemiddeld Variabel B	17	362.000 (-5%)	1.043.000 (-4%)	40.7 (-7%)



Ras: Seresta Grondsoort: Zand	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	28		722.520	42.8
Zwaar standaard	28		626.234	39.6
Gemiddeld standaard	28		674.377	41.1
Licht variabel	33.5		642.158 (-11%)	63.2 (+48%)
Zwaar variabel	22.6		884.356 (+41.2)	47.8 (+20%)
Gemiddeld Variabel A	28		763.257 (+13%)	55.5 (+35%)
Licht variabel	22.6		530.086 (-26%)	44.9 (+5%)
Zwaar variabel	33.5		681.413 (+9%)	39.8 (0,5%)
Gemiddeld Variabel B	28		605.750(-10%)	42.3 (+3%)



Ras: Seresta Grondsoort: Zand	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	31.5		673.266	46.1
Zwaar standaard	31.5		652.157	88
Gemiddeld standaard	31.5		662.712	67
Licht variabel	35.6		714.373 (+6,1%)	56.8 (+23%)
Zwaar variabel	25.7		669.933 (+2,7%)	81.7 (-7,2%)
Gemiddeld Variabel	30,65		692.153 (+4,4%)	69.2 (+3,3%)



Ras: Saprodie Grondsoort: Zand	Plantafstand (cm)	Stengels/ha	Knollen/ha	Ton/ ha
Licht standaard	31.5		721.039	102.3
Zwaar standaard	31.5		647.713	90.9
Gemiddeld standaard	31.5		684.376	96,6
Licht variabel	35.6		663.267 (-8%)	104.8 (+2,4)
Zwaar variabel	25.7		552.167 (-15%)	96.9 (+7%)
Gemiddeld Variabel	30.65		607.717 (-11%)	100,6 (+4%)

