

Greenhouse of the future

TIS Delft Expertise centrum

Scriptie Ted Mötter

A stylized graphic featuring a dark green tree silhouette on the right side. Behind the tree are two overlapping circles: a larger light green one and a smaller dark green one in the foreground. The text 'DE HAAGSE HOGESCHOOL' is positioned within the dark green circle.

DE **HAAGSE**
HOGESCHOOL

Greenhouses of the Future

Scriptie expertisecentrum TIS Delft



Expertise Centrum TIS Delft



Haagse Hogeschool te Delft

Naam: Ted Mötter
Studentnummer: 08057141
Instituut: TIS Delft
Opleiding: Bedrijfswiskunde
Datum: 17 juli 2014
Begeleidend docent: Dhr. E van Noort

Voorwoord

Ter afsluiting van de studie Bedrijfswiskunde is er een afstudeerstage gelopen. Er is in samenwerking met het stage-administratiebureau van de TIS Delft een afstudeerstage gevonden binnen de TIS Delft, bij het Expertisecentrum. Een onderdeel van de afstudeerstage is het schrijven van een afstudeerverslag. In dit verslag wordt uitgelegd wat de stage omvat, wat de probleemstelling is, het gehele proces van de afstudeeropdracht wordt beschreven en het resultaat wat geleverd is. De afstudeerperiode was van 10 februari tot en met 6 juni. Deze afstudeerstage is gelopen op de TIS Delft in het Expertisecentrum.

De volgende personen wil ik bedanken:

- Jan Lambers
 - Voor het begeleiden tijdens het afstuderen
 - Voor het feedback geven op gemaakte documenten
 - Voor het aanleveren van benodigde gegevens
 - Voor het contact leggen met Roy Wubben van de demokwekerij
- Edwin van Noort
 - Voor het begeleiden vanuit de Haagse Hogeschool
 - Voor het geven van feedback op de gemaakte verslagen
- Roy Wubben
 - Voor het creëren van ruimte en tijd voor het maken van opnames van tomatenplanten in de demokwekerij.

Schoonhoven, 17 juli 2014

Ted Mötter
Student Bedrijfswiskunde
De Haagse Hogeschool

Samenvatting

Het Expertisecentrum op de TIS Delft heeft meerdere projecten lopen. Deze projecten worden gedaan in opdracht van verschillende bedrijven. Eén van deze projecten is het project *Greenhouse of the Future*. In dit project ontwerpt het Expertisecentrum in opdracht van Metazet een robot, MonibotX genaamd, waarmee plantcondities gemeten kunnen worden. Zo moet de MoniBotX een meetinstrument hebben waarmee de dikte van de stam gemeten kan worden, maar ook camera's waarmee bladaantasting gemeten moet kunnen worden.

Het probleem waarmee Metazet bij het Expertisecentrum kwam, was dat er een oplossing moet komen, in de vorm van een robot, die plantcondities kan meten. Het wordt op dit moment namelijk met het blote oog gedaan en dit kost veel tijd en is arbeidsintensief werk. De onderzoeksvraag voor dit probleem is dan ook: Op welke posities en onder welke hoek moeten de camera's op de MonibotX gemonteerd worden om een zo groot mogelijk bladoppervlak te meten van een tomatenplant om ziektes en bladaantasting te kunnen constateren?

Dit probleem is opgelost door een praktisch onderzoek te doen in de demokwekerij in Honselersdijk. Bij de demokwekerij zijn camera opnames gemaakt op verschillende hoogtes en onder verschillende hoeken. Met deze opnames is door middel van verschillende, in literatuur gevonden, methodes het oppervlakte bepaald. Er zijn drie verschillende methodes gevonden. De toegepaste methode is de roostermethode. Bij deze methode worden de bladeren op een opname omlijnd en worden de vierkante centimeters geteld. Met de uitkomsten van dit onderzoek is bepaald op welke hoogte en onder welke hoek de camera gemonteerd moet worden op de robot om een zo groot mogelijk bladoppervlak te kunnen meten. Uit het praktische onderzoek is gebleken dat de camera op drie verschillende posities gemonteerd moet worden om een zo groot mogelijk bladoppervlak te kunnen meten. De drie posities zijn:

- op 1,5 meter hoogte onder een hoek van 60 graden omlaag
- op 2,0 meter hoogte onder een hoek van 30 graden omlaag
- op 1,0 meter hoogte onder een hoek van 60 graden omhoog

Een andere vraag van Metazet was hoe groot de omvang moet zijn van een steekproef om een representatief beeld te krijgen van de gehele kas. Dit is een apart onderzoek geworden en heeft een eigen hoofdvraag. Die hoofdvraag luidt: Hoe groot moet de omvang zijn van de steekproef om een uitspraak te kunnen doen naar de bladaantasting op tomatenplanten in de kas?

Om deze vraag te beantwoorden is er een onderzoek gedaan naar formules die te gebruiken zijn voor de steekproefgrootte. Naast dit onderzoek is er ook onderzocht op wat voor manier de steekproef uitgevoerd moet worden.

Uit deze onderzoeken is gebleken dat de steekproef een omvang moet hebben van 2.969 planten van de totale 208.333 planten die er in de kas aanwezig zijn. Daarnaast is er vastgesteld dat de getrapte steekproef methode de beste manier van steekproef trekken is, omdat hier rekening wordt gehouden met clusters en er binnen iedere cluster meerdere, maar niet alle planten, worden gecontroleerd.

Summary

The Expertise Center at the TIS Delft has several ongoing projects carried out. These projects are executed on behalf of different companies. One of these projects is the *Greenhouses of the Future* project. In this project the Expertise Center designs, commissioned by Metazet, a robot called MonibotX, which can measure different plant conditions. The MonibotX must have an instrument which can measure the thickness of the stem. Also it must have some camera's that can observe leaf sickness.

The problem of which Metazet came to the Expertise Center is that there must be found a solution in the form of a robot that can measure the condition of a tomato plant. The current way of observing tomato plants for leaf sickness is looking at the leafs with the human eye. This way of observing is a labor-intensive job. The question to answer for this problem is: At which position and under which angel the camera must be mounted on the MonibotX to get the largest amount of leaf surface of tomato plants to detect leaf sickness.

This problem is solved by doing a practical research in de demokwekerij in Honselersdijk. In the demokwekerij there are camera shots taken at different heights with different angles. With the camera shots, the leaf surface can be determined by different methods. There are three different methods to determine the leaf surface, but the method that has been chosen is the grid method. In this method, the camera shot gets a grid of square centimeters and the leaves are outlined and the square centimeters will be count. With the results of this research the height and the angle of the camera mounted on the robot will be determined. So the robot can observe the largest leaf surface. The result of the practical research has shown us that the camera can be placed at three different positions on the MonibotX, namely:

- At a height of 1.5 meters with an angle of 60 degrees facing down
- At a height of 2.0 meters with an angle of 30 degrees facing down.
- At a height of 1.0 meters with an angle of 60 degrees facing up.

In addition, they also want to know how large the sample must be to get a representative picture of the whole greenhouse. For this additional research, there is a separate question prepared, namely: How large must be the sample to make a statement about leaf sickness on tomato plants in the greenhouse.

To answer this question there has been done some research on different formulas that can be used to calculate the sample. Next to that, there has been done some research to the way of sampling in the greenhouse.

The answer of this additional subject is that the sample must be at least 2.969 plants of a total of 208.333 plants in the greenhouse. Next to that, the way of sampling that's the best option in the greenhouse is the "stepped sample". Because at this way of sampling the greenhouse is separated in different clusters and inside each cluster there will be some sampling. So in each cluster of the greenhouse some plants will be checked.

Inhoudsopgave

Inleiding.....	8
1. Achtergrond informatie	9
1.1 Bedrijfsinformatie	9
1.1.1 Het Expertisecentrum.....	9
1.1.2 Greenhouse of the Future.....	10
1.1.3 Metazet	11
1.2 De Opdracht	12
1.2.1 Wat houdt de opdracht in	12
1.2.2 Hoe is de opdracht op te lossen.....	12
1.2.3 Wat is er al gedaan?	13
1.2.4 Relevantie van de opdracht.....	13
1.2.5 Afbakening van de opdracht	13
1.2.6 Wat is het gewenste resultaat	14
1.2.7 Aanvullende opdracht	14
2. Onderzoeksmethode.....	15
2.1 Deskresearch	15
2.1.1 Vooronderzoek	15
2.1.2 Demokwekerij	16
2.1.3 Ziektes	16
2.2 Field Research	16
2.2.1 Huidige manier van bladcontrole.....	16
2.2.2 Camera opnames in demokwekerij	17
3. Bladoppervlak.....	20
3.1 Methodes.....	20
3.1.1 Roostermethode	21
3.1.2 Formulemethode	22
3.1.3 Weegmethode	23
3.2 Methode keuze	23
3.2.1 Vergelijking methodes.....	23
3.2.2 Conclusie methode	25

3.3	Toepassen methode.....	26
3.3.1	Perspectivische verkleining	26
3.3.2	Bepalen optimale camerapositie	26
3.4	Conclusie camerapositie	29
4	Steekproef.....	30
4.1	Aanvullende opdracht.....	30
4.1.1	Hoofdvraag en deelvragen	30
4.2	Steekproefgrootte.....	30
4.2.1	Steekproefgrootte formules.....	30
4.2.2	Keuze formule	34
4.3	Steekproef	35
4.3.1	Aselecte steekproeven	35
4.3.2	Keuze van steekproef methode	38
	Conclusie	39
	Aanbeveling & Implementatie	40
	Aanbeveling.....	40
	Implementatie	40
	Literatuur & overige bronnen	41
	Literatuur	41
	Digitale bronnen	41
	Bijlagen	44
	Bijlage I Competenties.....	44
	Bijlage II Foto' s Demokwekerij.....	48
	Bijlage III Projecten Expertisecentrum	52
	Bijlage IV Plantenziektes.....	53
	Bijlage V Gegevens van MonibotX	56

Inleiding

Kroes: Vrij baan voor de robot

München - Ze bedienen camera's en bouwen auto's. Ze gingen onverschrokken en zonder gezondheidsrisico's de lekkende kerncentrales van Fukushima in. Ze zijn inzetbaar in de thuis- en gezondheidszorg, maar ook in de landbouw. Anders dan 70 procent van de Europeanen nu nog gelooft, gaat het geslachtloze apparaat ons geen banen kosten maar banen opleveren, volgens Kroes alleen de komende 8 jaar al zo'n 2 miljoen. Dat is niet alleen werkgelegenheid die samenhangt met de ontwikkeling en bouw van de robots, maar ook doordat de robots ons in staat stellen tot productieverhoging in bijvoorbeeld de landbouw en auto-industrie en tot concurrentie met de lageloonlanden. De robots dringen steeds meer door in ons professionele bestaan, onder meer in de bouw, logistiek, schoonmaak en inspectie/onderhoud.

Zoals hierboven is beschreven is de robot onmisbaar geworden in de maatschappij. Zo wordt er nu een robot ontworpen door de studenten van de Haagse Hogeschool, werkend in het Expertisecentrum te Delft, die in te zetten is in de kassenbouw. Dit is in opdracht van Metazet. Het probleem wat zich voor doet binnen de kas is dat de planten in een kas besmet kunnen raken met schimmels en plagen. Dit wordt gecontroleerd door met het blote oog de bladeren te bekijken en vast te stellen of er symptomen optreden van een schimmel of plaag. Dit is erg arbeidsintensief en kost veel tijd en dus zijn de kosten voor het controleren van de planten erg hoog. Een robot, die deze handeling kan verrichten, zou een toegevoegde waarde zijn voor het bedrijf. Deze robot moet verschillend meetapparatuur bevatten om de schimmels en plagen waar te kunnen nemen op tomatenplanten. Dit meetapparatuur zal bestaan uit een aantal camera's en een lamp die speciaal licht uit kan zenden. Hiermee kunnen ziektes worden gedetecteerd.

Het doel van dit verslag is om een advies te schrijven over hoe de camera op de robot gemonteerd moet worden om ziektes te kunnen waarnemen op tomatenplanten. Dit advies is bedoeld voor het Expertisecentrum. De onderzoeksvraag die hierbij centraal staat is: *Op welke posities en onder welke hoek moeten de camera's op de MonibotX gemonteerd worden om een zo groot mogelijk bladoppervlak te meten van een tomatenplant om ziektes en bladaantasting te kunnen constateren?*

In het eerste hoofdstuk wordt een omschrijving gegeven van de opdracht, hoe deze is ontstaan, wat de relevantie is van de opdracht en hoe de opdracht is op te lossen aan de hand van de opgestelde hoofd- en deelvragen. Daarna wordt er in hetzelfde hoofdstuk wat verteld over waar de stage is gelopen en voor wat voor bedrijf deze opdracht is gedaan. In hoofdstuk twee wordt verteld welke onderzoeksmethodes er gebruikt zijn en hoe deze toegepast zijn op de opdracht. In hoofdstuk drie wordt er antwoord gegeven op de deelvragen. In hoofdstuk vier komt de aanvullende opdracht aan bod en wordt er een advies gegeven met betrekking tot de aanvullende opdracht. Na dat de deelvragen beantwoord zijn, wordt er een conclusie gegeven van de opdracht en de aanvullende opdracht. Daarbij wordt er ook een aanbeveling gedaan en een implementatie geschreven voor de opdrachtgever.

1. Achtergrond informatie

In dit hoofdstuk wordt er achtergrond informatie gegeven over de opdrachtgever. Ook zal er verteld worden wat de opdracht is die is uitgevoerd door de student. In dat deelhoofdstuk wordt er verteld wat precies de probleemstelling is en hoe deze is op te lossen.

1.1 Bedrijfsinformatie

Er is stage gelopen in het Expertisecentrum dat gevestigd is in de Haagse Hogeschool te Delft. Binnen het Expertisecentrum loopt een project genaamd Greenhouse of the Future. Dit project is opgezet naar aanleiding van een probleemstelling die is voortgekomen vanuit het bedrijf Metazet. De probleemstelling die centraal staat binnen dit verslag is een onderdeel van het project Greenhouse of the Future. In dit hoofdstuk wordt er nader ingegaan op wat precies het Expertisecentrum is, het project Greenhouse of the Future en het bedrijf Metazet.

1.1.1 Het Expertisecentrum

Het Expertisecentrum van de TIS Delft staat centraal bij het uitwisselen van kennis tussen het bedrijfsleven en de studenten van de TIS Delft. Enerzijds kloppen bedrijven bij het Expertisecentrum aan met een probleem in een vorm van een opdracht. Anderzijds komen studenten bij het Expertisecentrum met de vraag of er een stageplek beschikbaar is bij één van de lopende opdrachten die aangeboden is door één van de bedrijven.

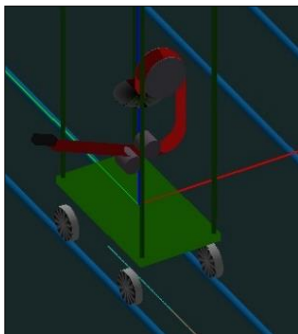
Het Expertisecentrum speelt hierin een belangrijke rol in de vorm van:

1. Het schakelen tussen de bedrijven en het onderwijs in de vorm van bedrijfsprojecten waarin onderzoeks- en ontwikkelingsvragen beantwoord worden door studenten binnen het reguliere onderwijs in projecten.
2. Leiding geven aan de uitvoering van grootschalige multidisciplinaire projecten

Zoals hierboven beschreven, worden er projecten opgezet als er bedrijven zijn die opdrachten aanbieden. Deze opdrachten bevatten vaak complexe probleemstellingen die door meerdere studenten van verschillende opleidingen aangepakt kunnen worden. Dit was ook het geval bij de probleemstelling van Metazet. Metazet heeft aangegeven dat ze een oplossing willen voor het feit dat er veel arbeidsintensief werk verricht wordt in een kas. Het arbeidsintensieve werk moet gereduceerd worden en hier moet een innovatieve oplossing voor komen. Het Expertisecentrum heeft aan deze probleemstelling een project gekoppeld genaamd Greenhouse of the Future. Dit project wordt in de volgende deel paragraaf nader uitgelegd.

1.1.2 Greenhouse of the Future

Naar aanleiding van het probleem wat Metazet heeft voorgelegd aan het Expertisecentrum is er een innovatieve oplossing bedacht. Als oplossing is er een robot, genaamd MonibotX, ontwikkeld die de plantcondities van tomatenplanten kan meten. Het is erg arbeidsintensief om alle planten in een kas, tomatenplanten, te controleren met het blote oog. Een robot moet hier een oplossing voor bieden. Voordat deze MonibotX kan meten hoeveel planten er besmet zijn binnen een kas, moet er bepaald kunnen worden waar deze rijdt en welke route hij af moet leggen. Hierna is het erg belangrijk dat er ontwikkelingen worden bedacht voor de verschillende functies van de robot. De MonibotX moet onder andere de plantcondities van tomatenplanten kunnen meten met behulp van attributen op de robot, zoals een contactloze knopdiktemeter¹ en camera's waarmee de bladeren van een plant in beeld gebracht kunnen worden. In afbeelding 1 is een eerste tekening te zien van de MonibotX, hierin zijn de meetinstrumenten nog niet ingetekend omdat nog niet bekend is waar deze gemonteerd moet worden op de MonibotX. Hierboven zijn verschillende onderdelen van het project genoemd. Deze onderdelen zijn deelopdrachten en kunnen onafhankelijk van elkaar volbracht worden. Ook zijn er verschillende specialisaties en opleidingen nodig om het volledige probleem op te lossen. Er worden dus meerdere opdrachten tegelijkertijd uitgevoerd binnen een project. Eén van de opdrachten is het bepalen van de optimale camerapositie op de MonibotX. Voor deze probleemstelling wordt in dit verslag een oplossing geboden aan het Expertisecentrum.



Afbeelding 1: Eerste tekening van de MonibotX

Naast het project *Greenhouse of the Future* zijn er nog andere lopende projecten binnen het Expertisecentrum, namelijk:

- Composail
- Sustainable Mobility
- Technology for Healthcare
- Evented
- Housing of the Future

In Bijlage III is meer informatie te vinden over de vijf bovenstaande projecten.

¹Een contactloze knopdiktemeter is een meetinstrument waarmee de grote van een knop van een tomatenplant gemeten kan worden.

1.1.3 Metazet

Metazet is een bedrijf dat in ruim 30 jaar is uitgegroeid tot wereldmarktleider van diverse teelt- en ondersteuningsmaterialen voor de glastuinbouwbranche. Metazet is bij het Expertisecentrum aangekomen met het probleem dat er arbeidsintensief werk geleverd moet worden om de planten te controleren. Het Expertisecentrum heeft dit probleem met open arme ontvangen en er een project van gemaakt, genaamd Greenhouse of the Future. Hieruit blijkt dat Metazet een innovatief bedrijf is in de kassenbouw omdat ze het kweken van groente en fruit willen optimaliseren en willen zorgen dat er minder bladaantastingen ontstaan binnen een kas. Metazet wil een grote stap maken in de kassenbouw, door het proces van het controleren van planten op bladaantasting te automatiseren. Om dit werkelijkheid te maken is het project Greenhouse of the Future ontstaan voor het ontwikkelen van de MonibotX.



Afbeelding 2: Logo Metazet

1.2 De Opdracht

Naar aanleiding van het probleem wat Metazet heeft voorgelegd bij het Expertisecentrum is er een project ontstaan genaamd Greenhouse of the Future. Een onderdeel van dit project is het bepalen van de camerapositie van de MonibotX. Hieronder wordt beschreven wat precies de opdracht is en hoe deze uitgevoerd gaat worden om tot een goede oplossing te komen voor Metazet.

1.2.1 Wat houdt de opdracht in

Het Expertisecentrum van TIS Delft is in opdracht van Metazet een robot aan het ontwikkelen waarmee de plantcondities in kaart gebracht kunnen worden, dit omdat het nu met het blote oog wordt gedaan en dat erg arbeidsintensief is. Op de robot moeten meerdere meetinstrumenten gemonteerd worden om de plantcondities te kunnen meten. Om aan het einde van het hele project een robot te hebben die de plantcondities van tomatenplanten kan meten, is het project opgesplitst in verschillende opdrachten, zo is er een opdracht waar een contactloze knopdiktemeter ontworpen wordt. Een ander onderdeel is de mogelijkheid om met de MonibotX ziektes en bladaantasting te kunnen meten van tomatenplanten. Hiervoor moeten er camera's op de MonibotX gemonteerd worden. Deze camera's moeten in de juiste positie geplaatst worden, zodat er zo veel mogelijk bladoppervlak te zien is. Het bepalen van de camerapositie is de opdracht voor dit verslag.

De onderzoeksvraag van dit verslag is daarom ook:

Op welke posities en onder welke hoek moeten de camera's op de MonibotX gemonteerd worden om een zo groot mogelijk bladoppervlak te meten van een tomatenplant om ziektes en bladaantasting te kunnen constateren?

1.2.2 Hoe is de opdracht op te lossen

Om te weten hoe het probleem opgelost gaat worden kijken we eerst nog even terug wat precies het probleem was. Het probleem was dat er nu met het blote oog gecontroleerd wordt of een tomatenplant ziek is of niet. Dit is erg arbeidsintensief werk en kost veel tijd. Zoals hierboven al verteld is, zullen er camera's op de robot geplaatst worden om het bladoppervlak van een plant in beeld te brengen. De camera's bieden de oplossing voor het probleem, maar er moet wel eerst bepaald worden op welke positie de camera het meeste bladoppervlakte kan meten. Deze vraag staat centraal in dit verslag. Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn er verschillende deelvragen opgesteld. Deze deelvragen bieden handvaten om de uiteindelijke hoofdvraag te kunnen beantwoorden. De deelvragen zijn als volgt:

1. Hoe kan het grootste bladoppervlak per opname gemeten worden?
2. Op welke hoogte moet de camera geplaatst worden?
3. Onder welke hoek moet de camera geplaatst worden?

Het is belangrijk om te weten hoe het grootste bladoppervlak gemeten kan worden. Als het bekend is op wat voor manier het grootste bladoppervlak gemeten kan worden kan hiermee een goed advies geschreven worden voor de camerapositie op de MonibotX. De tweede en derde deelvragen zullen samen een antwoord kunnen geven over de camerapositie, zoals die op de MonibotX geplaatst moet worden.

Om de eerste deelvraag te kunnen beantwoorden moet er een literatuur onderzoek gedaan worden om achter deze informatie te komen. Naast dat er literatuur gezocht wordt, zal er ook vanuit andere bronnen informatie gehaald worden. Deze informatie wordt dan toegepast om het bladoppervlak op een opname te bepalen. De tweede en derde deelvraag moet beantwoord worden door middel van een praktisch onderzoek.

De tweede en derde deelvraag worden beantwoord aan de hand van field research. Er wordt een bezoek gebracht aan de demokwekerij om een zo realistisch mogelijk beeld te vormen van een kas en hoe de MonibotX uiteindelijk gaat functioneren. Bij dit onderzoek zal er gekeken worden welke hoek van de camera het grootste bladoppervlak per opname kan zien. Alle deelvragen worden behandeld in hoofdstuk drie.

1.2.3 Wat is er al gedaan?

Omdat het een groot project is, waar al een aantal jaren aan gewerkt wordt, staan er al een aantal factoren vast. Zo is al bepaald dat er een robot, genaamd de MonibotX, automatisch door de kas zal gaan voortbewegen. Daarnaast is er al bepaald dat de camera die op de robot gemonteerd zal gaan worden geen normale camera zal worden, aangezien hier mee geen plantenziektes waargenomen kunnen worden. Er zal dus gebruik worden gemaakt van een speciale camera waar ziektes en plantaantasting mee waargenomen kunnen worden. Dit onderzoek wordt echter uitgevoerd met een gewone camera. Er is niet de mogelijkheid geweest om met een speciale camera te werken. Alle uitkomsten uit dit verslag zijn daarom gebaseerd op de resultaten van een gewone camera.

1.2.4 Relevantie van de opdracht

In de kassenbouw is het erg belangrijk dat er gezonde producten worden geoogst. Zo ook de tomaten die voort komen van de tomatenplant. Met het blote oog zijn schimmels, infecties of ziektes waar te nemen, maar dit kost erg veel tijd en is arbeidsintensieve werk. Het is dus van belang dat er een oplossing voor dit probleem wordt gezocht. Het is belangrijk dat er gezonde producten worden geoogst. Ook is het voor het bedrijf Metazet belangrijk dat dit ook steeds sneller kan gebeuren. Als kaspersoneel steeds meer zou moeten werken wordt het nog arbeidsintensiever en bij het inzetten van meer personeel wordt het veel duurder. De enige oplossing is het werk automatiseren. De oplossing voor dit probleem is daarom ook een robot die kan zien of er zich schimmels, infecties of ziektes bevinden op de plant. Zodra bepaald is wat de optimale camerapositie is op de robot, zal dit voor Metazet een grote stap vooruit zijn in het automatiseren van de kas, zodat het minder arbeidsintensief zal worden.

1.2.5 Afbakening van de opdracht

Binnen deze opdracht zijn er verschillende afbakeningen. Deze afbakeningen worden hieronder verteld en toegelicht.

- De eerste afbakening van deze opdracht is, is dat het advies wat gegeven wordt over de camerapositie op de MonibotX alleen betrekking zal hebben op tomatenplanten en niet op andere planten.
- De tweede afbakening binnen deze opdracht is dat er alleen onderzoek wordt gedaan naar ziektes die op de bladeren waar te nemen zijn. Dat heeft als reden dat er alleen wordt bepaald hoe veel bladoppervlak te zien is op een opname en hierbij niet wordt gekeken naar de stam, takken en knoppen.

1.2.6 Wat is het gewenste resultaat

Het resultaat wat uiteindelijk geleverd moet worden is ten eerste op wat voor manier de camera op de MonibotX geplaatst moet gaan worden. Door dit advies zal de MonibotX het arbeidsintensieve en tijdrovende werk over gaan nemen en zullen er kosten bespaard kunnen worden. Daarnaast zal er, aangezien het geautomatiseerd is, sneller worden bepaald of planten ziektes bij zicht dragen. Hierop volgend kan er actie worden ondernomen, wat er voor zorgt dat er geen besmettingen plaats kunnen vinden in de kas.

1.2.7 Aanvullende opdracht

Naast het bepalen van de camerapositie is er gevraagd door de opdrachtgever om een extra aanvullende opdracht uit te voeren. Het kost erg veel tijd als een robot elke plant helemaal moet controleren. De opdrachtgever heeft daarom gevraagd om te berekenen hoeveel planten in een kas bekeken moeten worden, om een uitspraak te kunnen doen of een deel van de kas ziek is of niet. Dit is door de opdrachtgever benoemd als het nemen van een steekproef. In dit verslag wordt hiervoor dan ook de term steekproef gebruikt.

De hoofdvraag die aansluit bij de aanvullende opdracht luidt:

Hoe groot moet de omvang zijn van de steekproef om een uitspraak te kunnen doen naar de bladaantasting op tomatenplanten in de kas?

Om een antwoord te kunnen geven op deze hoofdvraag zijn er deelvragen opgesteld. De deelvragen die beantwoord moeten worden zijn:

1. Welke manieren van steekproef trekken zijn er?
2. Welke formules kunnen er gebruikt worden bij het bepalen van de steekproefgrootte?

De deelvragen worden vooral beantwoord op basis van bestaande literatuur. Er is gezocht naar bestaande methodes die aansluiten bij deze opdracht.

2. Onderzoeksmethode

Er is gebruik gemaakt van twee soorten onderzoeksmethodes: field research en desk research. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het deskresearch beschreven. Ook wordt het proces beschreven van het field research.

2.1 Deskresearch

Hieronder worden verschillende resultaten besproken uit het desk research wat gedaan is door de student. De resultaten zijn relevant voor het onderzoek en voor de werkelijke realisatie van het project Greenhouse of the Future.

2.1.1 Vooronderzoek

Er is een literatuuronderzoek gedaan om te kijken hoe er in deze tijd onderzoek gedaan wordt naar de aantasting op bladeren en het in beeld brengen van deze aantasting. Uit het onderzoek is gebleken dat er nog bijna geen onderzoek is gedaan naar het computergestuurd controleren op plantaantasting en het meten van bladoppervlak. Echter is er wel apparatuur (een camera) die met een bepaalde software het blad oppervlak kan meten van kleine kamerplantjes. Dit systeem kan niet alleen het bladoppervlak bepalen van plant, maar ook allerlei andere gegevens over de plant. Hierbij moet gedacht worden aan de afmeting van een plant maar ook het tellen van knoppen en bloemen.² In de kas van Metazet wordt de controle van bladaantasting gedaan door met het blote oog naar de plant te kijken om te kijken of er symptomen voor doen van een bladziekte.

Voor losse kamerplantjes is het al mogelijk om metingen te doen naar Botrytis. Botrytis is een plantenziekte die voor kan komen op bladeren. De verschillende plantenziektes die voor kunnen komen bij tomatenplanten komen later nog aan bod in dit hoofdstuk. Er kan met behulp van de MIPS (Multiple Imaging Plant Stress) pulsed LED camera gezocht worden naar plantenziektes. Deze camera vuurt met LED's zeer felle lichtflitsen op een plant af. Bij elke flits wordt het bladgroen meer verzadigd en gaat het fluoresceren. Dit is waar te nemen met een snelle camera. Botrytisaantasting is te zien door dat de fluorescentie stijgt omdat de efficiëntie van de fotosynthese daalt. Daarnaast kunnen ook nog andere schimmels worden waargenomen, deze zijn te zien op het beeld. Dit is namelijk te herkennen aan de bruinere delen van het waargenomen beeld.³

Deze camera zou dus wat kunnen betekenen voor het project greenhouse of the future. Echter wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van een gewone camera. De speciale camera zou in werkelijkheid de gewone camera kunnen vervangen. Het feit dat er een onderzoek is gedaan met een normale camera heeft verder geen gevolgen voor de uitkomsten. De uitkomsten zouden toegepast kunnen worden op een speciale camera.

Zoals hierboven beschreven is, zijn er wel technieken om de bladeren van een plant te onderzoeken op bladaantasting. Deze worden alleen nog maar toegepast op potplanten en niet op planten in een kas.

² CODEMA Systems Group, SDF Vision, N.D.

³ Onder glas, 2008, nummer 12

2.1.2 Demokwekerij

De demokwekerij bevindt zich in Honselersdijk in het Westland. De demokwekerij is ontstaan in 2001 met het doel om tuinbouwleveranciers direct in contact te brengen met de kweker. De demokwekerij is in 2006 begonnen met het ontwikkelen van onderzoeksafdelingen. Op dit moment beschikken ze over 41 teeltafdelingen waarin onderzoeken worden gedaan. Ze voeren onderzoeken uit op het gebied van klimaat, belichting, teeltsystemen en gewasbeschermingsmiddelen. Er zijn verschillende soorten groepen die onderzoek laten uitvoeren door de demokwekerij, denk dan aan kwekers, leveranciers, kassenbouwers maar ook onderwijs- en kennisinstellingen. Naast dat er onderzoek gedaan wordt naar allerlei aspecten binnen een kas worden er ook demonstraties gegeven over de laatste technieken. Hierbij moet je denken aan verschillende manieren van het opvangen van regenwater om in de kas te gebruiken of verschillende soorten lampen die gebruikt kunnen worden voor een beter resultaat bij de groei van de planten.⁴

2.1.3 Ziektes

In een kas kunnen verschillende soorten ziekte voorkomen. Ieder van deze ziektes hebben hun eigen kenmerken en bestrijdingswijze. De ziektes die het meest voor komen in de kas bij tomatenplanten zijn:

- Bladbotrytis
- Meeldauw/witziekte
- Bladvlekkenziekte
- Witte vliegen
- Bladluizen

Meer uitleg over deze ziektes is te vinden in Bijlage IV. Hierin wordt verteld waaraan je de ziekte kan herkennen en hoe de ziekte te bestrijden is.

2.2 Field Research

In deze deelparagraaf wordt het field research besproken. Hierin wordt het onderzoek beschreven wat gedaan is in de demokwekerij.

2.2.1 Huidige manier van bladcontrole

De vijf ziektes die eerder genoemd zijn in dit hoofdstuk zijn de meest voorkomende plantenziektes die er in een kas kunnen ontstaan. Er is gezocht naar methodes voor het controleren van planten in de kastuinbouw. Tot op heden wordt het controleren op deze ziektes gedaan door middel van met het blote oog te kijken naar de planten. Zodra er een ziekte geconstateerd wordt, wordt de plant “gemarkeerd”. Daarna zal de plant behandeld worden voor de ziekte die hij heeft opgelopen. Deze manier van controleren kost veel tijd en is erg arbeidsintensief. Tot op heden wordt er alleen nog maar onderzoek gedaan naar de technische manieren van het controleren en hoe deze toegepast kunnen worden in de praktijk. Echter worden deze technieken nog nergens toegepast in een kas. Dit is gebleken uit het vooronderzoek wat er gedaan is en eerder dit hoofdstuk is beschreven.

⁴ Demokwekerij, 2014, Homepage

2.2.2 Camera opnames in demokwekerij

Om het bladoppervlak te kunnen bepalen is er een mogelijkheid geweest om bij de demokwekerij foto's te maken van de tomatenplanten. Er is een afspraak gemaakt via Meneer Lambers. Het heeft een aantal weken geduurd voordat de afspraak bij de demokwekerij plaats vond. Samen met twee andere studenten van de TIS Delft is er een bezoek gebracht aan de demokwekerij. De twee andere studenten kwamen voor een ander onderzoek. Bij de demokwekerij was er een afspraak met Roy Wubben. Roy Wubben is projectmanager bij de demokwekerij en begeleidt verschillende projecten van verschillende scholen en groepen bij onderzoeken naar plantcondities. Voordat het praktische onderzoek werd uitgevoerd is er door Roy Wubben een rondleiding gegeven door de demokwekerij en is er verteld waar de demokwekerij zich mee bezig houdt. Na de rondleiding van Roy Wubben is het praktische onderzoek uitgevoerd in een kas. Er werd een plaats gewezen in een aparte testafdeling, waarin geen onderzoek gedaan werd met ziektes maar met klimaatveranderingen. Er werd aan gegeven dat het praktische onderzoek gedaan moest worden aan het einde van een rij met tomaten planten. Het was niet toegestaan om tussen de plantenrijen het onderzoek te doen. Hierdoor is het onderzoek maar op één plant gebaseerd. Dit is niet erg, omdat elke plant op dezelfde wijze groeit. Er kan vanuit gegaan worden dat deze plant representatief is voor de gehele kas. Hiermee wordt bedoeld dat de planten in een kas op dezelfde wijze worden gekweekt en verzorgd. Er kunnen verschillen ontstaan tussen de planten, maar deze verschillen zijn niet groot. Een verschil wat kan ontstaan is dat de laatste plant in een rij meer opzij groeit dan een plant in het midden van de rij. Ook zijn er geen verschillen in soorten planten en dus de soorten bladeren. Het onderzoek wat uitgevoerd is kan dus toegepast worden op alle planten in een kas. Om die reden kan er dus onderzoek gedaan worden op één plant.

Het doel

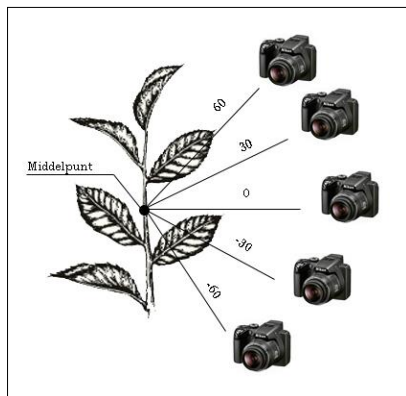
Het doel van dit bezoek was het verkrijgen van opnames van de tomatenplanten. De opnames zijn gemaakt met een gewone camera. Met deze opnames kan later het bladoppervlak bepaald worden van de tomatenplanten. De gegevens die uit de opnames van de camera komen zijn belangrijk voor het verdere onderzoek. Aan de hand van deze gegevens kan de positie van de camera's op de MonibotX bepaald worden. Dit onderzoek wordt gedaan, omdat in tegenstelling tot kleine kamerplanten hier niet het bladoppervlak automatisch bepaald kan worden.

De aanpak

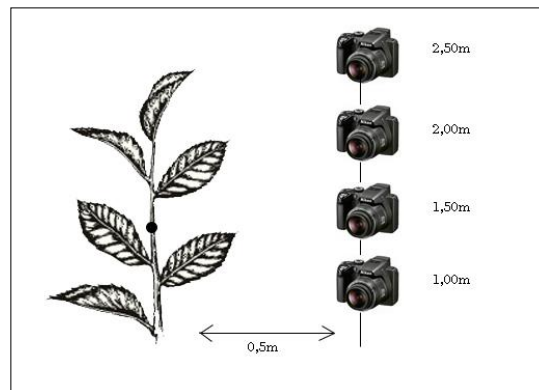
Zoals eerder verteld is heeft de demokwekerij 41 teeltafdelingen. De meeste teeltafdelingen zijn gesloten omdat er een bepaald onderzoek aan de gang was waar geen verse lucht bij mocht komen. Er is een afdeling die gebruikt wordt om de bladaantasting te bepalen bij klimaatveranderingen. In deze afdeling zijn de camera opnames gemaakt. Voordat de cameraopnames gemaakt konden worden is er bepaald welke methode van opnames maken de beste was. Daar zijn twee verschillende manieren voor bedacht. De twee bedachte manieren zijn:

1. De camera in een bepaald hoek zetten t.o.v. het middelpunt van de plant.
2. De camera op een vaste afstand, maar op verschillende hoogtes instellen

In afbeelding 3 en 4, zijn de twee verschillende mogelijkheden schematisch afgebeeld. Deze zijn hieronder te zien.



Afbeelding 3: Mogelijkheid 1



Afbeelding 4: Mogelijkheid 2

Zoals in afbeelding 3 zu sehen ist, ist die Kameraposition abhängig von der Pflanze und dies ist nicht der Fall bei der zweiten Möglichkeit (dies ist zu sehen in afbeelding 4). Bei der zweiten Methode werden Kameraufnahmen von fest gewählten Werten auf verschiedenen Höhen allein von einer festen Distanz, Kameraaufnahmen von fest gewählten Werten auf verschiedenen Höhen.

Daum es ist gewöhnt, um die Foto's zu machen auf der zweiten Methode, die Kamera auf einer festen Distanz zu platzieren auf verschiedenen Höhen. Diese Entscheidung ist gemacht, weil es schwierig ist, für jede Pflanze zu bestimmen, was das Zentrum ist der Pflanze. Das Zentrum der Pflanze ist schwierig zu bestimmen, weil alle Pflanzen nebeneinander wachsen, wodurch es keine Unterscheidung gemacht werden kann zwischen den verschiedenen Pflanzen. Die gewählte Methode ist einfach und ist auf jede Tomatenpflanze anwendbar. So wie auch in der Abbildung zu sehen ist, ist die Kamera auf einer Distanz von 0,5 Metern platziert. Es geht von einer halben Meter aus, weil der Raum zwischen den Reihen der Pflanzen nicht breiter ist als 1,5 Meter. Dies bedeutet, dass der MonibotX durch die Reihen gehen kann, aber es muss noch eine Distanz zwischen der Pflanze und der Kamera sein. Eine halbe Meter ist eine gute Option. So kann der MonibotX durch die Reihen fahren und können gute Kameraaufnahmen gemacht werden.

Nachdem die Entscheidung ist gemacht, um die zweite Methode zu verwenden, ist es gekehrt, auf welche Höhen die Foto's aufgenommen werden müssen. In der Versuchsanordnung machen sie Gebrauch von Teelsgoten. Teelsgoten sind lange Behälter, die über dem Boden hängen, in denen die Erde sitzt und automatisch Wasser und Nährstoffe an die Pflanze gegeben werden. Die Teelsgoten hängen 50 Zentimeter über dem Boden, deshalb ist es gewählt, um nicht von dem Boden aus eine Aufnahme zu machen. Die Pflanze, von der ich die Aufnahmen gemacht habe, war ungefähr drei Meter hoch, mit den 50 Zentimetern dazugerechnet. Die verschiedenen Höhen, die gewählt wurden, sind 1 Meter, 1,5 Meter, 2 Meter und 2,5 Meter. Es ist gewählt, um nicht höher zu gehen als 2,5 Meter, weil darüber die Pflanze sehr offen ist gegenüber der Pflanze in der Mitte. Außerdem ist das Obere der Pflanze auch zu sehen auf 2,5 Metern, so dass die ganze Pflanze im Bild gebracht werden kann.

Op de vier verschillende hoogte zijn de opnames onder verschillende hoeken genomen. De hoeken die hiervoor gekozen zijn, zijn: -60° , -30° , 0° , 30° , 60° . Deze vijf verschillende hoeken zijn gekozen omdat hierdoor niet veel overlapping plaats vindt in de opnames. De overlapping die ontstaat, is niet erg. Het is beter dat een planteziekte twee keer gezien wordt dan dat het over het hoofd wordt gezien en door blijft groeien in de tomatenplant. In totaal zijn er op 20 verschillende cameraposities opnames gemaakt. Om er zeker van te zijn dat er voor elke camerapositie een scherpe, goede opname gemaakt wordt, wordt er per camerastand een reeks van vijf opnames gemaakt. Achteraf wordt er bepaald welke van de vijf het beste is voor het bepalen van het bladoppervlak op de opname. De camera opnames zijn genomen met een digitale camera die gemonteerd is op een statief die in hoogte kan variëren. Daarnaast is het ook mogelijk om het statief onder verschillende hoeken vast te zetten, dit was dus erg handig bij de verschillende hoeken op de verschillende hoogtes. Het gebruikte statief kon echter niet 2,5 meter uitgestrekt worden. Om toch op een hoogte te kunnen staan van 2,5 meter is er aan Roy Wubben gevraagd of er een mogelijkheid was tot het gebruik van een verhoging. Dit was mogelijk en daarmee kon het statief een hoogte bereiken van 2,5 meter. Met behulp van een rolmaat zijn de hoogtes vast gesteld en is het statief vast gezet. Daarna is de hoek bepaald waaronder de camera moet staan, dit is bij iedere hoogte bepaald.

Het resultaat

Het gewenste resultaat van dit onderzoek is dat er op iedere camerapositie een duidelijke opname is, waarmee het bladoppervlak van de opname bepaald kan worden. Het is belangrijk om goede opnames te hebben, zodat het bladoppervlak goed bepaald kan worden. Het bladoppervlak kan bepaald worden aan de hand van verschillende methodes, deze methodes zullen in hoofdstuk drie nader uitgelegd worden. Daarna zal er met de beste methode voor deze situatie het bladoppervlak bepaald worden van alle opnamen. Als het bladoppervlak berekend is van iedere camera positie, kan daarmee bepaald worden bij welke positie het meeste gezien wordt en dus de beste camerapositie is. Om een betrouwbaardere uitspraak te doen naar het bladoppervlak op een bepaalde positie, zou het beter geweest zijn om van meerdere planten op verschillende plekken in de kas een meting te doen. Als er op verschillende plaatsen in de kas opnames gemaakt konden worden, had er per camerapositie (combinatie van hoogte en hoek) een gemiddelde bepaald kunnen worden van het waargenomen bladoppervlak. Zoals eerder verteld is, was de mogelijkheid hiertoe niet aanwezig. De resultaten van dit verslag zijn dus uitsluitend gebaseerd op één plant. De methode die uitgevoerd is zou gebruikt kunnen worden voor andere planten binnen de kas.

3. Bladoppervlak

Zoals eerder verteld is zal er op de MonibotX één of meerdere camera's geplaatst worden. De camera's zijn er om de bladeren van een tomatenplant in beeld te krijgen en zo eventuele bladaantasting waar te kunnen nemen. In hoofdstuk twee is het onderzoek wat uitgevoerd is in de demokwekerij nader uitgelegd. Deze gegevens zijn nodig om te weten te komen op welke positie en onder welke hoek de camera's geplaatst moeten worden op de MonibotX. In dit hoofdstuk worden er verschillende mogelijkheden gegeven voor het bepalen van het bladoppervlak. Nadat er gebleken is welke manier het beste is voor het bepalen van het bladoppervlak wordt er aan de hand van die methode het bladoppervlak op de foto's bepaald. Daarna zullen de resultaten worden gegeven van de uitgevoerde methode. Het is belangrijk dat het bladoppervlak bepaald wordt. Omdat met het bladoppervlak de optimale camerapositie bepaald kan worden. Met deze optimale camerastand kunnen de camera's op de MonibotX cameraopnames maken. Deze camera opnames zijn nodig om eventuele bladaantasting of ziektes te kunnen constateren op de bladeren. Uiteindelijk zorgt dit proces ervoor dat het proces geautomatiseerd kan worden en het dus een stuk minder arbeidsintensief wordt om bladaantasting of ziektes te constateren in een kas.

3.1 Methodes

Met een cameraopname is het mogelijk om een bladoppervlak te bepalen. Hiervoor zijn verschillende methodes te vinden. Alle methodes zijn gevonden in verschillende artikelen in de literatuur. Deze artikelen worden genoemd in de voetnoten. Het bepalen van het bladoppervlak kan niet geautomatiseerd worden, daarom is er gezocht naar verschillende methodes. Uit de literatuur is gebleken dat het bladoppervlak wel automatisch bepaald kan worden van kleine kamerplanten. Dit kan met een camera, door de opnames te zetten in speciale software. Echter is het kweken van kamerplanten veel kleinschaliger dan een kas met tomatenplanten. Het is dus erg belangrijk om een goede methode te vinden die volstaat in een grote kas.

De drie gevonden technieken zijn:

1. Roostermethode⁵
2. Formulemethode⁶
3. Weegmethode⁷

Er zijn drie verschillende methodes gevonden in de literatuur, de roostermethode, de weegmethode en de formulemethode. De namen van deze methodes zijn zelf bedacht en zijn dus niet terug te vinden in de literatuur. Deze namen zijn bedacht, omdat er geen benaming was gegeven en het belangrijk is dat de drie methodes uit elkaar gehouden kunnen worden in dit verslag. Eerst wordt er gekeken welke van de drie methodes toepasbaar is om het bladoppervlak te bepalen. De toepasbare methodes worden dan getoetst aan een aantal criteria. Na het toetsen aan de criteria wordt bepaald welke methode gebruikt zal worden om het bladoppervlak te bepalen van een tomatenplant. Dit zal later in het hoofdstuk nader worden toegelicht.

⁵ AAAS, 2014, *Surface Area of a leaf (Teacher Sheet)*

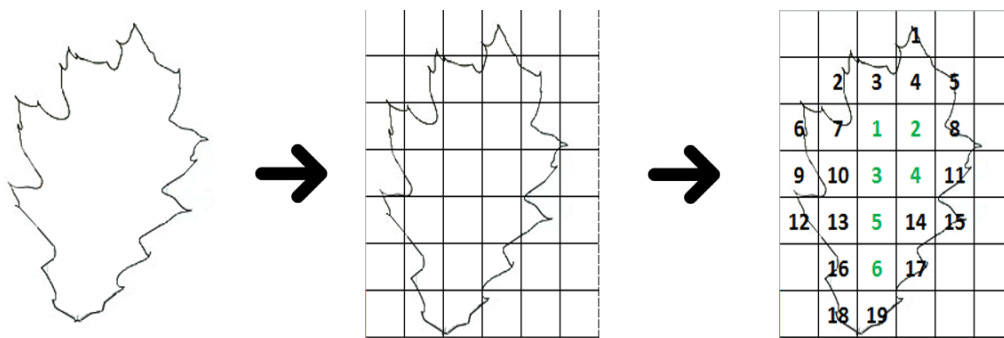
⁶ J. T. Tsialtas, S. Koundouras, E. Zioziou, 2008, *Leaf area – grapevine leaves*

⁷ S. K. Pandey and Hema Singh, 2011, *A Simple, Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation*

3.1.1 Roostermethode

De roostermethode is een hele praktische methode. Bij deze methode wordt er over een blad een raster gelegd met ruitjes van 1 cm^2 groot. In het raster wordt dan gekeken hoeveel gehele vierkante centimeters er te zien zijn en deze worden genummerd (in het voorbeeld groen genummerd). Daarna wordt er gekeken of er ruitjes zijn waarin een deel van het blad te zien is (deze zijn in het voorbeeld zwart genummerd). Alle gehele vierkante centimeters hebben een oppervlak van 1 cm^2 . De vierkante centimeters waarin maar een gedeelte van het blad te zien is, hebben een oppervlak van gemiddeld $0,5 \text{ cm}^2$. Als een blad niet helemaal te zien is binnen de cm^2 wordt dit dus ook benoemd als een $0,5 \text{ cm}^2$. Deze waarden worden gebruikt voor het bepalen van het bladoppervlak. Daarna wordt de rekensom gemaakt van halve cm^2 en gehele cm^2 .

Het proces van de roostermethode die hierboven is beschreven wordt hieronder, in afbeelding 5, schematisch weergegeven. Er wordt gebruik gemaakt van een afbeelding van een blad en niet van een opname die gemaakt is. Er is voor een schematisch blad gekozen om de methode overzichtelijker weer te kunnen geven.



Afbeelding 5: Roostermethode toegepast op een testblad

Nadat de ruitjes genummerd zijn kan er bepaald worden hoe groot het bladoppervlak is. Zoals verteld is hebben de ruitjes die maar gedeeltelijk bedekt zijn met het blad een oppervlakte van $0,5 \text{ cm}^2$. In het voorbeeld zijn 6 gehele ruitjes en 19 ruitjes die maar gedeeltelijk bedekt zijn met het blad, dus $0,5 \text{ cm}^2$. De totale oppervlakte van het blad is dan:

$6 \times 1 \text{ cm}^2 =$	$6,0 \text{ cm}^2$	
$(19 \times 1 \text{ cm}^2) / 2 =$	$9,5 \text{ cm}^2$	+
Totale bladoppervlak:	$15,5 \text{ cm}^2$	

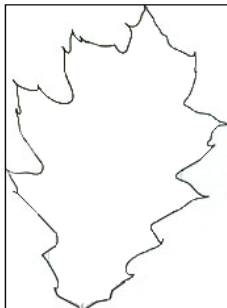
Toepasbaarheid Roostermethode

De roostermethode is toe te passen op de cameraopnames die zijn gemaakt in de demokwekerij. Door er een raster overheen te leggen kan met een formule het bladoppervlakte bepaald worden. Dit maakt de roostermethode geschikt voor het bepalen van het bladoppervlak. De roostermethode zal dus getoetst worden aan de verschillende criteria om te kijken of deze methode ook de beste methode is om het bladoppervlak te bepalen.

3.1.2 Formulemethode

Verschillende wetenschappers hebben onderzocht welke wiskundige formule het best gebruikt kan worden voor het bepalen van het bladoppervlak. Er zijn verschillende formules bruikbaar en iedere wetenschapper vindt weer een andere formule beter. Later in deze sub paragraaf wordt een voorbeeld gegeven van één van de formules. In deze formules worden twee variabele ingebracht, de *Lengte* en de *Breedte*. Hoe deze te bepalen is wordt hieronder uitgelegd.

Bij de formulemethode wordt een vierkant getekend om een geheel blad. Het is belangrijk dat het blad in zijn geheel in het vierkant te zien is. In afbeelding 7 is te zien hoe zo'n blad precies in een vierkant past. Zodra dit gedaan is kan de breedte en lengte van het blad bepaald worden. De breedte en de lengte worden gewoon gemeten aan de hand van het vierkant. Deze twee gegevens zijn in te vullen in alle wiskundige formules binnen de formulemethode.



Breedte: 4,8

Lengte: 6,6

Afbeelding 6

In het voorbeeld hierboven is bepaald dat het blad een lengte heeft van 6,6 cm en een breedte van 4,8 cm. Een voorbeeld van een formule die onderzocht is door een wetenschapper is: $0,68(l \times b) + 2,49$. Dit is een formule die op meerdere soorten bladeren toegepast kan worden. In de formule is de *l* is de lengte van het blad, dus 6,6 cm en de *b* is de breedte en die is 4,8 cm. Als in deze formule de bovenstaande gegevens worden ingevoerd zal er een bladoppervlak uit komen van: 24,03 cm².

Toepasbaarheid Formulemethode

De formulemethode is niet toe te passen bij dit onderzoek, omdat je voor het bepalen van het bladoppervlak een heel blad moet zien. In een opname is dat niet het geval, omdat er veel overlapping plaats vind. Het verschijnsel dat bladeren elkaar overlappen wordt occlusie genoemd. Deze methode is dus niet toe te passen en de formulemethode wordt dus niet getoetst aan de verschillende criteria. Aangezien de formulemethode niet toepasbaar is op dit onderzoek wordt er niet verder ingegaan op de verschillende formules en de toepassing van deze formules.

3.1.3 Weegmethode

De derde en laatste methode is de weegmethode. Bij de weegmethode wordt een cameraopname uitgeprint. Het papier waarop dit gedaan wordt is niet relevant. Bij deze methode wordt de opname gewogen en dit wordt gezien als het totale gewicht. Daarna worden de bladeren die te zien zijn op de opname uitgeknipt. De uitgeknipte bladeren worden gewogen en het gewicht van alle bladeren wordt bij elkaar opgeteld. Door het uitgeknipte gewicht te delen door het totale gewicht krijg je een percentage dat aangeeft hoeveel procent bladoppervlak er op die opname te zien is. Voor deze methode is wel een weegschaal nodig die heel nauwkeurig kleine hoeveelheden kan wegen.

Toepasbaarheid Weegmethode

De weegmethode is een methode die toepasbaar is voor het bepalen van het bladoppervlak. Echter is er wel een hele nauwkeurige weegschaal nodig, maar deze bestaat wel. Deze methode zal getoetst worden aan de verschillende criteria. Na het toetsen zal blijken of deze methode ook de best toepasbare methode is om het bladoppervlak te bepalen.

3.2 Methode keuze

Zoals in de voorgaande paragraaf is verteld zijn alleen de roostermethode en de weegmethode toe te passen bij het bepalen van het bladoppervlak. De formulemethode is niet toepasbaar, omdat daarvoor alleen hele bladeren bruikbaar zijn. In deze paragraaf worden de andere twee methodes getoetst aan verschillende criteria. Aan het einde wordt er een conclusie getrokken en wordt bepaald welke methode het best toepasbaar is om het bladoppervlak te bepalen.

3.2.1 Vergelijking methodes

Hieronder worden de weegmethode en de roostermethode beoordeeld op vier criteria en gekeken welke methode het beste is bij die criteria.

De 4 gekozen criteria zijn: nauwkeurigheid, uitvoerbaarheid, tijdsduur en complexiteit. Deze vier criteria zijn gekozen, omdat deze iets zeggen over de toepasbaarheid binnen het onderzoek om de optimale camerapositie te bepalen. De methode moet een nauwkeurige uitkomst geven, moet uitvoerbaar zijn met de hand, moet niet te veel tijd in beslag nemen en moet niet te complex zijn.

- Nauwkeurig: dit houdt in of de verwachte uitkomst een nauwkeurige benadering is van het oppervlak. Dit is het belangrijkste criterium, omdat het van belang is dat er een nauwkeurige waarde uit komt.
- Uitvoerbaarheid: houdt in of de methode goed uit te voeren is en of er veel attributen voor nodig zijn om het uit te voeren.
- Tijdsduur: houdt in of het veel tijd kost om de methode uit te voeren en het bladoppervlak te bepalen.
- Complexiteit: houdt in of de methode ingewikkeld is om uit voeren.

Nauwkeurigheid

De weegmethode en de roostermethode zijn twee methodes die een nauwkeurige uitkomst zullen geven. Bij de weegmethode wordt er aan de hand van gewicht het percentage bladoppervlak bepaald. Het is dus erg belangrijk dat de bladeren uit de opname nauwkeurig uitgeknipt worden, want elk stukje wat verkeerd geknipt is, wordt meegenomen in het percentage. De weegmethode zou daarom nauwkeurig kunnen zijn, maar vergt hier wel vaardigheden voor. Daarnaast is het ook zo dat bij het wegen van de gehele opname ook de lucht op een foto wordt gewogen. Dit komt niet ten goede van de uitkomst. Onder lucht worden de beelden op een opname bedoeld die niet relevant zijn in de opname, dus bijvoorbeeld een stuk kas waarin de plant staat. Bij de roostermethode wordt er niet gewogen maar wordt het bladoppervlak bepaald in cm^2 . Er wordt gekeken naar de gehele foto en de niet relevante stukken beeld worden dus achterwege gelaten. Je hebt hier dus niet te maken met lucht en ook niet met het nauwkeurige knippen. Het rooster van de roostermethode geeft dus een nauwkeurige uitkomst. De roostermethode is daarom het nauwkeurigst.

Uitvoerbaarheid

Bij het criteria uitvoerbaarheid wordt er gekeken of er veel handelingen gebruikt moeten worden voor het bepalen van het bladoppervlak. Bij de roostermethode is dit niet het geval, omdat er op een opname bladeren worden omlijnd. Van die omlijnde bladeren wordt dan later het bladoppervlak bepaald door het aantal omlijnde cm^2 te tellen. Bij de weegmethode zijn er meerdere handelingen nodig. Na het wegen van de opname moeten de bladeren op de opname uitgeknipt worden. Deze moeten gewogen worden voor het bepalen van het percentage bladoppervlak dat te zien is op de opname. Hiermee heb je dus alleen het percentage blad berekend van de plant, maar nog niet het totale bladoppervlak. De roostermethode is beter uitvoerbaar, omdat deze methode minder handelingen heeft en ook het bladoppervlak wordt bepaald in cm^2 .

Tijdsduur

De roostermethode vergt veel tijd om toe te passen, omdat er per opname gekeken moet worden welke bladeren goed zichtbaar zijn op de opname. Daarna moeten die bladeren omlijnd worden voor het bepalen van het bladoppervlak. Bij de weegmethode moet eerst de opname gewogen worden in zijn geheel, vervolgens moeten alle bladeren uitgeknipt worden. De uitgeknipte bladeren moeten daarna ook gewogen worden. Dan heb je alleen nog maar het percentage, dus moet er ook nog een eventuele berekening gemaakt worden om het bladoppervlak te bepalen. Beide methodes kosten tijd en zijn afhankelijk van verschillende handelingen. Het is niet te zeggen welke methode er echt sneller is, omdat de twee methodes hierop niet getest zijn.

Complexiteit

Beide methodes zijn niet erg complex. Bij de roostermethode is het alleen belangrijk dat de cm^2 omlijnd en geteld worden. De weegmethode is niet complex om toe te passen, maar wel om uit te voeren. Voor de weegmethode zijn verschillende attributen nodig, zoals een nauwkeurige weegschaal die het complex maakt. Een nauwkeurige weegschaal is moeilijk te verkrijgen. Hieruit blijkt dus dat de roostermethode minder complex is dan de weegmethode. Omdat de roostermethode minder complex is, is hij beter toepasbaar om het bladoppervlak te kunnen berekenen.

3.2.2 Conclusie methode

Aan de hand van de vier criteria is te zien dat de roostermethode beter toe te passen is om het bladoppervlak te berekenen dan de weegmethode. In de tabel hieronder is de conclusie overzichtelijk weergegeven.

	Nauwkeurigheid	Uitvoerbaarheid	Tijdsduur	Complexiteit
Roostermethode	+	+	-	-
Weegmethode	-	-	-	+

Tabel 1: vergelijking van de roostermethode en weegmethode

In de tabel is te zien dat de roostermethode nauwkeuriger is dan de weegmethode, omdat de weegmethode vaak lucht meeneemt in een foto. Ook kan het knippen van de bladeren verschillen geven in het percentage. Dit omdat het zo nauwkeurig mogelijk geknipt moet worden en dit niet altijd het geval zal zijn.

Ook is de roostermethode beter uitvoerbaar. Voor de weegmethode is een speciale weegschaal nodig die moeilijk te verkrijgen is. Dit maakt het lastiger om de roostermethode uit te voeren. Dit maakt de weegmethode complexer dan de roostermethode.

De roostermethode is makkelijker uitvoerbaar, omdat er weinig extra attributen nodig zijn. De twee methodes zullen wel allebei evenveel tijd in beslag nemen. De roostermethode is de beste methode om het bladoppervlak te bepalen en zal dus gebruikt worden om de optimale camerapositie te bepalen.

3.3 Toepassen methode

In de demokwekerij zijn meerdere opnames gemaakt van de tomatenplant. In deze paragraaf zal beschreven worden hoe het bladoppervlak bepaald is aan de hand van de gemaakte opnames in de demokwekerij.

3.3.1 Perspectivische verkleining

Er zijn 5 foto's per positie gemaakt om er zeker van te zijn dat er een goede foto tussen zat. Uiteindelijk is de beste opname gekozen. Bij het nemen van de foto's vindt er altijd een verschijnsel plaats, namelijk perspectivische vertekening. Dit houdt in dat 1 cm van een opname niet overeenkomt met 1 cm in werkelijkheid. Dit is bij dit onderzoek niet erg, omdat je binnen de opname gaat meten hoeveel bladoppervlak er te zien is en dit procentueel uit wordt gedrukt. Daarnaast houdt dit verschijnsel in dat een blad dat niet loodrecht op de camera staat een andere oppervlakte heeft dan een blad dat wel loodrecht op de camera staat. Bij een levend object, zoals een tomatenplant, is het niet mogelijk om met dit verschijnsel rekening te houden omdat ieder blad wel anders hangt en groeit. Hieronder wordt er uitgelegd hoe het bladoppervlak bepaald wordt van een opname. Het bladoppervlak wordt bepaald per opname om het oppervlak te bepalen van de gehele plant, waardoor er een uitspraak gedaan kan worden of de tomatenplant is aangetast is of niet.

3.3.2 Bepalen optimale camerapositie

Nu bepaald is welke methode het beste is om het bladoppervlak te bepalen aan de hand van een opname, gaan we het daadwerkelijke bladoppervlak bepalen met de roostermethode. Om te weten te komen wat de optimale camerapositie is, moeten er van een opname twee factoren bepaald worden: het geschatte totale bladoppervlak en het waargenomen bladoppervlak. Met deze twee gegevens kan er bepaald worden hoe groot het percentage is van het waar te nemen bladoppervlak. Omdat er ook ziektes aan de onderkant van een blad voor kunnen komen, wordt er niet alleen het waargenomen bladoppervlak bepaald van de bovenkant van het blad, maar ook van de onderkant van het blad. Deze worden op dezelfde manier bepaald. Het verschil tussen de boven en de onderkant van een blad kan niet automatisch worden bepaald en wordt daarom zelf vastgesteld. De onderkant van het blad is te herkennen aan de lichtere en doffere kleur en de bovenkant van een blad is donkerder en glanzender.

Totale bladoppervlak

Om het totale bladoppervlak te bepalen aan de hand van een opname, is er in overleg met de stagebegeleider bepaald hoe dit gedaan kan worden. Na = overleg is er besloten om op uit iedere opname twee bladeren te nemen en hier het oppervlak te bepalen. Er zal een schatting gemaakt worden voor het totale bladoppervlak van de gehele opname. Hoe er aan de hand van de twee bladeren een schatting gemaakt kan worden voor het totale bladoppervlak, wordt hieronder stapsgewijs uitgelegd.

1. Zoals verteld, worden er twee bladeren binnen een opname gekozen. Deze moeten allebei in z'n geheel te zien zijn op de opname. Eén van de twee bladeren moet een relatief klein blad zijn en het andere een relatief groot blad.
2. Van deze twee bladeren wordt het oppervlak bepaald met behulp van de roostermethode, die in hoofdstuk 3.1 is uitgelegd. Als voorbeeld nemen we dat het kleine blad een oppervlakte heeft van 8 cm^2 en het grote blad een oppervlakte heeft van 20 cm^2 .

3. Neem van de twee bladeren het gemiddelde bladoppervlak. In het voorbeeld is dat 14 cm^2 ($(8+20)/2 = 14$).
4. Tel het aantal omlijnde bladeren (roostermethode) in de opname. Ook al zijn deze niet in z'n geheel zichtbaar. Alle bladeren worden dan geteld om een schatting te kunnen maken voor het totale bladoppervlak. Stel dat er 30 bladeren (gehele bladeren en gedeeltelijke bladeren) in de opname te zien zijn kan er een schatting gemaakt worden voor het totale bladoppervlak op de opname. In het voorbeeld is dat 420 cm^2 ($30 \times 14 = 420$).

Dit proces wordt voor iedere camerapositie gedaan.

Bladoppervlak

Nu er een schatting gemaakt is voor het totale bladoppervlak van een opname, kan er gekeken worden naar het bladoppervlak wat daadwerkelijk te zien is in de opname. Dit proces wordt hieronder stapsgewijs verteld.

1. Bij iedere opname is er een rooster over de opname gelegd en zijn de bladeren omlijnd die duidelijk te zien zijn binnen de opname. Hier wordt dus de roostermethode toegepast die in hoofdstuk 3.1 al eerder is uitgelegd.
2. Als alle bladeren omlijnd zijn worden alle cm^2 geteld die in het geheel bedekt worden door een blad of meerdere bladeren. Net zoals bij het bepalen voor het totale bladoppervlak wordt er ook hier een getallen voorbeeld gegeven. We nemen als voorbeeld dat er in de afbeelding 101 gehele cm^2 te zien zijn.
3. Daarna worden alle cm^2 geteld die maar voor een deel bedekt is door een blad. Als voorbeeld nemen we dat er in de afbeelding 198 cm^2 deels bedekt zijn.
4. Zoals in de roostermethode is verteld, worden de deels bedekte vierkante centimeters gemiddeld genomen en is het oppervlak $0,5 \text{ cm}^2$. Van de gehele is het oppervlak $1,0 \text{ cm}^2$.
5. Met deze gegevens kan het bladoppervlak bepaald worden, dit is namelijk 200 cm^2 . Dit is in de tabel hieronder te zien.

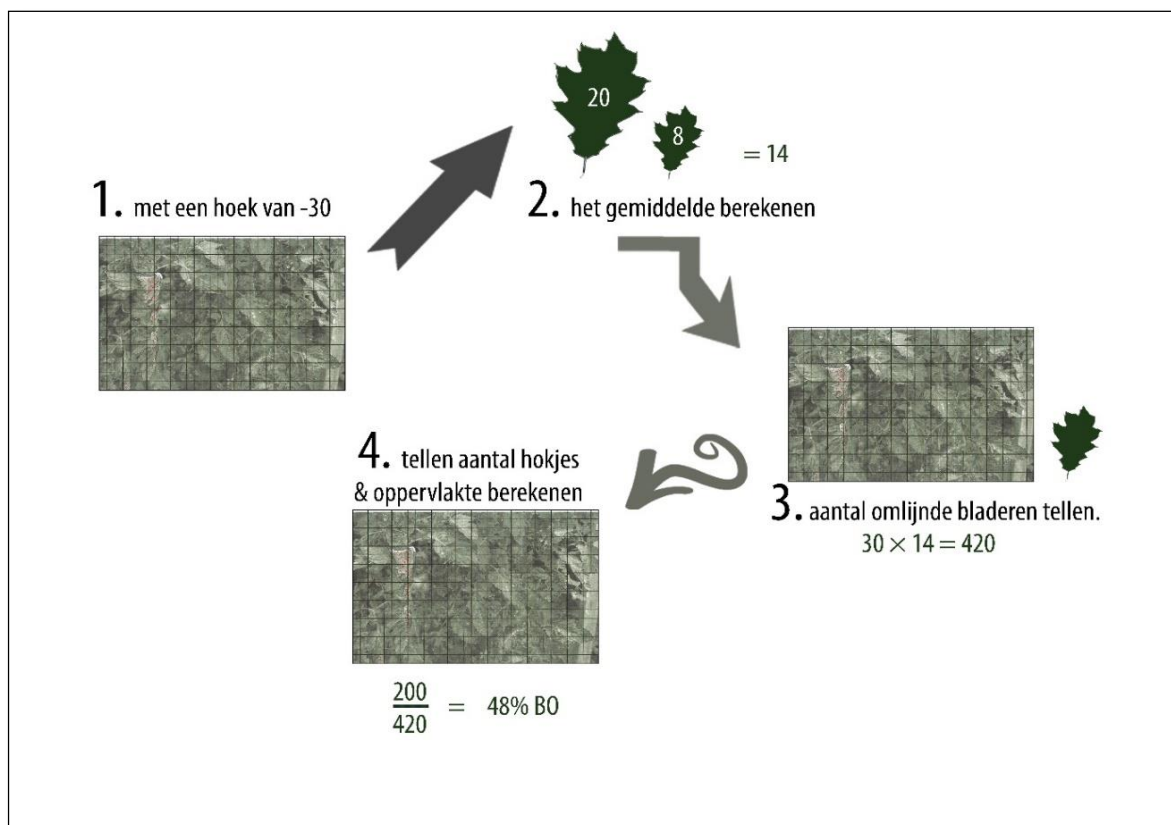
	Aantal	Oppervlak	Bladoppervlak
Gehele	101	1	101
Deels	198	0,5	99
		Totaal	200

Percentage waargenomen bladoppervlak

Om de verschillende opnames te kunnen vergelijken, wordt het waargenomen bladoppervlak uitgedrukt in een percentage ten op zichten van het geschatte totale bladoppervlak. Dit wordt gedaan om alle opnamen te kunnen vergelijken en de optimale camera positie te bepalen. Om het percentage te bepalen wordt het waargenomen bladoppervlak gedeeld door het geschatte totale bladoppervlak van dezelfde opname. In het voorbeeld wat gebruikt is, is het percentage waargenomen bladoppervlak 48% ($200/420=48$).

Dit wordt voor iedere opname gedaan. Het totale bladoppervlak, het waargenomen bladoppervlak en het percentage waargenomen bladoppervlak van iedere opname worden in een tabel gezet om te kunnen bepalen wat de optimale positie is voor de camera. De positie met het hoogste percentage zal de optimale camerapositie zijn.

Hieronder zal het gehele proces schematisch worden weergegeven in een afbeelding.



Afbeelding 7: Proces percentage bladoppervlak bepalen

De gegevens staan in de tabel hieronder opgesplitst in de boven en onderkant van het blad. Dit is gedaan omdat er ook aan de onderkant van een blad plantenziektes kunnen bevinden.

Bovenkant bladeren

	-60°			-30°			0°			30°			60°		
	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %
100cm	110	65	59%	219	120	55%	178	104	59%	228	110	48%	165	60	36%
150cm	165	108	66%	168	96	57%	226	134	59%	159	86	54%	183	66	36%
200cm	208	116	56%	268	178	66%	198	108	55%	243	128	53%	89	38	43%
250cm	176	92	52%	240	132	55%	162	82	51%						

Tabel 2: Waargenomen bladoppervlak op foto's

Onderkant bladeren

	-60°			-30°			0°			30°			60°		
	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %	Totaal	BO	BO %
100cm	110	11	10%	219	6	3%	178	22	12%	228	16	7%	165	42	25%
150cm	165	4	2%	168	2	1%	226	9	4%	159	15	9%	183	31	17%
200cm	208	2	1%	268	15	5%	198	13	7%	243	14	6%	89	16	17%
250cm	176	3	2%	240	12	5%	162	17	10%						

Tabel 3: Waargenomen bladoppervlak op foto's

In de tabel zijn de rood omliggende vakken, die camera posities voorstellen, de optimale camera positie. Bij de bovenkant van het blad, zijn er twee posities omdat op beide opnames 66% van het totale bladoppervlak waargenomen kon worden.

3.4 Conclusie camerapositie

In tabel 2 en 3 is goed af te lezen op welke posities procentueel het meeste bladoppervlak te zien is. Deze posities zijn in de tabellen rood omlijnd. Om een zo groot mogelijk bladoppervlak te kunnen zien van de bovenkant van het blad zijn er twee posities mogelijk, namelijk:

1. Op een hoogte van 150 cm onder een hoek van 60 graden naar beneden
Op deze opname wordt een bladoppervlak gemeten van 108 cm^2 van de totaal geschatte 165 cm^2 . Dit geeft een percentage van 66%.
2. Op een hoogte van 200 cm onder een hoek van 30 graden naar beneden
Op deze opname wordt een bladoppervlak gemeten van 178 cm^2 van de totaal geschatte 268 cm^2 . Dit geeft een percentage van 66%.

Daarnaast is het ook belangrijk om de onderkant van het blad te kunnen zien, omdat hier ook plantenziektes voor kunnen komen die niet aan de bovenkant van het blad te zien zijn. Om deze ziektes te kunnen zien is de beste camera positie:

1. Op een hoogte van 100 cm onder een hoek van 60 graden naar boven
Op deze opname wordt een bladoppervlak gemeten van 42 cm^2 van de totaal geschatte 165 cm^2 . Dit geeft een percentage van 25%.

4 Steekproef

In dit hoofdstuk wordt de extra opdracht vanuit de opdrachtgever behandeld. Eerst wordt er gekeken welke manieren er zijn van steekproef trekken. Daarna wordt er gekeken welke formules er zijn voor het bepalen van de steekproefgrootte. Deze formules zullen uitgelegd worden en daarna zal er bepaald worden welke formule gebruikt wordt voor het bepalen van de steekproefgrootte.

4.1 Aanvullende opdracht

De extra opdracht die opgesteld is vanuit de opdrachtgever is dat er bepaald moet worden hoe groot de steekproef, het aantal planten in de kas, moet zijn om een uitspraak te kunnen doen naar bladaantasting in een kas. Het is belangrijk dat de tomatenplanten binnen een kas gecontroleerd worden op ziektes. Echter is het niet mogelijk om alle planten binnen een kas te controleren, omdat dit teveel tijd kost. Daarom wordt er een steekproef genomen. Hoe groot de steekproef is wordt besproken in dit hoofdstuk.

4.1.1 Hoofdvraag en deelvragen

De hoofdvraag die voor deze extra opdracht is opgesteld is als volgt: *Hoe groot moet de omvang zijn van de steekproef om een uitspraak te kunnen doen naar de bladaantasting op tomatenplanten in de kas?*

Om een antwoord te kunnen geven op deze hoofdvraag zijn er deelvragen opgesteld. De volgende deelvragen zijn opgesteld:

1. Welke formules kunnen er gebruikt worden bij het bepalen van de steekproefgrootte?
2. Welke manieren van steekproef trekken zijn er?

4.2 Steekproefgrootte

Voor het beantwoorden van de eerste deelvraag van de aanvullende opdracht is er gezocht naar literatuur voor hoe je de grootte van een steekproef kan bepalen. Hoe deze bepaald kan worden, wordt in de volgende deelparagraaf verteld.

4.2.1 Steekproefgrootte formules

Uit het literatuur onderzoek is gebleken dat er drie formules zijn waarmee de steekproefgrootte bepaald kan worden. Het zijn drie verschillende soorten formules:

1. Steekproefgrootte voor oneindige populatie
2. Steekproefgrootte voor eindige populatie
3. Steekproefgrootte op basis van statistische toets

Deze drie formules worden hieronder weergegeven en verteld welke variabele er in de formule voorkomen. Daarna wordt er verteld of de formule toe te passen is in de kas om de steekproefgrootte te bepalen. Waar het mogelijk is zal de formule ingevoerd worden met bestaande gegevens. De gegevens die bekend zijn, staan in een bestand die verkregen is van Meneer Lambers. In dit bestand staan gegevens over de MonibotX, zoals de totale afstand van de buisrail maar ook de afstand tussen twee planten. Deze bestanden zijn terug te vinden in Bijlage V.

Steekproefgrootte voor oneindige populatie

Hieronder wordt de steekproef oneindige populatie uitgelegd. Zoals de naam al zegt wordt er geen rekening gehouden met de grootte van de populatie, omdat die oneindig groot kan zijn of de populatie niet bekend is. De formule voor de steekproefgrootte voor een oneindige populatie ziet er als volgt uit:

$$(1) \ n > \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{F^2}$$

Variabele	
Symbool	Betekenis
n	steekproefgrootte
z	z-waarde van de betrouwbaarheid
p	kans op aanwezigheid van bladaantasting
F	foutmarge

Zoals hierboven te zien is, moeten er drie variabele ingevoerd worden om de steekproefgrootte te bepalen. Deze formule is toepasbaar om een steekproefgrootte binnen een kas te berekenen, maar deze formule is niet toepasbaar binnen dit onderzoek. Hij is niet toepasbaar binnen dit onderzoek omdat de gehele populatie bekend is. Deze formule gaat ervan uit dat je een oneindige populatie hebt of de populatie niet bekend is. Uit het bestand in de bijlage zijn deze gegevens af te lezen en dus in te vullen in de formule. De gegevens die gebruikt worden uit de bijlage zijn:

Symbool	Waarde
z	1,91
p	0.02
F	0.01

Als deze gegevens ingevoerd worden, komt er de volgende steekproefgrootte uit:

$$n > \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{F^2} = \frac{1.91^2 \cdot 0.02(1-0.02)}{0.01^2} = 715.0 = 715$$

De conclusie van deze formule is dat er 715 planten gecontroleerd moeten worden in de kas. De steekproefgrootte is dan 715. 715 planten is heel erg weinig, daarom is er voor gekozen om andere waardes in te vullen om te kijken of hierdoor een grotere steekproefgrootte uit komt. De waardes die aangepast worden zijn, de z-waarde. De z-waarde wordt aangepast van 1,91 naar 1,96 (horende bij een betrouwbaarheid van 95%) en de foutmarge wordt veranderd van 1% naar 0,5%. De volgende waardes worden dan gebruikt:

Symbool	Waarde
z	1,96
p	0.02
F	0.005

Als deze gegevens ingevoerd worden, komt er de volgende steekproefgrootte uit:

$$n > \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{F^2} = \frac{1.96^2 \cdot 0.02(1-0.02)}{0.005^2} = 3011.8 = 3012$$

Met deze aangepast gegevens komt er inderdaad een grote steekproefgrootte uit, namelijk 3.012 in plaats van de 715 van het eerste voorbeeld. Hierdoor kan er een beter beeld gekregen worden van de gehele kas.

Steekproefgrootte voor eindige populatie

De formule voor de steekproefgrootte voor eindige populatie lijkt erg veel op de vorige formule. Het verschil met de vorige formule is, is dat hier de totale populatie wordt meegenomen. Deze sluit dus beter aan bij dit onderzoek, omdat de populatie al bekend is. De formule voor de steekproefgrootte voor eindige populatie ziet er als volgt uit:

$$(2) \quad n > \frac{N \cdot z^2 \cdot p(1-p)}{z^2 \cdot p(1-p) + (N-1) \cdot F^2}^8$$

Variabele	
Symbool	Betekenis
N	Totale populatiegrootte
n	steekproefgrootte
z	z-waarde van de betrouwbaarheid
p	kans op aanwezigheid van bladaantasting
F	foutmarge

Hierboven is te zien dat er naast gegevens die ook in de vorige formule ingevuld moeten worden ook de totale populatiegrootte ingevuld wordt. Dit gegeven is bekend en staat in het bestand wat verkregen is van Meneer Lambers. Omdat alle gegevens bekend zijn kan de formule ingevuld worden en is hij toepasbaar in de kas van Metazet. Als alle gegevens ingevuld worden, kom er een steekproefgrootte uit van:

$$n > \frac{N \cdot z^2 \cdot p(1-p)}{z^2 \cdot p(1-p) + (N-1) \cdot F^2} = \frac{208333 \cdot 1.91^2 \cdot 0.02(1-0.02)}{1.91^2 \cdot 0.02(1-0.02) + (208333-1) \cdot 0.01^2} = 712.58 = 713$$

De steekproefgrootte komt uit op 713 op een totale populatie van 208333. De steekproef die uitgevoerd wordt is ongeveer 0,34% van de gehele populatie. Dit betekent dat 0,34% van de tomatenplanten binnen de kas gecontroleerd moeten worden. Net zoals bij de formule van de oneindige populatie, worden er bij deze formule ook de z-waarde en de foutmarge aangepast om te kijken of hierdoor een betere steekproefgrootte als uitkomst komt.

⁸ E-xcellence, 2014, Berekenen van steekproefgrootte

De waardes die worden ingevuld zijn:

Symbol	Waarde
z	1,96
p	0.02
F	0.005

Als deze worden ingevuld komt er de volgende steekproefgrootte uit:

$$n > \frac{N \cdot z^2 \cdot p(1-p)}{z^2 \cdot p(1-p) + (N-1) \cdot F^2} = \frac{208333 \cdot 1.96^2 \cdot 0.02(1-0.02)}{1.96^2 \cdot 0.02(1-0.02) + (208333-1) \cdot 0.005^2} = 2968.9 = 2969$$

Met de aangepast gegevens komt er een steekproefgrootte uit van 2969. Deze waarde is beduidend hoger dan de 713 die bij de vorige waardes werd verkregen. Met een grotere steekproef zal er een beter beeld gegeven kunnen worden van de bladaantasting binnen een kas.

Steekproefgrootte op basis van statistische toets

In tegenstelling tot de voorgaande formules is de formule van de steekproefgrootte op basis van een statistische toets. Deze formule is niet op basis van gegevens van de kas, maar op basis van verwachtingen van bladaantasting in de kas. De formule die hierbij hoort ziet er als volgt uit:

$$(3) \quad n = \frac{(z_{\alpha} + z_{\beta})^2 + \sigma^2}{(\mu_0 - \mu_1)^2} \quad 9$$

Variabele	
Symbol	Betekenis
n	steekproefgrootte
z_{α}	z-waarde van verwachting H_0
z_{β}	z-waarde van verwachting H_1
μ_0	verwachting H_0
μ_1	verwachting H_1
σ	standaard deviatie

De verwachtingen zijn gebaseerd op een statistische toets die al eerder is uitgevoerd. Met deze formule wordt de eerdere uitgevoerde statistische toets gecontroleerd of de verwachting die is uitgesproken voor de toets wel correct. Er wordt dan gekeken of de steekproefgrootte van de toets wel correct was. Om de steekproefgrootte te bepalen, wordt er een verwachting gedaan op basis van de gegevens die niet bekend zijn. Omdat er een steekproefgrootte bepaald wordt vanuit een verwachting en niet op feiten gebaseerd, is deze niet toe te passen in de kas.

⁹ Buijs A., 2008, p. 285-287

4.2.2 Keuze formule

Er is gekozen voor de formule voor de steekproefgrootte voor eindige populatie, omdat in deze formule de totale populatie mee wordt genomen. In deze opdracht is de totale populatie het aantal planten wat er in de kas aanwezig is. Alle gegevens voor het invullen van deze formule zijn bekend en kunnen ingevuld worden in de formule. Hierdoor is de steekproefgrootte betrouwbaarder, omdat hij op waarheid gebaseerd is. Dit is niet het geval bij de formule op basis van een statistische toets, omdat hier uit gegaan wordt van een verwachting van wat je als uitkomst wilt krijgen. De steekproefgrootte voor eindige populatie is daarom het beste toe te passen binnen de kas van Metazet.

4.3 Steekproef

In deze paragraaf staat de tweede deelvraag centraal van de aanvullende opdracht, die als volgt luidt: *Welke manieren van steekproef trekken zijn er?*

Er zijn twee verschillende soorten steekproeven. De selecte steekproeven en de aselechte steekproeven. Aselechte steekproeven zijn steekproeven waarin elk element uit de populatie een even grote kans heeft om in de steekproef terecht te komen. Een selecte steekproef is een steekproef waarin een persoonlijke beoordeling invloed heeft op welk element in de steekproef terecht komt. In een kas zal er geen persoonlijke beoordeling van invloed zijn op de steekproef, daarom vallen de selecte steekproeven af.

4.3.1 Aselechte steekproeven

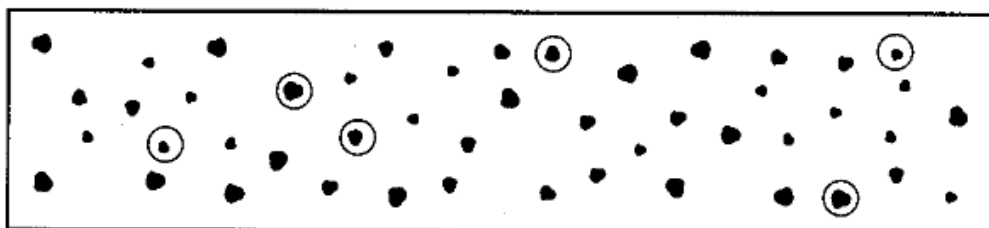
Binnen dit onderzoek is dus de aselechte steekproef het beste toe te passen. De verschillende aselechte steekproeven zijn:

1. Enkelvoudige aselechte steekproef
2. Systematische steekproef
3. Gestratificeerde steekproef
4. Clustersteekproef
5. Getrapte steekproef

De vijf bovengenoemde steekproeven zullen hieronder toegelicht worden en er zal bepaald worden of de manier van steekproef trekken toepasbaar is in een kas en hoe deze dan toepasbaar is. Dit wordt gedaan aan de hand van gegevens over de kas van Metazet, die Meneer Lambers ter beschikking heeft gesteld.

Enkelvoudige aselechte steekproef

In een enkelvoudige aselechte steekproef heeft elk element uit de onderzoekspopulatie een even grote kans om in de steekproef terecht te komen. Een gegeven dat bekend is over de kas van Metazet is dat er 208.333 planten aanwezig zijn. Bij de enkelvoudige aselechte steekproef worden er 2.969 willekeurige planten uitgekozen die onderdeel zijn van de steekproef. In de afbeelding hieronder is een schematische weergave van de enkelvoudige aselechte steekproef. De enkelvoudige aselechte steekproef zou toegepast kunnen worden binnen de kas, maar er worden dan random planten gecontroleerd. Een kas bestaat uit verschillende rijen en het zou kunnen dat er hierdoor rijen helemaal niet gecontroleerd worden waar wel een zieke plant zou kunnen bevatten. Dit maakt de enkelvoudige aselechte steekproef minder betrouwbaar. Hieronder staat een schematische afbeelding van de enkelvoudige aselechte steekproef.



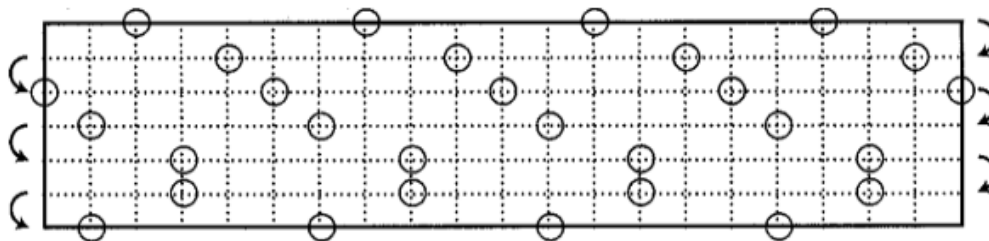
Afbeelding 8: Enkelvoudige steekproef

Systematische steekproef

Bij de systematische steekproeven wordt de gehele populatie op een systematische wijze doorlopen. Daar wordt mee bedoeld dat je bijvoorbeeld elke 7^e plant pakt in een reeks van 10. Als de gegevens van Metazet hiervoor gebruikt worden met een populatie van 208.333 en een steekproefgrootte van 2.969 kan deze methode als volgt worden toegepast:

- Eerst moet het interval bepaald worden tussen twee elementen van de steekproef. Hiermee wordt bedoeld hoeveel planten er tussen ieder element van een steekproef moet zitten. $\text{Interval} = 208.333 / 2.969 = 70,17$ dus 71 planten tussen ieder steekproefelement.
- Er moet een random getal bepaald worden. Dit random getal bevindt zich tussen de 1 en de 71. Het getal geeft aan de hoeveelste plant, in de reeks van 71 planten, gecontroleerd moet worden. Stel het random getal is 34 dan moeten de volgende planten gecontroleerd worden:
34^e plant
 $34 + 71 = 105^{\text{e}}$ plant
 $105 + 71 = 176^{\text{e}}$ plant
 $176 + 71 = 247^{\text{e}}$ plant
Enzovoort....

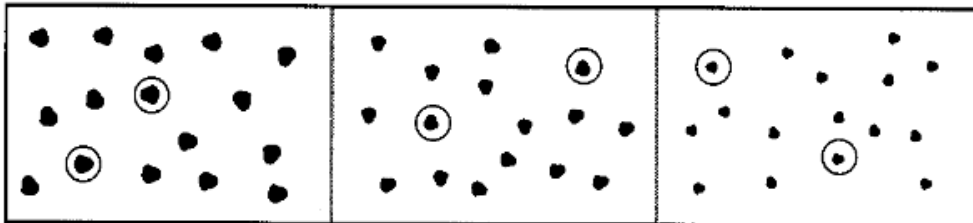
Deze methode van steekproef nemen is toepasbaar in de kas van Metazet, omdat de steekproefgrootte van te voren vast staat. Echter wordt er net zoals bij de enkelvoudige aselechte steekproef niet in delen gecontroleerd. Dit is wel een belangrijk criteria waaraan voldaan moet worden, daarom is het niet verstandig om te kiezen voor de systematische steekproef.



Afbeelding 9: Systematische steekproef

Gestratificeerde steekproef

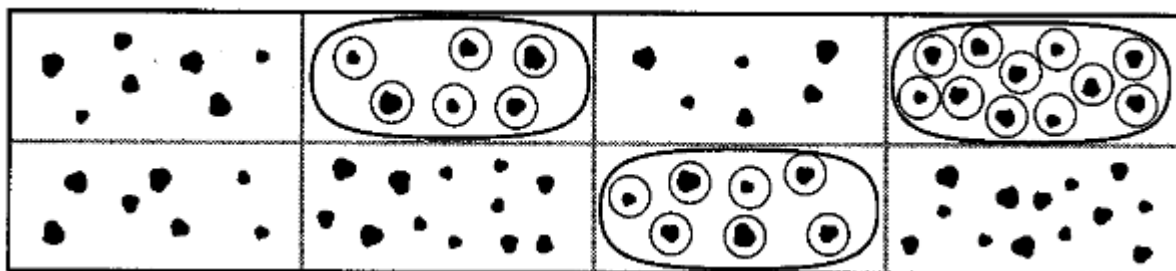
Bij een gestratificeerde steekproef wordt de populatie ingedeeld in groepen in een bepaald stadium. Binnen de deelpopulatie wordt er dan een enkelvoudige aselechte steekproef uitgevoerd. Deze manier van steekproef trekken is niet toepasbaar op de situatie in de kas van Metazet, omdat de planten niet onderverdeeld kunnen worden in deelpopulaties in verschillende stadia. Ze zijn niet te verdelen omdat op één bepaald moment de tomatenplanten gekweekt worden en dus elke plant op het zelfde moment gekweekt en geogst wordt. In de afbeelding hieronder is schematisch te zien hoe dit eruit ziet.



Afbeelding 10: Gestratificeerde steekproef

Cluster steekproef

In een cluster steekproef wordt de populatie onderverdeeld in verschillende groepen, genaamd clusters. Er zitten geen eisen aan de onderverdeling van de clusters, zo mogen de clusters van verschillende grootte zijn en/of in verschillende stadia zijn. Er wordt dan een enkelvoudige aselechte steekproef uitgevoerd om te bepalen welke clusters in de steekproef worden meegenomen en welke worden overgeslagen. Dit betekent dat enkele clusters wel gecontroleerd worden en andere clusters niet. De clusters die zich in de steekproef bevinden worden in zijn geheel gecontroleerd. Deze manier van steekproef trekken is wel mogelijk om toe te passen binnen de kas, omdat de kas wordt onderverdeeld in verschillende clusters en die worden gecontroleerd. Het nadeel van de cluster steekproef is dat er verschillende clusters niet gecontroleerd zullen worden waar misschien wel zieke planten in staan. Dit maakt de clustersteekproef ook minder betrouwbaar. In de afbeelding hieronder is het de cluster steekproef schematisch weergegeven.



Afbeelding 11: Clustersteekproef

Hoe deze manier van steekproef trekken in de kas van Metazet toegepast kan worden zal hieronder toegelicht worden. De kas zal onderverdeeld worden in clusters. De clusters zullen de rijen tomatenplanten bevatten. Er zijn in totaal 208 rijen met ieder 1.000 tomatenplanten. Zoals berekend is, moet de steekproefgrootte minimaal 2.969 tomatenplanten zijn. Dit betekent dat er ongeveer drie rijen in z'n geheel gecontroleerd moet worden. Dit betekent dat er in totaal 205 rijen niet gecontroleerd worden, waardoor de kans groot is dat er een aantasting van een ziekte niet geconstateerd wordt. De clustersteekproef is dus niet de betrouwbaarste manier van steekproef trekken.

Getrapte steekproef

Een getrapte steekproef is een combinatie van verschillende steekproeftrekkingen. Bij de getrapte steekproef, wordt de populatie in delen (clusters) verdeeld. Binnen elke cluster wordt er een enkelvoudige aselechte steekproef uitgevoerd. Dit betekent dat elke cluster gecontroleerd wordt. Zo wordt er dus door de gehele populatie heen steekproeven gedaan. Deze manier van steekproef trekken is dus toepasbaar in de kas van Metazet. Ook is dit de meest betrouwbare manier van steekproeftrekken.

Hoe dit toe te passen is zal hieronder uitgelegd worden. Net zoals bij het voorbeeld van de clustersteekproef wordt de kas in clusters onderverdeeld. Waarin elke cluster één rij van de kas is. Er zijn dus in totaal 208 clusters. Binnen elke cluster wordt er een enkelvoudige aselechte steekproef uitgevoerd. De steekproefgrootte voor de gehele kas is 2.969 planten, dit is voor de gehele kas. Omdat de clusters even groot zijn, namelijk 1.000 planten kan er vastgesteld worden dat onder de 208 clusters de geheel steekproef onderverdeeld kan worden. De steekproef per cluster moet dan zijn: $2.969/208 = 14.2$ planten. Dat betekent dat er 15 van de 1.000 planten in elke rij gecontroleerd moeten worden om de totale steekproefgrootte te halen. Met de getrapte steekproef controleer je tomatenplanten door de gehele kas heen, wat het betrouwbaarste is.

4.3.2 Keuze van steekproef methode

Om de gehele steekproef uit te voeren en daarmee een betrouwbaar beeld te krijgen van de gehele kas wordt er geadviseerd om de getrapte steekproef methode toe te passen binnen de kas. Bij de getrapte steekproef methode wordt elke cluster, in dit geval elke rij, deels gecontroleerd op bladaantasting van een tomatenplant. Zo worden er geen gehele clusters overgeslagen en kan er beter bepaald worden in welke rijen er aangetaste bladeren bevinden. De kas wordt dus onderverdeeld in 208 clusters, het aantal rijen in de kas. Iedere rij bestaat uit 1.000 planten en hiervan worden er 15 gecontroleerd. Zo wordt de gehele steekproefgrootte van 2.969 planten gehaald.

Conclusie

Aan het begin van het verslag is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Op welke posities en onder welke hoek moeten de camera's op de MonibotX gemonteerd worden om een zo groot mogelijk bladoppervlak te meten van een tomatenplant om ziektes en bladaantasting te kunnen constateren?

Daarbij zijn ook drie deelvragen opgesteld:

1. Hoe kan het grootste bladoppervlak per opname gemeten worden?
2. Op wat voor hoogte moet de camera geplaatst worden?
3. Onder welke hoek moet de camera geplaatst worden?

De onderzoeksvraag is beantwoord door de drie deelvragen te beantwoorden. Om de deelvragen te kunnen beantwoorden is er een praktisch onderzoek gedaan, in de vorm van opnames maken in de demokwekerij. Door het analyseren van deze opnames en met behulp van de roostermethode is er bepaald hoe groot het bladoppervlak is op iedere foto. Uit het onderzoek is gebleken dat een camera het meeste bladoppervlak kan zien als de camera op een hoogte van 1,5 meter wordt geplaatst onder een hoek van 60 graden naar beneden gericht of een camera op een hoogte van 2 meter onder een hoek van 30 graden naar beneden gericht. Echter is ook gebleken dat bladziektes niet alleen aan de bovenkant van het blad te zien zijn maar ook aan de onderkant. Daarom is er ook bepaald op welke positie een camera geplaatst moet worden om zoveel mogelijk de onderkant van de bladeren te kunnen waarnemen. De camera zal dan op een 1 meter hoogte geplaatst moeten worden met een hoek van 60 graden om hoog gericht.

Naast het eerste onderzoek is er vanuit de opdrachtgever een aanvullende opdracht gedaan, waarin de steekproef centraal staat. Hiervoor is een aparte hoofdvraag opgesteld: *Hoe groot moet de omvang zijn van de steekproef om een uitspraak te kunnen doen naar de bladaantasting op tomatenplanten in de kas?*

Om een antwoord te kunnen geven op deze hoofdvraag zijn er ook deelvragen opgesteld. De volgende deelvragen zijn opgesteld:

1. Welke formules kunnen er gebruikt worden bij het bepalen van de steekproefgrootte?
2. Welke manieren van steekproef trekken zijn er?

Om de twee deelvragen te beantwoorden is er een onderzoek gedaan naar verschillende formules en is gebleken dat de formule voor de eindige populatie de beste manier is om de steekproef te bepalen. Met de gegevens is de steekproefgrootte bepaald en die is 2969 planten. Deze steekproef houdt in dat er 2969 planten onderzocht moeten worden op bladaantasting om een betrouwbaar beeld te krijgen van de gehele kas. Na het onderzoek naar de steekproefgrootte is er ook gekeken naar de manier van het bepalen van de steekproefgrootte. Hieruit is gebleken dat de getrapte steekproef de beste manier is om een steekproef te trekken. Bij deze manier wordt de kas onderverdeeld in clusters, waarin een eenvoudige aselecte steekproef wordt gehouden.

Aanbeveling & Implementatie

Aanbeveling

Naar aanleiding van dit verslag wordt er aanbevolen om meerdere camera's op de MoniBotX te plaatsen. Twee camera's om zoveel mogelijk van de bovenkant van het blad te kunnen zien en één om zoveel mogelijk van de onderkant van het blad waar te kunnen nemen. De volgende drie camera's moeten geplaatst worden:

- I. Op 1,0 meter hoogte, onder een hoek van 60 graden omhoog
- II. Op 1,5 meter hoogte, onder een hoek van 60 graden omlaag
- III. Op 2,0 meter hoogte, onder een hoek van 30 graden omlaag

De combinatie van deze 3 camera's zal het meeste bladoppervlak meten van een tomatenplant.

Implementatie

Om de MonibotX te kunnen leveren aan Metazet is er meer nodig dan alleen het onderzoek naar het bepalen van de optimale camerapositie om een zo groot mogelijk bladoppervlak te kunnen meten. Er zal een ander onderzoek gedaan moeten worden of deze cameraposities te gebruiken zijn bij andere soort planten en niet alleen bij tomatenplanten. De foto's die in de demokwekerij genomen zijn, zijn genomen een spiegelreflex camera, deze zal echter niet op de MonibotX gemonteerd worden. Om te bepalen wat voor camera er op de MonibotX gemonteerd moet worden moet er een extra onderzoek gedaan worden. Daarnaast moet de MonibotX ook weten waar hij zich bevindt in de kas en waar hij zich naar toe moet verplaatsen. Zodra alle deelopdrachten uitgevoerd zijn kan het definitieve ontwerp gemaakt worden om de MonibotX te ontwerpen en te creëren.

Een aantal aspecten die nog onderzocht moeten worden om de MonibotX optimaal te laten werken zijn:

- Er moet een onderzoek gedaan worden naar het type camera.
- Er moet gekeken worden of deze cameraposities ook toe te passen is op andere planten.
- Er moet een onderzoek gedaan worden naar hoe de MonibotX zijn plaats en route kan bepalen.
- Er moeten gesprekken met de kweker plaats vinden om dieper in te gaan op de gebruiksvriendelijkheid

Literatuur

Moore D.S. en McCabe G.P. (2006) Statistiek in de praktijk, Den Haag, SDU Uitgevers, Vijfde druk

- Betafactory, 2014, *Homepage*, Opgehaald op 28 april 2014, <http://betafactory.nl>, expertise centrum
- Jansen, A. N.D. *Expertisecentrum TIS delft*, Opgehaald op 28 april 2014, <http://www.dehaagsehogeschool.nl/bedrijven-en-instellingen/inzet-studenten-docenten-lectoren/expertisecentra/expertisecentrum-tis-delft>, De Haagse Hogeschool Expertisecentrum Technology, Innovation and Society Delft
- Metazet, N.D., *Geschiedenis*, Opgehaald op 28 april 2014, <http://metazet.com/index.php?id=39>
- Mrs. Hatte H. van der Woude MA, N.D., *The Metazet Monibot-X project*, Opgehaald op 28 april 2014, http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.thehagueuniversity.com%2Fxmisp%2Fxms_itm_p.download_file%3Fp_itm_id%3D83077&ei=JSN_U8anOcXdOZS1qJAK&usq=AFQjCNHLd1NWYdTSC_MIHgug9dCsFIX2wQ&bvm=bv.67720277,d.ZWU&cad=rja, De Haagse Hogeschool Expertisecentrum Technology, Innovation and Society Delft
- ACD, 2011, *ACD Serres Tomaten*, Opgehaald op 29 april 2014, <http://www.acd-serres.be/nl-8460-4715-5531-sitemap-tomaten.html>
- Plantaardig.com, 2014, *Botrytis de grijze schimmel*, Opgehaald op 29 april 2014 <http://www.plantaardig.com/groenteninfo/berichten/botrytis-de-grijze-schimmel/>
- Dorny, A. N.D. *Groenten tomaten meeldauw wit ziekte* Opgehaald op 29 april 2014, http://www.tuinadvies.be/tomaten_meeldauw_witziekte.htm
- Groen kennisnet, 2009, *bladvlekken ziekte*, Opgehaald op 29 april 2014 http://databank.groenkennisnet.nl/bladvlekkenziekte_tomaat.htm
- Plantaardig.com, N.N, *Aardappelplaag*, Opgehaald op 29 april 2014 http://www.plantaardig.com/groenteninfo/tomaat_plaag_bladvlekkenziekte.htm

- Plantaardig.com, N.D, *Wittevlieg*, Opgehaald op 29 april 2014, <http://www.plantaardig.com/groenteninfo/wittevlieg.htm>
- Carnivora, 2014, *Parasieten ziektes en hun bestrijding*, Opgehaald op 29 april 2014, [http://carnivora.nl.web1.web.cyso.net/wiki/index.php/Parasieten, ziektes en hun bestrijding](http://carnivora.nl.web1.web.cyso.net/wiki/index.php/Parasieten,_ziektes_en_hun_bestrijding)
- Wageningen UR, N.D. *Herkennen van ziekte en plagen in tomaat*, Opgehaald op 29 april 2014, http://www.tuinbouw.nl/sites/default/files/page/Poster%20Nederlands_13149.pdf
- Vermeir J. 2005-2006, *Beheersen van Botrytis cinerea door gewasbescherming bij tomaat*, Opgehaald op 29 april 2014, <http://doks.khk.be/eindwerk/do/files/FiSe413ebf17093f9ba2010943cb7d280a97/thesis2006360.pdf?recordId=SKHK413ebf17093f9ba2010943cb7d280a96>
- GBM, 2010, *Bestrijding Botrytis en meedauw in tomaat*, Opgehaald op 29 april 2014, <http://www.horticoop.nl/Portals/0/Horticoop%20GBM/Bestrijding%20botrytis%20en%20meeldauw%20in%20tomaat%20op%20substraat%20on%20E2%80%A6.pdf>
- WUR Glastuinbouw, 2006, *Ziekten en plagen in biologische snijbloemen onder glas*, Opgehaald op 8 mei 2014, <http://edepot.wur.nl/16835>
- Journal of Botany, 2011, *A Simple, Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation*, Opgehaald op 18 maart 2014, <http://www.hindawi.com/journals/jb/2011/658240/>
- Science netlink, 2014, *Surface area of a leaf teacher sheet*, Opgehaald op 19 maart 2014, <http://sciencenetlinks.com/student-teacher-sheets/surface-area-leaf-teacher-sheet/>, American Association for the Advancement of Science.
- Wereld encyclopedische kennis, 2014, *Bladoppervlakte*, Opgehaald op 19 maart 2014, http://nl.swewe.com/word_show.htm/?138343_1&Bladoppervlakte-index
- J. T. Tsiatas, S. Koundouras, E. Zioziou , 2008, *Leaf area estimation by simple measurements and evaluation of leaf area prediction models in Cabernet-Sauvignon grapevine leaves*, Opgehaald op 19 maart 2014, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11099-008-0077-x>
- Y. Roupahel, A. H. Mouneimne, A. Ismail, E. Mendoza-De Gyves, C. M. Rivera, G. Colla , 2010, *Modeling individual leaf area of rose (Rosa hybrida L.) based on leaf length and width measurement*, Opgehaald op 20 maart 2014, <http://link.springer.com/article/10.1007/s11099-010-0003-x>
- Onder glas, 2005, *Optimaal bladoppervlak*, Opgehaald op 20 maart 2014, <http://edepot.wur.nl/111985>

- E-Xcellence, 2014, *Steekproef algemeen*, Opgehaald op 21 april 2014
<http://www.allesovermarktonderzoek.nl/steekproef-algemeen>
- Van Dessel G. 2010, *Wat is de meest geschikte steekproefmethode voor uw enquête*, Opgehaald op 21 april 2014, <https://nl.checkmarket.com/2010/04/wat-is-de-meest-geschikte-steekproefmethode-voor-uw-enquete/>
- E-Xcellence, 2014, *Berekenen van steekproefgrootte*, Opgehaald op 17 maart 2014
<http://www.allesovermarktonderzoek.nl/steekproef-algemeen/steekproef-berekenen>
- Auteur onbekend, N.D, Opgehaald op 22 april 2014
<http://www.wiskundebijles.nl/statistiek/normaleverdeling1/tabelcummnormverd2k.htm>
- Auteur onbekend, N.D, Opgehaald op 6 mei 2014
<http://www.kabk.nl/perspectief/theorie/deel2/kijkhoek.htm>
- Prof. Callaert, H., *Steekproefmethoden*, Opgehaald op 22 april 2014
http://www.uhasselt.be/documents/uhasselt@school/lesmateriaal/statistiek/Lesmateriaal/Steekproefmethoden_04.pdf

Bijlagen

Bijlage I Competenties

De opleidingen Bedrijfswiskunde kennen 2 soorten competenties¹⁰:

- Tien algemene bouwstenen die kenmerkend zijn voor iedere hbo-bachelor: de tien hbo-kernkwalificaties
- Zes specifieke bouwstenen die kenmerkend zijn voor de opleidingen Bedrijfswiskunde: De zes beroep specifieke hoofdcompetenties.

De tien algemene hbo-kernkwalificaties zijn:

1. Brede professionalisering
2. Multidisciplinaire integratie
3. (Wetenschappelijke) toepassing
4. Transfer en brede inzetbaarheid
5. Creativiteit en complexiteit in handelen
6. Probleemgericht werken
7. Methodisch en reflectief denken en handelen
8. Sociaal communicatieve bekwaamheid
9. Basiskwalificering voor managementfuncties
10. Besef van maatschappelijke verantwoordelijkheid

De 6 beroep specifieke hoofdcompetenties:

1. Verkennen
2. mathematiseren en modelleren
3. structureren en oplossen
4. evalueren en concretiseren
5. Zorgen voor acceptatie en implementatie
6. reflecteren en anticiperen

De A competenties worden aan de hand van de STAR methode beschreven hoe deze competentie is ontwikkeld. De *STAR* methode staat voor: Situatie, Taak, Acties, Resultaat.

De volgende A-Competenties zijn tijdens de afstudeerstage ontwikkeld:

- Wetenschappelijke toepassing
- Transfer en brede inzetbaarheid
- Probleemgericht werken
- Sociaal communicatieve bekwaamheid

De B-Competenties worden beschreven door middel van uitleg van het proces. Door het proces te beschrijven is er te zien dat aan alle B-Competenties is gewerkt tijdens de afstudeerstage.

¹⁰ https://blackboard.hhs.nl/bbcswebdav/pid-175324-dt-content-rid-986690_2/xid-986690_2

De ontwikkelde A competenties

Competentie: (Wetenschappelijke) toepassing

Situatie: Tijdens mijn stage heb ik onderzoek moeten doen naar hoe er op dit moment in Nederland en in de wereld gecontroleerd wordt op bladaantasting in een kas. Deze informatie is nodig om een goed beeld te krijgen van de huidige situatie.

Taak: Mijn taak was het zoeken naar informatie over de huidige situatie van testen van planten op bladaantasting. Daarnaast moet er ook literatuur gevonden worden over manieren van bepalen van bladoppervlak. Dit heb ik zelfstandig gedaan.

Actie: Er is gezocht naar literatuur over het onderwerp bladaantasting in een kas en wijze van testen op bladaantasting. Deze literatuur is gezocht in verschillende databanken, die aangeboden zijn door de Haagse Hogeschool. Daarnaast is Google geraadpleegd om verschillende bronnen te zoeken die ondersteunende informatie kunnen bieden bij het uitvoeren van het onderzoek.

Resultaat: Het resultaat is dat ik met behulp van verschillende literatuur gevonden heb die gaan over het onderzoek dan naar bladaantasting. In verschillende literatuur is al wel te vinden dat dit mogelijk is bij kleine potplanten waar een opname van gemaakt wordt. Daarnaast is er ook literatuur gevonden over hoe het bladoppervlak

Competentie: Transfer en brede toepasbaarheid

Situatie: Tijdens de stage is er wiskundige en natuurkundige kennis toegepast voor het oplossen van het probleem.

Taak: De taak was om kennis, inzichten en vaardigheden toe te passen in verschillende situaties in het toepassingsgebied, vooral tijdens het praktische onderzoek in de demokwekerij.

Actie: In de demokwekerij is kennis en inzicht toegepast, omdat er ter plekke bepaald is welke methode er toegepast ging worden voor het maken van de opnames. De kennis die toegepast is, is op welke manier de methodes toegepast kunnen worden.

Resultaat: Met de kennis en inzicht is bepaald om te kiezen voor de methode van variërende hoogte in plaats van onder een bepaalde hoek ten opzichte van de plant, omdat dit moeilijk te bepalen was.

Competentie: Probleemgericht werken

Situatie: Tijdens mijn stage heb ik het probleem aangereikt gekregen van mijn stage begeleider. Dit probleem heb ik gedefinieerd in een probleemstelling. Daarnaast heb ik het probleem geanalyseerd en opgelost.

Taak: Het analyseren van het probleem en het oplossen van het probleem.

Actie: Het analyseren van het probleem is gebeurd door onderzoek te doen naar relevante informatie over het probleem die toegepast kan worden bij het bepalen van het bladoppervlak of het bepalen van de steekproefgrootte.

Resultaat: Er is doormiddel van het analyseren en het oplossen van het probleem een advies geschreven over de camerapositie op de MonibotX en de steekproefgrootte voor het uitvoeren van een betrouwbare steekproef.

Competentie: Sociaal communicatieve bekwaamheid

Situatie: Tijdens de stage is er zelfstandig gewerkt aan het probleem en zijn er op verschillende momenten documenten ingeleverd bij de afstudeerbegeleider die in goed Nederlands zijn ingeleverd

Taak: Mijn taak tijdens de stage is het zelfstandig werken aan het oplossen van het probleem en daarbij documenten af te leveren die in correct Nederlands worden afgeleverd.

Actie: Tijdens de stage is er zelfstandig gewerkt aan het probleem, zodra ik niet verder kon heb ik Jan Lambers gevraagd of hij mij kon assisteren om verder te kunnen aan de opdracht. Naast de vaste inlever momenten van verslagen heeft Jan Lambers feedback gegeven op de documenten zoals ze op dat moment zijn.

Resultaat: De resultaten zijn, in goed Nederlands, ingeleverde documenten met feedback voorzien door Jan Lambers.

De 6 ontwikkelde B competenties

Competentie: Verkennen van het probleem

Aan het begin van mijn stage heb ik een probleem gekregen vanuit het bedrijf. Dit probleem heb ik gedefinieerd in een probleemstelling. Door het opstellen van deelvragen kan er stapsgewijs gewerkt worden aan een oplossing voor het probleem.

Competentie: Mathematiseren en modelleren

Nadat het probleem verkent is, is er een bijpassend wiskundig model bij gekozen. Het model wat gekozen is om het probleem op te lossen door middel van een praktisch onderzoek doen naar cameraposities met wiskundige en natuurkundige aspecten. Dit model is opgesteld om het probleem wiskundig op te kunnen lossen.

Competentie: Structureren en oplossen

Het model wat opgesteld is om het probleem op te lossen is gebruik gemaakt van ruime wiskundige kennis die is opgedaan tijdens de opleiding Bedrijfskunde. De kennis die opgedaan is komt voornamelijk uit de statistiek vakken en het praktische vak natuurkundige proeven. Met deze kennis is het model opgelost en is er bepaald op welke positie de camera geplaatst moet worden en is er een advies gegeven voor de steekproefgrootte.

Competentie: Evalueren en concretiseren

De manier waarop het probleem opgelost is zoals het in de vorige competentie beschreven is, een onderzoek doen naar de camerapositie, wordt meegenomen in het definitieve ontwerp voor de MonibotX. Het is onderzoek wat ik uitgevoerd heb is maar een deel van het gehele project voor het creëren van een AGV die plantcondities kan meten.

Competentie: Zorgen voor acceptatie en implementatie

Het advies, de beste camerapositie, wat geschreven is zal meegenomen worden in het ontwerp van de MoniBotX. Hiermee zal het deelprobleem binnen het project voltooid zijn en zal het later helpen om de plantcondities te kunnen meten binnen een kas met behulp van een AGV.

Competentie: Reflecteren en anticiperen

Tijdens het bovenstaande proces hebben er verschillende reflecties plaatsgevonden. Uit de reflecties is gebleken dat er extra onderzoek plaats moest vinden naar welke methodes en op wat voor manier dit soort methodes toegepast kunnen worden in een kas.

Bijlage II Foto's Demokwekerij



Hoogte: 100 cm Hoek 0 graden



Hoogte: 100 cm Hoek 30 graden



Hoogte: 100 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 100 cm Hoek 60 graden



Hoogte: 100 cm Hoek -60 graden



Hoogte: 150 cm Hoek 0 graden



Hoogte: 150 cm Hoek 30 graden



Hoogte: 150 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 150 cm Hoek 60 graden



Hoogte: 150 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 200 cm Hoek 0 graden



Hoogte: 200 cm Hoek 30 graden



Hoogte: 200 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 200 cm Hoek 60 graden



Hoogte: 200 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 250 cm Hoek 0 graden



Hoogte: 250 cm Hoek 30 graden



Hoogte: 250 cm Hoek -30 graden



Hoogte: 250 cm Hoek 60 graden



Hoogte: 250 cm Hoek -30 graden

Bijlage III Projecten Expertisecentrum

Composail

In dit project wordt er een wedstrijdboot ontworpen voor in de GP42 klasse. Dit is een project dat wordt uitgevoerd door studenten uit alle technische studies, waardoor er een grote hoeveelheid verschillende kennis aanwezig is. Dat leidt tot nieuwe ideeën en inzichten. De doelstelling voor dit project is om met de wedstrijdboot te racen en daarbij de verschillende innovaties te testen.

Sustainable Mobility

In dit project is het doel om een zo duurzaam mogelijke oplossing te vinden voor persoonlijk vervoer. Er worden verschillende soorten auto's ontworpen voor gebruik in stedelijke omgeving. De drie verschillende projecten zijn:

- The Hydro cruisers: Deelnemers van de Shell Eco-marathon waar een zo groot mogelijke afstand af gelegd moet worden met een gemiddelde snelheid van minimaal 25 km/h.
- ESCBO (Electrical Sports Car Build-Off): In dit project wordt er een voertuig ontwikkeld die volledig elektrisch rijdt.
- SUV 2016: Bij dit project wordt er een duurzaam, lichtgewicht, elektrisch voertuig ontwikkeld.

Technology for Healthcare

Bij dit project staat het centraal om de kwaliteit van je leven te verhogen, daar wordt mee bedoeld dat er gekeken wordt naar oplossingen wordt gezocht voor het bevorderen van gezondheid, kwaliteit van wonen en werken te verbeteren en het stimuleren om gezonder te leven.

Evented

Dit project heeft 3 doelen.

- Doel 1 is een digitaal platform met een DJ pool en daarbij een overzicht van alle Dance feesten in Delft. Beginnende DJ's kunnen zich hierdoor beter profileren en draaiuren maken.
- Doel 2 is de kennisontwikkeling in een living lab dance. Living lab is een aantrekkelijk onderwijs en onderzoek platform.
- Doel 3 is het samenbrengen van doel 1 en 2 in een Delftse Dance Club, hierdoor gaan onderzoek en uitgaan hand in hand.

Housing of the future

Is een project waarin innovatieve oplossingen worden gevonden voor de gebouwde omgeving.

Bijlage IV Plantenziektes

Bladbotrytis

Bladbotrytis is een schimmel die veel voorkomt in de kas, niet alleen bij tomatenplanten maar bij elk soort planten. Bladbotrytis is te herkennen aan de grijsbruine vlekken en pluizig van de sporendragers. De sporen kiemen bij een luchtvochtigheid hoger dan 95% of bij de aanwezigheid van vrij vocht op de plant. De schimmel wordt verspreidt via luchtbeweging, werktuigen en mensen.

Er zijn veel verschillende middelen om botrytis te bestrijden, Zo kan je botrytis bestrijden door de aangetaste plekken te besproeien met verschillende samenstellingen van bestrijdingsmiddelen.



Meeldauw

Meeldauw wordt ook wel witziekte genoemd. Je kunt de meeldauw herkennen aan de witte pluizige schijn krijgen op de bladeren van de tomatenplant. Het komt voornamelijk voor bij vochtige omstandigheden. Net zoals bij de botrytis is de meeldauw te bestrijden door verschillende bestrijdingsmiddelen. Het is beter om meeldauw te voorkomen in plaats van bestrijden. Je kunt meeldauw voorkomen door zo min mogelijk water te geven aan de voet van de plant en voorkomen dat het water niet op de bladeren komt. Daarnaast moet er voldoende ventilatie zijn in de kas waardoor de kans op schimmel daalt.



Bladvlekkenziekte

Bladvlekkenziekte is net als Meeldauw en Botrytis een schimmel. Deze schimmel is te herkennen aan gele, niet scherp begrensde vlekken aan de bovenzijde van het blad die later bruin verkleuren. Aan de onderkant van het blad, zal op dezelfde plek het blad bruin worden met schimmelpluis. De schimmel verspreid zich door middel van sporen. Deze ziekte is te voorkomen door de hoge luchtvochtigheid te vermijden. Als de planten zijn aangetast door deze schimmel is hij te bestrijden door gewas beschermende middelen.



Witte Vliegen

De witte vlieg is in tegenstelling tot de drie bovengenoemde ziektes geen schimmel, maar een plaag. De kenmerken van een plaag van een witte vlieg is dat de bladeren en vruchten kleven. Dit komt omdat de witte vlieg zijn uitwerpselen hier achter laat en daardoor kleverig worden. De witte vlieg is te bestrijden door een biologische bestrijding in de vorm van de sluipwesp *Encarsia formosa*, om er voor te zorgen dat de wesp zijn werk kan doen moet hij zich in een warme omgeving bevinden.



Bladluizen

Bladluizen zijn klein gekleurde (voornamelijk groene) insecten. De aanwezigheid van de bladluizen is op te merken aan de witte vervellingshuidjes die op het blote oog zichtbaar zijn. De bladluizen voeden zich met de plantensappen en scheiden het teveel aan suiker dat ze opnemen met het plantensap terug af als een kleverige stof. Op de suiker die de bladluizen uitscheiden komen veel mieren op af. De bladluizen zijn te bestrijden door een biologische bestrijding in de vorm van een larve: Aphidoletes. Deze eet de bladluizen op.



Bijlage V Gegevens van MonibotX

Sheet: Statistiek

Statistische berekeningen uit model :									
Steekproef grootte	n=	715,028	stuks						
Standaard afwijking	z=	1,91							
Kans op succes	p =	2	procent	De kans op het aanwezig zijn van een aandoening					
100 -kans op succes	q=	98	procent						
foutmarge	e=	1	procent						

Sheet Tempo (1)

MONIBOTX									
Berekening snelheden van de mechanismes van MonibotX									
Bij dubbelzijdig werkende manipulatie arm danwel roteerbare manipulatie arm									
Beschikbare tijd :									
	Inspectie cyclus tijd				insct =	120,0	uur		
	Actieve bedrijfstijd (percentage)				actproc =	50,0	%		
	Inzetbare tijd per cyclus				nettcyc =	60,0	uur		
Af te leggen traject :									
	Aantal hectare				totopp =	10,0	ha		
	Hart-hart buisrail afstand				hhbrrla =	1,6	m		
	Buisrail lengte				brllngt =	300,0	m		
	Aantal buisrails				antbrrl =	208,3	stuks		
	Af te leggen trajectlengte				atrrl =	62500,0	m		
Totale populatie :									
	Onderlinge afstand planten				oafstp =	0,3	m		
	Totaal aantal planten				totantp =	208333,3	stuks		
	Aantal steekproeven per ha				aspgh =	71,5	stuks		
	Totaal aantal steekproeven				totasp =	715,0	stuks		
Tijden:									
	Tijd benodigd voor rail tot rail manoeuvre				tprrm =	30,0	sec		
	Totale rail manoeuvre tijd				totrrmt =	6250,0	sec		
	Toegestane tijd per steekproef				tgstpsp =	293,3	seconden		
	Stilstand handlingstijd per steekproef				hndltps =	146,7	seconden		
	Toegestane rijtijd per steekproef				tgrrtps =	146,7	seconden		
Afstanden :									
	Af te leggen afstand per steekproef				atlaps =	87,4	meter		

Sheet Tempo (2)

Snelheden :						
	Vereiste gemiddelde snelheid 1/2 half rijtijd	vgmsn =	0,6 m/s			
	Maximum snelheid tussen twee meetpunten	maxsntp =	1,2 m/s			
Versnelling :						
	Deze moet bereikt worden na (tijd/2)	dtmxsn =	73,3 sec			
	Dan moet de gemiddelde versnelling zijn :	agem =	0,0 m/s ²			
Massa en kracht :						
	Bij een kargewicht van	karmas =	500,0 kg			
	Moet de aandrijfkraft minimaal	andrkr =	8,1 N			
	Energie per verplaatsing moet er dan $s/(2 \cdot F) =$	enpvp =	355,2 J			
	Totale hoeveelheid energie voor railverplaatsing	tenvrvp =	253944,5 J			
Benodigde accu capaciteit voor railverplaatsing :						
	Een 100 AH accu 12V levert	enpaccu =	4320000,0 J			
	Het aantal benodigde accu's voor bewegen	antbaccu =	0,1 stuks			
	Totaal gewicht aan accu's a 30 kg		1,8 kg			
Benodigd aandrijfkoppel :						
	Aandrijf wieldiameter is	adrwd =	0,3 m			
	Minimaal aandrijfkoppel over geheel toeren bereik is	minandrkop =	1,0 Nm			
Benodigd toerental aandrijf wiel:						
	Maximum te bereiken toerental	nwiemax =	91,1 omw/min			
		fwiemax =	1,5 Hz			
	Nominaal motor toerental	nmotnom =	3000,0 omw/min			
	Toeren reductie	nred =	32,9 [-]			
	Nominaal restkoppel bij 3000 toeren motor bij red 1:6	nomkop3000 =	0,0 Nm			
Vermogen van de motoren :						
	Nominaal vermogen van de motoren :	Pnommot =	9,7 W			
	Bij twee aandrijf motoren AGV :		4,8 W			
Wrijving :						
	(Tot nu toe is er zonder wrijving gerekend. Er zal echter wel degelijk wrijving optreden.)					
	Roweerstand coefficient bij rails :	rowecoef	0,0 [-]			
	Rolwrijving van de AGV is dan	rowagv	7,4 N			
	CW waarde bij gemiddelde snelheid	cwvgem	0,8 [-]			
	Effectief frontaal oppervlak	effrntopp	2,0 m ²			
	Soortelijke dichtheid lucht	rholucht	0,0 kg/m ³			
	Wrijvingskracht luchtwrijving	wlvvgem	0,0 N			
	Toetaal aan wrijvings energie	totwren	460072,8 Nm			
	Percentage energie aan wrijvingsenergie		181,2 %			