

Scriptie bachelorafsluiting Agrotechnologie (FTE-80812)

Bedrijfsprocesanalyse bij moderne trostomatenteeltbedrijven

P.J.M. van Beveren

juni 2010



WAGENINGEN UNIVERSITEIT
WAGENINGEN UR

Bedrijfsprocesanalyse bij moderne trostomatenteeltbedrijven

Naam vak : Bachelorafsluiting Agrotechnologie
Nummer : FTE-80812
Omvang : 12 credits
Datum : juni 2010

Student : P.J.M. van Beveren
Registratienummer : 881026-064-100
Opleiding : BSc. Agrotechnologie

Begeleider(s) : Ir. A. van 't Ooster
Prof. dr. ir. E.J. van Henten
Examinator : Prof. dr. ir. P.W.G. Groot Koerkamp
Leerstoelgroep : Agrarische BedrijfsTechnologie
Bornse Weilanden 9
6708 PD Wageningen
Tel: (0317) 48 29 80
Fax: (0317) 48 48 19



WAGENINGEN UNIVERSITEIT
WAGENINGEN UR

Disclaimer

Dit verslag het eindproduct van een bachelorafsluiting van de opleiding Agrotechnologie aan Wageningen Universiteit. De hoofddoelstelling van het vak is dat studenten laten zien door middel van o.a. dit rapport dat ze de competenties van het bachelorprogramma beheersen. De student werkt gedurende een beperkte tijd (netto acht weken) aan een eigen opdracht, begeleid door een van de docenten. De beperkte tijd brengt ook beperkingen mee ten aanzien van de uitvoering van het onderzoek. De aard van het studieonderdeel brengt met zich mee dat het naar buiten brengen van resultaten en verder verspreiden van het rapport alleen kan geschieden in overleg met de verantwoordelijke docent(en). Wageningen Universiteit is nimmer aansprakelijk voor de gevolgen die voortvloeien uit het gebruiken van de informatie uit dit rapport.

Het is niet toegestaan gegevens of resultaten uit dit onderzoeksverslag te kopiëren, te publiceren of anderszins naar buiten te brengen zonder toestemming van:

Leerstoelgroep Agrarische bedrijfstechnologie

Wageningen Universiteit

Bornse Weilanden 9

6708 PD Wageningen

Tel: (0317) 482980

Voorwoord

In deze bachelorscriptie wordt een onderzoek gepresenteerd naar de verschillende processen op een modern bedrijf waar trostomaten geteeld worden. Er is een kwalitatief deel met functie diagrammen en processchema's en een kwantitatief deel met de bijbehorende parameters verkregen via padregistratiesystemen.

Dit onderzoek maakt deel uit van het promotieonderzoek van ir. Bert van 't Ooster. Dit onderzoek is getiteld: "Systematic design of automated sustainable horticulture production systems". Centraal hierin staan de analyse en modelvorming van mechanisatie strategieën en de overgang naar geautomatiseerde duurzame productiesystemen in de glastuinbouw.

Het onderwerp van deze scriptie sprak me aan omdat ik graag iets wilde doen dat gekoppeld was aan automatisering. Tuinbouw in het algemeen vind ik een interessante en boeiende sector waar onder andere op het gebied van energie en arbeid nog veel onderzoek te doen is. Met deze scriptie wil ik daar een bijdrage aan leveren.

De data, waarmee in deze scriptie is gewerkt, is afkomstig van twee trostomatentelers. Door de bezoeken aan deze bedrijven heb ik de koppeling met de praktijk gezien. De gegeven feedback op de processchema's was zeer nuttig. Hiervoor wil ik Richard Schenkeveld van Kwekerij Schenkeveld B.V. en Oscar Snabel van C.G. van Winden B.V. hartelijk danken.

Tenslotte wil ik mijn beide begeleiders Bert van't Ooster en Eldert van Henten bedanken voor de goede begeleiding en gesprekken die mij aanzetten tot verder denken.

Peter van Beveren

Samenvatting

De hoofdvraag van dit onderzoek is: "Welke processen vormen de grootste bottleneck in de trostomatenteelt?". Om deze vraag te beantwoorden zijn van verschillende bewerkingen in de teelt processchema's gemaakt en bijbehorende parameters bepaald aan de hand van data uit padregistratiesystemen van twee trostomatentelers.

Het telen van trostomaten is erg arbeidsintensief. Ongeveer 35% van de kostprijs bestaat uit arbeid. Trostomaten worden in Nederland vrijwel altijd met een hogedraadsysteem geteeld. Veel werkzaamheden worden met de hand uitgevoerd en zijn repetitief van aard. Steeds meer telers maken gebruik van padregistratiesystemen. Dit zijn systemen die de teler inzicht geven in de productieresultaten, in de arbeidsbehoefte per proces en in de prestaties van medewerkers. In de ideale situatie is de hoeveelheid benodigde arbeid constanter verdeeld over het jaar en is het werk fysiek niet belastend voor het personeel.

De betrouwbaarheid van de padregistratiesystemen is afhankelijk van hoe medewerkers en management er mee omgaan. Het is belangrijk dat er duidelijke afspraken zijn over het gebruik van padregistratiesystemen. De data uit deze systemen en de analyse resultaten zijn op padniveau.

De modellen in dit verslag bieden inzicht in de primaire processen die in de teeltruimte van een trostomatenbedrijf plaatsvinden. De bestudeerde processen zijn beugelen, dieven/draaien, blad verwijderen, laten zakken, trossnoei en oogsten. De IDEF3-modellen van de bewerkingen zijn uitgewerkt op een lager niveau dan padniveau en bieden inzicht in de samenstelling van de handelingen die het proces vormen. Deze modellen kunnen gebruikt worden bij het modelleren van de handelingen en voor verdere automatisering (van delen) van handelingen. Voor iedere bewerking zijn parameters op padniveau opgesteld. De belangrijkste zijn de tijd pad, het aantal voltijds werkdagen per week, de bewerking frequentie en het aantal kilo geoogst product.

De resultaten van dit onderzoek zijn in hoofdstuk 4 gepresenteerd en bevatten per handeling tabellen en grafieken met de tijd per pad, bewerking frequentie per periode en het aantal voltijds werkdagen per week. Per bedrijf is een arbeidsfilm opgesteld met daarin de arbeid per periode.

Als er puur naar het aantal uren arbeid per jaar dat nodig is gekeken wordt, is oogsten de handeling die procentueel van de zes onderzochte handelingen de grootste vrager van arbeid is (29%). Blad verwijderen komt op de tweede plaats met 26%. Dieven/draaien komt op de derde plaats (21%). Samen vormen deze drie processen ongeveer driekwart van de totale arbeidsbehoefte van de handelingen aan het gewas.

Summary

The main question in this research is: "Which processes are the biggest bottle neck in growing truss tomato?". To answer this question different process schemes are made and the corresponding parameters are determined from registration systems from two tomato growers.

Growing tomatoes is very labor intensive. Approximately 35% of the cost consists of labor costs. Truss tomatoes in the Netherlands are almost always grown in a high wire system. Much work is done by hand and have a repetitive nature. More and more growers are using registration systems. These systems give growers insight in the production results, the labor requirement per process and the performance of employees. Ideally, the amount of work is constant spread over the year and it is not physically hard.

The reliability of the registration system depends on how employees and management deal with them. It is important to have clear agreements about the use of registration systems. The data from these systems and the analysis is at path level.

The models in this report provide insight into the primary processes that take place in the growing area of tomato greenhouse. The studied processes are support truss, remove shoots/wrap plants, remove leaves, lower plants, pruning and harvesting. The IDEF-3 models of the processes are developed at a lower level than path level and offer insight into the composition of the processes. These models can be used to model the actions and for further automation (of parts) of operations. For each operation parameters are determined at path level. Most important are the time per path, the number of full working days per week, working frequency and the number of kilo grams harvested product. Furthermore, for each company a labor film is made with the labor requirement per period.

The results of this study are presented in Chapter 4 and include tables and graphs with the time per path, working frequency per period and the number of full working days per week.

When we look to the amount of labor required per year, harvesting takes out of the six operations studied, the largest amount of labor (29%). Leaf removal is in a second place with 26%. Remove shoots/wrap plant is in third place (21%). Together these three processes take approximately three quarters of the total labor requirement of growing tomatoes.

Inhoudsopgave

Voorwoord	V
Samenvatting.....	VII
Summary.....	VIII
Inhoudsopgave	IX
1 Inleiding	1
1.1 Achtergrond.....	1
1.2 Huidige situatie	2
1.3 Gewenste situatie	3
1.4 Probleem.....	3
1.5 Doel	4
1.6 Onderzoeksvragen	4
1.7 Afbakening.....	5
2 Literatuur	6
2.1 Algemene kenmerken productiecycclus trostomatenteelt	6
2.2 Arbeidsbehoefte teelthandelingen	7
2.3 Padregistratiesystemen	10
3 Materiaal en methode.....	12
3.1 Processchema's.....	12
3.2 Verzamelen van data	14
3.3 Parameters.....	15
4 Resultaten data	18
4.1 Handelingen in de trostomatenteelt.....	18
4.1.1 Telen van trostomaten.....	19
4.1.2 Onderhoud en verzorging.....	21
4.1.3 Transport en verpakking	24
4.2 Beugelen	25
4.2.1 Processchema	25
4.2.2 Parameters.....	26
4.3 Indraaien.....	29
4.3.1 Processchema.....	31
4.3.2 Parameters.....	32
4.4 Dieven	29
4.4.1 Processchema	29
4.4.2 Parameters.....	30
4.5 Blad verwijderen.....	35

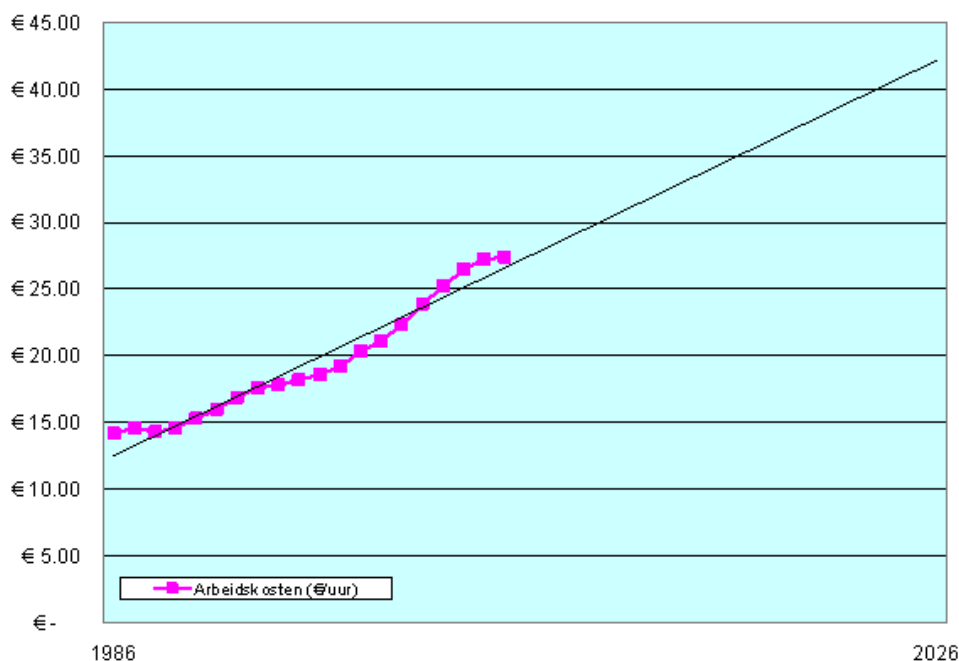
4.5.1	Processchema.....	35
4.5.2	Parameters.....	36
4.6	Laten zakken	39
4.6.1	Processchema.....	39
4.6.2	Parameters.....	40
4.7	Trossnoei	43
4.7.1	Processchema.....	43
4.7.2	Parameters.....	44
4.8	Oogsten	46
4.8.1	Processchema.....	46
4.8.2	Parameters.....	47
4.9	Overzicht parameters	50
5	Discussie	55
6	Conclusie.....	58
7	Bronnen.....	60
8	Bijlagen.....	62

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het totale areaal tomataten in Nederland is de afgelopen acht jaar toegenomen. In 2008 was het totale areaal tomataten in Nederland 1078 ha tegen 628 ha in 2000. Het aantal bedrijven dat tomataten teelt is gedaald van 291 in 2000 naar 223 in 2008. Hiermee is de gemiddelde bedrijfsgrootte van 2,2 ha in 2000 toegenomen naar 4,8 ha in 2008 (CBS, 2008). Tomaat is een belangrijk exportproduct in Nederland. In 2004 werd ruim 600 miljoen kg tomaten geëxporteerd (Rooij, 2008).

Tomatenteelt in kassen is arbeidsintensief. De arbeidsbehoefte voor kasarheid per jaar is gemiddeld 9450 uur per hectare (Woerden, 2005). Voor de teelt van paprika is per jaar ongeveer 7000 uur arbeid per hectare nodig voor kasarheid. De teelt van tomataten is arbeidsintensiever dan de teelt van paprika's. De kosten voor arbeid zijn de afgelopen jaren gestegen (zie Figuur 1). De arbeidskosten in Figuur 1 zijn generiek en niet specifiek voor de glastuinbouw. De kosten voor arbeid bedragen op een gemiddeld tuinbouwbedrijf tussen de 30 en 38% van de kostprijs (Pekkeriet *et al.*, 2007). Uit de KWIN (Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw) uit 1994 blijkt dat voor tomaten 35% van de kostprijs bestaat uit arbeid. Voor andere vruchtgroenten uit de kas zoals paprika en komkommer was dit 30% van de kostprijs (Hendrix, 1995).



Figuur 1 Arbeidskostenontwikkeling (Pekkeriet *et al.*, 2007)

1.2 Huidige situatie

In de tomatensector zijn de laatste jaren veel vernieuwingen doorgevoerd. Onder andere op het gebied van procesbesturing, klimaatregeling, waterhuishouding, energie en logistiek zijn veel nieuwe producten op de markt gekomen. Enkele voorbeelden van bedrijven die met noviteiten op de markt zijn gekomen, zijn onder andere Priva (kasklimaat), Hoogendoorn (kasklimaat), Wilk van der Sande B.V. (warmtepomp en aquifers) en Philips Lighting (LED belichten).

Trostomaten worden vrijwel uitsluitend in een hoge draad systeem geteeld (Oude Vrielink and Looije, 2004). Bij dit teeltsysteem hangen de trossen met tomaten steeds op dezelfde hoogte door het groeipunt te verhangen. De tomaten groeien in hangende goten op substraatblokken. Hierdoor kunnen de wortels zich goed ontwikkelen en kan iedere plant individueel van water en voedingsstoffen worden voorzien.

Op dit moment worden nog veel werkzaamheden volledig met de hand uitgevoerd. Deze werkzaamheden zijn vaak eenvoudig en repeterend. Voorbeelden zijn onder andere dieven, indraaien, laten zakken en blad plukken (Oude Vrielink *et al.*, 2006). Veelvoorkomende tilhandelingen met het product zijn al grotendeels door machines overgenomen. Priva heeft eind 2006 samen met een groep telers een eerste proefmodel ontwikkeld van een bladplukrobot. Om het oogsten van de tomaten te vergemakkelijken zijn er verschillende speciale transporttrolley's op de markt die het oogsten aanzienlijk lichter maken. Het laten zakken en het indraaien van de tomatenplanten is vanwege de arbeidsvraag en de zwaarte van het werk onderhevig aan innovaties (Oude Vrielink *et al.*, 2006). Er zijn verschillende systemen beschikbaar voor het laten zakken, voorbeelden zijn de standaard hoge draad haak en de Tomahaok Handwerk blijft nog steeds nodig.

Padregistratie systemen zijn ontwikkeld voor arbeids- en productregistratie op tuinbouwbedrijven. Hierdoor kan de teler of manager snel en eenvoudig inzicht krijgen in de prestaties en opbrengsten van individuele medewerkers, medewerkersgroepen en het totaal. Ook kunnen waarnemingen van ziekten en plagen via het systeem worden doorgegeven. Iedere medewerker heeft een eigen code of pas om zich te identificeren. Bij het ingaan van een nieuw pad of sectie identificeert de medewerker zich. Er kan ook een koppeling worden gemaakt met de financiële administratie van het bedrijf.



Figuur 2 Registratie-unit Hortimax

Er zijn op dit moment verschillende systemen op de markt voor padregistratie. Dit zijn P-Plus van Hortimax, Priva Fusion, DyTime van Duinker Automatisering en Nomad van Hoogendoorn. P-Plus wordt op dit moment door ongeveer 200 bedrijven gebruikt. Dit zijn voornamelijk groentebedrijven. Priva Fusion is vrij nieuw en bestaat uit verschillende modules. Op dit moment zijn er vier bedrijven waar het gehele systeem wordt gebruikt. Verder zijn er ongeveer veertien bedrijven die delen van het Priva-systeem gebruiken. De bedrijven

bevinden zich in Amerika, Engeland, Frankrijk en Nederland. Het gebruik van deze systemen wordt interessant zodra bedrijven groter worden of meerdere vestigingen krijgen omdat met het systeem overzicht kan worden gehouden (ook op afstand). Naast arbeidsregistratie kunnen deze systemen vaak meer registreren dan alleen arbeid. Voorbeelden zijn het monitoren van oogstprestaties, koppeling met (financiële) administratie en voorraadbeheer.

Om arbeid te besparen hebben al veel bedrijven geïnvesteerd in het automatiseren en optimaliseren van het transport van het geogste product uit de kas naar de verdere verwerking. Deze verdere verwerking kan voor het grootste deel al geautomatiseerd plaatsvinden. Voorbeelden hiervan zijn sorteerlijnen, dozenvullers en palletiseermachines (ook wel dozenstapelaars genoemd) (Henten, 2006). Een nieuwe ontwikkeling op het gebied van logistiek is het koppelen van padregistratie aan het interne transport. Hierdoor kan er efficiënter gewerkt worden en kan data over de hoeveelheid geogst product per pad ingezet worden om intern transport verder te optimaliseren.

1.3 Gewenste situatie

Trostomaat kent een niet gelijkmatig verdeelde productie over het jaar. Toch is in de ideale situatie de arbeid gedurende het jaar zo constant mogelijk verdeeld. De arbeidsfilm is dan zo vlak mogelijk zodat het inhuren van tijdelijke werknemers minder nodig is. Dit kan door bijvoorbeeld taken die alleen in de pieken voorkomen te mechaniseren of zo aan te passen dat deze minder tijd kosten. Verlaging van de totale arbeidsbehoefte zal leiden tot een reductie van de arbeidskosten. Vaste medewerkers zijn per uur duurder, maar kunnen wel effectiever werken en weten hoe er op een bedrijf gewerkt wordt. Automatisering en mechanisatie worden ingezet op die plaatsen in het productieproces waar dit het meest zinvol en economisch rendabel is. Omdat iedere handeling heel vaak wordt uitgevoerd (frequent repetitieve arbeid) is door één cent per actie te besparen het effect op de totale arbeidskosten heel groot.

We onderscheiden drie verschillende soorten arbeid. Dit zijn repetitieve arbeid, kennis extensieve arbeid, kennis intensieve arbeid en vaardigheden. In gewenste situatie komen geen gezondheidsklachten voor ten gevolge van zwaar of repetitief werk bij de werknemers. De werkomstandigheden voor werknemers zijn goed.

1.4 Probleem

Het is niet volledig inzichtelijk welke processen de grootste bottleneck vormen in de trostomatenteelt. Het proces met de grootste bottleneck is het proces waarvoor de meeste arbeid per jaar nodig is. Dit proces heeft dus ook de hoogste arbeidskosten. Arbeid heeft grote invloed op de kostprijs voor de tuinder en de effectiviteit hiervan moet verder omhoog. Verder is het niet duidelijk op welke plaatsen automatisering het beste kan worden ingezet. De gevolgen van automatisering op de kostprijs van het product, haalbare

reductie op arbeidskosten, extra kosten voor onderhoud en gevolgen voor de arbeidsverdeling gedurende het jaar zijn niet duidelijk.

1.5 Doel

Na dit onderzoek is duidelijk hoe het processchema van een modern tuinbouwbedrijf dat tomaten teelt eruit ziet. Processen in de teelt zijn kwantitatief inzichtelijk inclusief de arbeidsvraag, het karakter van de arbeid en de uitvoering hiervan. De samenhang tussen deze processen is duidelijk. Door verdere analyse van dit processchema kunnen modellen worden gemaakt en toekomstige vormen van automatisering en mechanisatie worden geëvalueerd.

Verder is duidelijk in hoeverre padregistratiesystemen kunnen bijdragen aan de parameterisering van processen in de tomatenteelt. Ook zijn de tekortkomingen aan het huidige systeem van het telen van tomaten duidelijk. Het uiteindelijke doel is om toe te werken naar simulatie van de processen.

1.6 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag: "Welke processen vormen de grootste bottleneck in de tomatenteelt?"

Deelvragen:

- 1.) Hoe ziet het processchema van de tomatenteelt eruit?
 - 1.1) Wat wordt per proces gedaan en waarom?
 - 1.2) Hoe worden processen uitgevoerd en waarom zo?
 - 1.3) Wanneer en waar worden de processen uitgevoerd en waarom?
- 2.) Wat zijn eigenschappen van de processen?
 - 2.1) Wat zijn de belangrijkste parameters van de processen?
 - 2.2) Hoe is de arbeidsvraag opgebouwd en verdeeld naar tijd?
 - 2.3) Hoe is de bezetting van de productiemiddelen?
- 3.) In hoeverre kunnen padregistratiesystemen bijdragen aan de parameterisering van processen?
 - 3.1) Welke parameters en processen worden geregistreerd?
 - 3.2) Welke aanvullende informatie is nodig voor verder modelleren?

1.7 Afbakening

Dit onderzoek richt zich alleen op de teelthandelingen bij tomaten in de kas. Alleen teelthandelingen aan het gewas worden in dit onderzoek geanalyseerd. De in dit onderzoek geanalyseerde handelingen zijn beugelen, indraaien, dieven, blad verwijderen, laten zakken, trossnoei en oogsten. Van de handelingen in het hoofdpad zijn geen gegevens bekend. Deze worden dus ook niet verder besproken. Overige processen worden alleen in het processchema ondergebracht en niet verder geanalyseerd. Er worden in dit onderzoek geen exacte taaktijden bepaald. Wel worden indicaties van de tijdsvraag voor deeltaken bepaald. Er wordt gewerkt met de data van twee bedrijven. Beide bedrijven maken gebruik van P-Plus. Het simuleren van het uitvoeren van handelingen in de kas wordt in dit onderzoek niet besproken. Resultaten van dit onderzoek kunnen in de toekomst wel gebruikt worden als input van simulaties om deze te toetsen aan de werkelijke situatie.

2 Literatuur

Achtereenvolgens worden de algemene kenmerken van de trostomatenteelt, de arbeidsbehoefte van teelthandelingen en de functionaliteit padregistratiesystemen besproken. Doel van dit hoofdstuk is om inzicht te geven in wat er al bekend is over deze onderwerpen. Ook kan aan het einde een vergelijking worden gemaakt tussen de gevonden resultaten in de literatuur en de eigen resultaten. Voor dit literatuuronderzoek is gebruik gemaakt van internet, vakbladen en wetenschappelijke literatuur.

2.1 Algemene kenmerken productiecyclus trostomatenteelt

De tomatenplanten worden bij een plantenkweker gezaaid en opgekweekt. Na een paar weken worden de planten op het bedrijf in de kas gezet. De planten zijn dan ongeveer 15-16 cm hoog en wegen ongeveer 100 gram. Bij bedrijven zonder extra belichting worden de tomaten in december geplant. De eerste oogst is dan rond maart. De oogstperiode loopt tot november. De maand tussen de teelten wordt gebruikt om de kas te reinigen en klaar te maken om in december weer met een nieuwe teelt te kunnen starten (Heuvelink, 2005).

Er zijn ook telers die het hele jaar rond produceren. Dit kan door een aantal keren per jaar oude planten te vervangen door nieuwe jonge planten (bijvoorbeeld in maart, oktober en november). Dit wordt ook wel het tussenplantsysteem genoemd. Om dit mogelijk te maken is in Nederland extra belichting nodig. Er komen steeds meer bedrijven die extra belichten zonder tussenplanten. Op dit moment wordt 120 hectare belicht (Langen, 2009). Met gebruik van de juiste cultivar kunnen de planten eerder de kas in en er kan eerder geoogst worden.

Trostomaten worden pas geoogst nadat alle tomaten van een tros voldoende gekleurd zijn (Hendrix, 2000). De trossen worden direct in het afzetfust gelegd. Op karren gaan de volle fusten naar de sorteer-, weeg- en verpakkingsruimte.

In de kas staan de tomatenplanten meestal in dubbele rijen. De afstand tussen de paden is ongeveer 1,1 m. De planten staan in de rij ongeveer 0,5 m van elkaar. Een plantdichtheid van 2,5 planten per m² geeft in Noord-Europese condities de hoogste financiële opbrengst (Heuvelink, 2005).

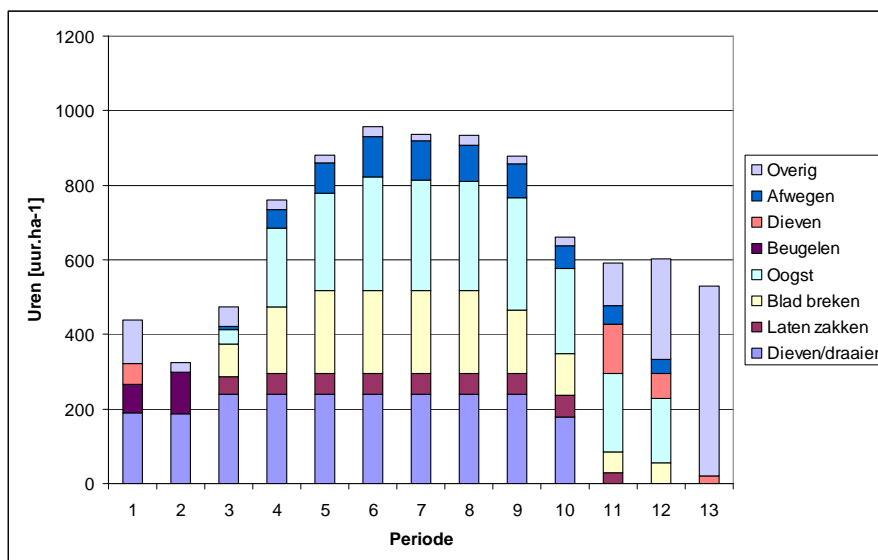
De teelthandelingen waar Heuvelink in zijn boek 'Tomatoes' op in gaat zijn draaien, laten zakken, dieven, snoeien, blad verwijderen, oogsten en koppen aan het eind van de teelt. Vanaf het moment dat de planten in de kas staan moeten de planten gedraaid worden. Draaien moet ongeveer iedere 7 tot 10 dagen gedaan worden. Een goed moment om te beginnen met laten zakken is na het bloeien van het vierde cluster. De stam is dan sterk genoeg om breken te voorkomen. Het beheersen van de scheuten is belangrijk voor het optimaliseren van de hoeveelheid vruchten (en dus de opbrengst) aan de plant. Het verwijderen van de scheuten (dieven) wordt ongeveer wekelijks gedaan, afhankelijk van de groeisnelheid van het gewas. Vijf tot

acht weken voor het eind van de teelt worden de groeipunten uit de plant verwijderd (koppen). Een week daarna worden alle bloemen van de plant verwijderd. Alle vruchten die in de tussentijd nog gevormd hadden kunnen worden hebben onvoldoende tijd om zich te ontwikkelen (Heuvelink, 2005).

2.2 Arbeidsbehoefte teelthandelingen

Arbeidsbegroting

In 2000 heeft Hendrix voor de trostomatenteelt ook een arbeidsbegroting opgesteld. Dit heeft hij gedaan door arbeidsnormen te verzamelen en taaktijden op te stellen. Een arbeidsbegroting geeft een overzicht van de arbeidsbehoefte van een teelt en kan onder andere worden gebruikt bij teeltplanning en personeelsvoorziening. Ook kunnen op basis van een arbeidsbegroting de arbeidskosten worden bepaald (Hendrix, 2000). In Figuur 3 is de arbeidsbegroting te zien met daarin het aantal arbeidsuren per hectare opgedeeld naar bewerking en naar perioden van vier weken. Opvallend aan deze begroting is dat er veel handelingen in vermeld zijn. Onder de overige werkzaamheden vallen: inhoezen, plantklaar maken, planten op de mat zetten, druppelaars bij de pot zetten, planten doorwortelen, inboeten, haspels ophangen, touw vast maken, koppen, hommels, gewasbescherming, ethrel smeren, kas schoonspuiten en opruimen.

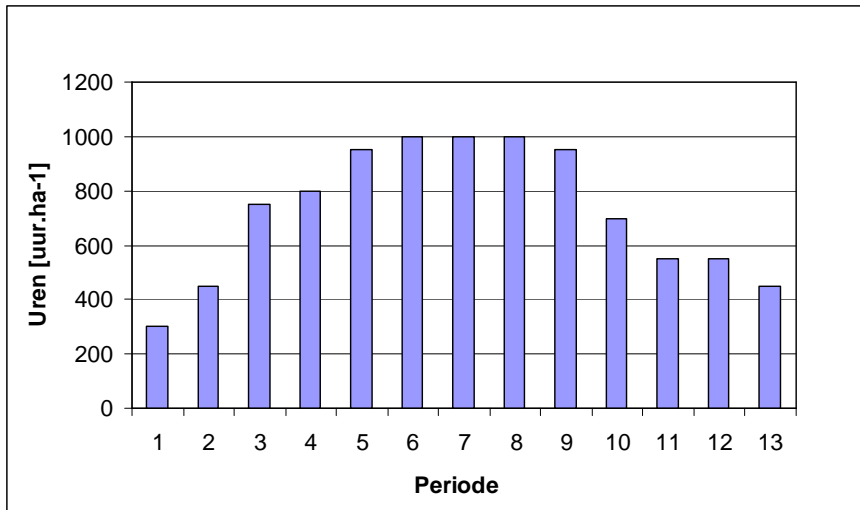


Tabel 1 Uren teeltarbeid
Handeling Uren tot.

Dieven/draaien	2237
Laten zakken	474
Blad breken	1540
Oogst	2316
Beugelen	188
Dieven	278
Afwegen	692
Overig	1246

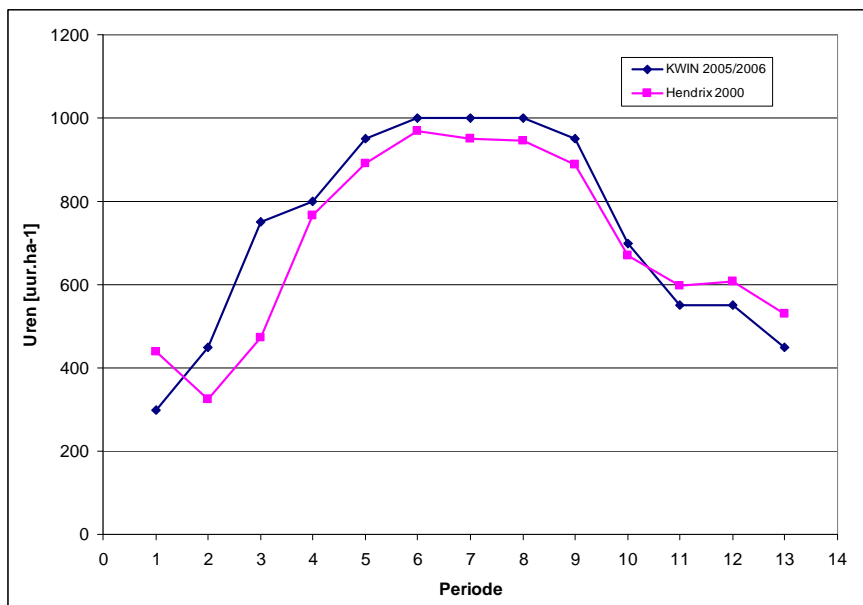
Figuur 3 Arbeidsbegroting (Hendrix, 2000)

De hoeveelheid teeltarbeid die nodig is per 1000 m² staat per periode gegeven in de Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw. Welke teelthandelingen hier precies ondervallen is niet gespecificeerd. In Figuur 4 is dit grafisch weergegeven. De gegevens zijn voor trostomaat geteeld op steenwol. Zaaizeek 43-46 en oogstweek tot en met 47-52. Het totaal aantal benodigde arbeidsuren is 9450 uur per hectare (Woerden, 2005). De totale arbeidstijd bij Hendrix is 9054 uur per hectare per jaar. Dat is ongeveer 400 uur minder.



Figuur 4 Teeltarbeid KWIN

In Figuur 5 is van beide arbeidsbegrotingen de totale tijd per periode te zien. Het verloop van beide lijnen gedurende het jaar is vergelijkbaar. Het meest opvallende verschil is zichtbaar in periode 1, 11, 12 en 13 waar Hendrix hoger is dan de gegevens uit KWIN. Dit kan veroorzaakt worden door de post overige werkzaamheden die bij Hendrix zeer uitgebreid is. In totaal is deze post 1246 uur. De verschillen tussen Hendrix in 2000 en KWIN in 2005 zijn erg klein. Dit duidt erop de arbeidsbehoefte per hectare in vijf jaar tijd niet sterk is afgenomen.



Figuur 5 Vergelijking arbeidsbegroting

Simulatie

In Israël heeft Bechar onderzoek gedaan naar arbeid in tomaten. Hij heeft metingen gedaan bij een aantal tomatenbedrijven. Hij heeft taaktijden bepaald en handelingen gekarakteriseerd en deze vervolgens

gemodelleerd en gesimuleerd. Het doel van het onderzoek was om werkmethoden te verbeteren door het verminderen van de arbeidsbehoefte. Er is gekeken naar het oogsten, snoeien en draaien.

De taaktijden in de kas zijn bepaald door directe metingen in de kas. Hierbij is iedere handeling verdeeld in verschillende elementen en van ieder onderdeel afzonderlijk de tijd gemeten. Dit is 50 tot 200 keer per medewerker gedaan. Er zijn twee modellen gemaakt. De eerste in ARENA. Dit is een simulatie omgeving die gebruik maakt van een grafische presentatie. In dit model zijn de handelingen op plant niveau. De entiteit is de medewerker en de server is de tomatenplant. Resultaten van dit model zijn de arbeidstijd per pad, opbrengst per pad en de looptijd. Het tweede model is gemaakt met Visual Basic en is op pad niveau. Iedere handeling is hier gemodelleerd door een functie die virtueel de handeling van de medewerker uitvoert. De output van deze simulatie is de tijdsverdeling van ieder werkelement, tijd per handeling en de prestatie meting. Beide modellen zijn vergeleken met de verzamelde data uit de kas.

Conclusies die volgen uit de simulatie zijn dat het aantal werknemers geen invloed heeft op de totale arbeidstijd. De afmetingen van de kas, het aantal paden en de lengte van de paden hebben ook geen significant effect op de totale arbeidstijd. De arbeidstijd bij het oogsten kan met 32% worden verkort wanneer er een 280-plants mand of kar wordt gebruikt in plaats van een 70-plants variant. Met meer medewerkers is de looptijd langer omdat de volgende rij waar een werknemer verder gaat altijd een rij is waar nog geen andere medewerker aan het werk is. Meer, maar kortere rijen zorgden voor een langere oogsttijd. Ook de route die de medewerker in de rij aflegt is bestudeerd. Uit de simulatie kwam naar voren dat een batch proces waarbij beide zijden van het pad gelijktijdig worden bewerkt het meest effectief is. De afstand die moet worden afgelegd is daarbij ook het kleinst. (Bechar *et al.*, 2007)

Toekomstvisie

De kas zonder arbeid bestaat over 25 jaar nog niet. De productiviteit per eenheid product is de afgelopen jaren gestegen. Dit komt vooral door professionalisering van de sector en 'slimmer' werken. De kosten voor arbeid zijn echter hard gestegen. Medewerkers geven nu al aan dat het werk lichter wordt. Dit komt vooral door schaalvergroting, volautomatische logistieke systemen en toenemende mechanisatie. Er zal een verschuiving plaatsvinden van hand- naar hoofdarbeid. Fysieke handelingen zullen meer verschuiven naar scan-, correctie- en monitorfuncties. De fysieke arbeid die overblijft zal een relatief licht karakter hebben en geen (grote) fysieke belasting meer opleveren.

Het routinematig werken zal niet verdwijnen. Arbeid blijft wel de grootste kostenpost in de glastuinbouw. Dit maakt het noodzakelijk om handmatige cyclische handelingen te mechaniseren. Samen met verdere teeltontwikkeling zal dit leiden tot een arbeidsbesparing. Mechaniseren betekent hier het mechaniseren van een stukje van een handeling. De handeling oogsten bijvoorbeeld bestaat uit een heleboel kleine deelhandelingen. Deze zullen in veel gevallen beetje bij beetje gemechaniseerd worden voordat de hele handeling gemechaniseerd is. Ook zullen er steeds meer robots in de glastuinbouw worden toegepast om handwerk van de mens over te nemen (Pekkeriet *et al.*, 2007).

2.3 Padregistratiesystemen

Met een padregistratiesysteem kan worden bijgehouden hoeveel er wordt geproduceerd per pad, hoe een medewerker presteert, en waar zich ziekten en plagen bevinden. Bij padregistratie voeren medewerkers in de kas een aantal gegevens zoals naam, handeling en padnummer in op een terminal. Deze gegevens worden centraal verwerkt en opgeslagen. Het belangrijkste voordeel van padregistratie is dat de teler snel en onderbouwd kan inspelen op het productieproces. Vooral handmatige invoer vergt veel discipline van de medewerkers. Doordat medewerkers meer tijdsbewust worden van hun handelingen kan een arbeidsbesparing worden gerealiseerd (Louvenberg, 1996).

In 2004 is er onderzoek gedaan naar de inzet van arbeidsregistratiesystemen op glastuinbouwbedrijven. Padregistratie is op bijna de helft van de onderzocht bedrijven aanwezig (29 van de 61). Dit zijn vooral groentebedrijven en daarna bloemenbedrijven. Hoeveel bedrijven hiervan tomaten of tomaten telen is niet gegeven. Op potplantenbedrijven komt padregistratie nauwelijks voor. Padregistratie komt meer voor op bedrijven die een groter areaal hebben. Hoe groot hier bedoeld wordt is niet bekend. Het aansturen van medewerkers wordt eenvoudiger door registratie van functioneringsgesprekken, padregistratie, opleiding, werkoverleg enzovoort (Vermeulen *et al.*, 2004).

Met een padregistratiesysteem kunnen werknemers individueel worden aangestuurd of aangesproken in plaats van als groep. Werknemers kunnen individueel worden begeleid en hierdoor verbetert de arbeidsproductiviteit en de werksfeer op het bedrijf. Het padregistratiesysteem kan ook gebruikt worden voor de toenemende eis van 'tracking en tracing' van het product doordat van ieder product wordt vastgelegd door wie, waar en wanneer het geogst is (Verstegen and Lans, 2003).

In de toekomstvisie 'Work is gaming' wordt het gebruik van padregistratiesystemen als standaard beschouwd. De hoeveelheid inleendarbeid in de glastuinbouw neemt snel toe. De hoogte van de arbeidskosten legt grote druk op de concurrentiepositie van de Nederlandse tuinbouw en dwingt een toenemende productiviteit van werknemers af. Padregistratie wordt in deze visie dan ook vooral gebruikt om de productiviteit van individuele medewerkers te kunnen meten en sturen. In toenemende mate kan in de toekomst de kwaliteit van het geleverde werk objectief gemeten worden. Dit mede door ontwikkelingen in technologie en gestructureerde werkmethoden. Informatie over zowel de teelt, het klimaat, kwaliteit en arbeidsprestaties zijn door het gebruik van ICT real time beschikbaar. Iedere logistieke drager is real time te volgen. Er is inzicht in de kwaliteit, locatie en herkomst van het geogste product (Pekkeriet *et al.*, 2007)

Waarnemingen

Het opstellen van arbeidsnormen wordt gekenmerkt door een aantal subjectieve aspecten. Voor verschillende methoden van tijdsstudie zijn de objectieve en subjectieve aspecten op een rij gezet. In Tabel 2 is het overzicht te zien voor arbeidsregistraties. Objectieve aspecten zijn meetbaar en reproduceerbaar. Subjectieve aspecten zijn kenmerken die persoonsgebonden zijn en afhankelijk van ervaring. Een aantal aspecten in de tabel zijn zowel objectief als subjectief omdat ze wel meetbaar zijn, maar ook afhankelijk van de persoon. Arbeidsregistratie is het vastleggen van de werktijd per dag, per bewerking en het aantal eenheden dat in die tijd be- of verwerkt is (Hendrix *et al.*, 2000). Bij de arbeidsregistratie wordt het vastleggen door de werknemer zelf gedaan.

Belangrijk bij arbeidsregistratie is dat er duidelijke afspraken zijn over het begin- en eindpunt van de bewerking. Er moet goed gedefinieerd zijn wat een bepaalde bewerking daadwerkelijk inhoud. Stof voor discussie vormt daarbij altijd het transport tussen twee opeenvolgende bewerkingen, bijvoorbeeld het transport van het geogoste product naar de bedrijfsruimte waar het product gesorteerd en verpakt wordt. Behoort het transport bij het oogsten of bij het sorteren, of bij geen van beide. Arbeidsnormen afgeleid uit arbeidsregistraties hebben een lagere nauwkeurigheid dan arbeidsnormen verkregen via tijdstudies of PMTS (Predetermined Motion Time Systems). Dit komt doordat bij tijdstudies en PMTS het begin- en eindpunt door de opsteller van de arbeidsnorm zelf worden gedefinieerd. Hierdoor ligt objectief vast wat er onder een bepaalde handeling of bewerking verstaan wordt. Bij arbeidsregistraties is dit niet het geval en is het de medewerker zelf die aangeeft welke bewerkingen gedaan te hebben in welke tijd (Hendrix *et al.*, 2000).

Eén van de conclusies van het onderzoek is dat arbeidsregistraties alleen voldoen voor globale inzichten in teelten. Dit komt door de lagere nauwkeurigheid (vergeleken met PMTS en tijdstudies). Wel kan de gemiddelde arbeidsbehoefte per bewerking worden afgeleid door gegevens van meerdere bedrijven te middelen. Extreme waarden (afwijkingen van meer dan twee keer de standaardafwijking) worden dan buiten beschouwing gelaten. Om meer betrouwbare en verfijnde gegevens te verzamelen moeten de meest kennis- en arbeidsintensieve methoden gebruikt worden. Hierdoor is het ook mogelijk om onbekende situaties te simuleren omdat er ook inzicht kan worden verkregen in de arbeidsbehoefte van individuele handelingen (Hendrix *et al.*, 2000).

Tabel 2 Objectieve en subjectieve aspecten arbeidsregistraties (Hendrix *et al.*, 2000)

Objectieve aspecten	Subjectieve aspecten
Begin- en eindpunt bewerking	Begin- en eindpunt bewerking
Eenheden	Eenheden
Frequenties	Tempo
Berekeningen	Ervaring
Nauwkeurigheid	Werkmethode
	Rusttijd binnen werktijd
	Nauwkeurigheid
	Definitie bewerking

3 Materiaal en methode

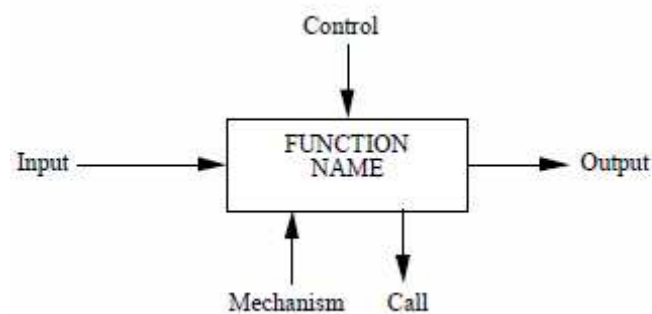
In dit hoofdstuk zijn achtereenvolgens de gehanteerde methoden voor het ontwikkelen van processchema's (3.1), het verzamelen van data (3.2) en het analyseren van de data (3.3) beschreven.

3.1 Processchema's

Om de processen op moderne trostomatenbedrijven inzichtelijk te maken is er eerst in de literatuur, internet en vakbladen gezocht wat hier al over bekend is. Omdat het over moderne bedrijven gaat die voorop lopen in de techniek was dit lastig. Om literatuur te zoeken is gebruik gemaakt van een mind map (zie bijlage A). Aan de hand van literatuur en een veralgemeniseerd IDEF0-model voor een glastuinbouwbedrijf, dat ontwikkeld is ten behoeve van het overkoepelende project, is een IDEF0 schema gemaakt over het telen van trostomaten. Door middel van het IDEF0 model wordt de samenhang tussen de verschillende bedrijfsfuncties inzichtelijk. De belangrijkste handelingen tijdens de groei van het gewas zijn vervolgens verder uitgewerkt in verschillende IDEF3 processchema's.

IDEFO

Met de IDEF0 modelleringstechniek is het mogelijk om functiemodellen te maken. Ieder blok stelt een bepaalde functie, activiteit of proces voor. Inputs komen altijd van links het systeem in, outputs verlaten aan de rechterkant de functie. Van boven komen de verschillende control-pijlen. Dit zijn condities die nodig zijn om het systeem goed te laten functioneren of waar het systeem afhankelijk van is. De pijlen die van onderen komen zijn de mechanismen die nodig zijn om de functie uit te voeren. In Figuur 6 is dit schematisch weergegeven (National *et al.*, 1993).



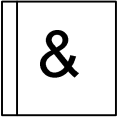
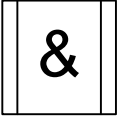
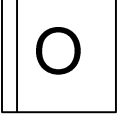
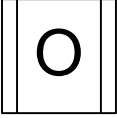
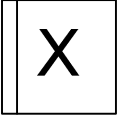
Figuur 6 Standaard functieblok IDEF0

IDEF3

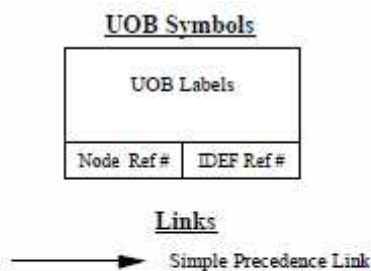
In IDEF3 is het mogelijk om het gedrag van systemen te beschrijven door middel van gebeurtenissen (handelingen), ook wel eenheden van gedrag (UOB= Units Of Behavior) genaamd, en logische operatoren. In Tabel 3 staat een overzicht van de beschikbare operatoren in IDEF3. Hiermee kunnen beslissingen en de volgorde van de verschillende handelingen of processtappen inzichtelijk gemaakt worden.

In Figuur 7 zijn een standaard UOB en de verschillende verbindingen te zien. Iedere UOB heeft een naam die vaak gebaseerd is op een werkwoord. De verschillende UOB's zijn verbonden met pijlen die de relatie tussen de UOB's weergeven (Mayer *et al.*, 1995).

Tabel 3 Logische operatoren IDEF3

<i>Junction Control</i>	<i>Name</i>	<i>Meaning in Fan-in</i>	<i>Meaning in Fan-out</i>
	Asynchronous AND	All preceding processes must be complete.	All following processes must start.
	Synchronous AND	All preceding processes complete simultaneously.	All following processes start simultaneously.
	Asynchronous OR	One or more preceding processes must be completed.	One or more following processes must start.
	Synchronous OR	One or more preceding processes complete simultaneously.	One or more following processes start simultaneously.
	XOR (Exclusive OR)	Exactly one preceding process completes.	Exactly one following process starts.

De Simple Precedence link is de meest gebruikte link of pijl en verbindt UOB's met elkaar. Met deze verbinding wordt de relatie tussen de UOB's weergegeven. De pijl kan worden gelezen als een mogelijke activatie van het schema.



Figuur 7 UOB en verbindingen IDEF3

Om de koppeling met de praktijk te maken zijn twee bedrijven bezocht die op een moderne wijze trostomaten telen. Op deze bedrijven zijn de processchema's uit IDEF0 en IDEF3 besproken en is feedback van de contactpersonen meegenomen in de verdere uitwerking van deze schema's.

3.2 Verzamelen van data

Om de eigenschappen van de processen te kunnen bepalen is data nodig. Deze data is verkregen bij twee bedrijven. Beide bedrijven telen trostomaten en maken gebruik van P-Plus. Door beide bedrijven is data van 1 jaar uit het P-Plus systeem beschikbaar gesteld. Bij beide bedrijven liep op het moment van bezoeken de teelt tegen het einde. Dit maakte het lastig om op de bedrijven zelf verder gedetailleerde informatie over de verschillende handelingen te verzamelen. Aanvankelijk was het idee om nog een aantal keren de bedrijven te bezoeken en gedetailleerde informatie te verzamelen door bijvoorbeeld video-opnamen te maken. Uit gesprekken met de contactpersonen bleek dat de data uit het P-Plus systeem voor dit onderzoek toereikend was om de teelthandelingen op padniveau te analyseren. Er was geen sprake van 'vervuiling van metingen' door het verrichten van meerdere teelthandelingen tijdens een gang door een teeltpad. Op de bedrijven worden alle handelingen aan het gewas apart uitgevoerd. Een uitzondering hierop vormen dieven en draaien. Deze worden altijd tegelijk uitgevoerd. Er werd daarom afgezien van het verzamelen van meer informatie op de bedrijven zelf.

Hieronder staat een overzicht van de bedrijven met de belangrijkste algemene gegevens.

Bedrijf 1 Schenkeveld

Het bedrijf heeft een teeltoppervlak van 10 ha. De teelt is trostomaat middel. Het bedrijf heeft in totaal 525 paden met een lengte van 115 m. De afstand tussen de paden is 1,6m. Volgens P-Plus is er 97600 m² oppervlak. Wanneer we het teeltoppervlak van de kas zelf berekenen met een hoofdpad van 5 meter breed, zijn de dimensies van de kas 420 x 235 m. Het oppervlak is dan 98700 m². Het verschil kan veroorzaakt worden door de breedte van het hoofdpad, en ruimte aan de zijkanen van de kas.

Bedrijf 2 van Winden

Het bedrijf heeft twee kassen. Eén van 6,2 (kas 1) en één van 5,2 ha (kas 2). De verkregen data is van beide kassen samen. De teelt is grove trostomaat. Het totale oppervlak van de kassen is 11,4 ha. In kas 1 zijn 396 paden en in kas 2 352 paden. De paden zijn respectievelijk 96 en 91 meter lang. De afstand tussen de paden is net als bij Schenkeveld 1,6 meter. Het hoofdpad is 3 meter breed.

Tabel 4 Overzicht bedrijven

	<i>Bedrijf 1</i>	<i>Bedrijf 2</i>
Naam bedrijf	Schenkeveld B.V.	Van Winden B.V.
Oppervlak kasvloer	10 ha	11,4 ha
Dimensies kas 1 (L*W)	420 x 235 m	196 x 316,8 m
Dimensies kas 2 (L*W)	Niet van toepassing	186 x 281,6 m
Teelt	Trostomaat middel	Grove trostomaat
Aantal paden totaal	525	748
Lengte van 1 pad	115 m	91 en 96 m

Verschillen

Bij van Winden worden de volle oogstkarren door een aparte medewerker verplaatst naar de sorteerruimte. Deze medewerker zet de lege oogstkarren daarna weer in een nieuw pad zodat de medewerker in de kas die weer kan gebruiken. Deze handeling wordt niet door P-Plus vastgelegd. Er is echter wel data van bekend. In 2008 bedroeg het transport in het hoofdpad 1393,5 uur en in 2009 1497,75 uur. Bij Schenkeveld wordt gebruik gemaakt van een geautomatiseerd transportsysteem.

Voor de teelt van 2009 zijn de planten bij van Winden op 29 en 30 december 2008 in de kas gezet. Bij Schenkeveld is dit op 5 december gebeurd.

In bijlage B wordt een overzicht gegeven van alle handelingen die het P-Plus systeem bij beide bedrijven vastlegt. De handelingen die in hoofdstuk 4 worden behandeld hebben bij beide bedrijven ongeveer dezelfde naam. Bij Schenkeveld worden veel meer handelingen (ook niet-teelthandelingen) vastgelegd. Bij Schenkeveld zijn bepaalde handelingen gedetailleerder vastgelegd. Zo zijn er een posten onderdieven verw., tussenblad verw. en verschillende posten diverse en controle. Bij van Winden worden enkele van deze handelingen niet vastgelegd, of vallen ze onder andere handelingen.

3.3 Parameters

De data uit het P-Plus systeem is verkregen via de centrale computer van de tuinder zelf. In de P-Plus software is gekozen voor de optie Uitvoer → Alle handelingen, Alle medewerkers, Periode 31 oktober 2008 tot en met 31 oktober 2009. Er is ook een rapport gemaakt met alle handelingen over dezelfde periode, maar nu uitgezet per medewerkersgroep. De data per medewerkersgroep is in dit onderzoek niet verder gebruikt, maar is wel beschikbaar.

De verkregen bestanden zijn op de computer verwerkt met Microsoft Excel. De geëxporteerde output van het P-Plus systeem heeft een .csv extensie. De data is hier met puntkomma's gescheiden. De data is geïmporteerd in Excel en met behulp van een aantal zelf gemaakte VBA-macro's aangepast om berekeningen te kunnen uitvoeren. Deze macro's ordenen de data door een lege rijen te verwijderen en data te verplaatsen. De macro's voeren verder geen berekeningen uit. De tijdkolommen zijn geïmporteerd als tekst en omgezet in een Microsoft-Excel tijdformat.

Om de data grafisch te kunnen weergeven is gebruik gemaakt van de GTa-tools dataviewer van dhr. A. van't Ooster. Hiermee kunnen snel verschillende grafieken worden gemaakt en bekeken. Voor het maken van frequentieverdelingen is gebruik gemaakt van de data analysis toolbox (standaard beschikbaar in Excel).

Om de data van de twee bedrijven te kunnen vergelijken is de data per pad genormaliseerd naar een pad lengte van 100 m. De correctiefactor voor Schenkeveld is 1,15. Omdat er bij van Winden twee kassen zijn is er gewerkt met een gewogen gemiddelde van 0.9365. Deze waarden per pad zijn om te rekenen naar

vierkante meters [m²] door te vermenigvuldigen met de bruto padbreedte. Deze is bij beide bedrijven 1,6 m. 1 genormaliseerd pad is daarmee equivalent aan 160 m² teeltoppervlak.

Gebruikte formules

De tijd per pad per handeling is berekend door de totale geregistreeerde arbeidstijd per dag voor de betreffende handeling te delen door het totaal aantal paden dat op die dag is bewerkt.

$$t_{pad} = \frac{t_{tot,dag}}{n_{pad,dag}} \quad (1)$$

Het aantal effectieve voltijds medewerkers per dag is berekend door het totaal aantal geregistreeerde uren per dag te delen door 8 uur. Dit is een volle werkdag.

$$n_{med,dag} = \frac{t_{tot,dag}}{8} \quad (2)$$

Het aantal paden per medewerker is berekend door het totaal aantal (geregistreeerde) bewerkte paden per dag te delen door het effectieve aantal voltijds medewerkers per dag.

$$n_{pad,med} = \frac{n_{pad,dag}}{n_{med,dag}} \quad (3)$$

De bewerkingsfrequentie is berekend door het totaal aantal bewerkte paden te delen door het aantal paden op het bedrijf. De bewerkingsfrequentie geeft weer hoe vaak één pad voor een bepaalde handeling is bezocht per dag dat de betreffende handeling werd uitgevoerd. De bekende frequentie in vergelijking 4 is de frequentie dat een pad bezocht is tijdens het aantal dagen dat die handeling is uitgevoerd.

$$f_{dag} = \frac{n_{pad}}{n_{dag} \cdot n_{pad,tot}} \quad (4)$$

Bewerkingsfrequentie per periode is berekend met vergelijking 5. Deze formule geeft het aantal keer dat een pad is bewerkt per dag gedurende de periode waarin de handeling heeft plaatsgevonden. Deze periode is inclusief dagen waarop de handeling niet is uitgevoerd, maar wel binnen de periode vallen. Deze periode is het aantal dagen tussen de eerste dag en de laatste dag dat een handeling wordt uitgevoerd.

$$f_{per} = \frac{n_{pad,per}}{n_{dag,per} \cdot n_{pad,tot}} \quad (5)$$

In Tabel 5 staat een overzicht van de in formule één tot en met vijf gebruikte symbolen.

Tabel 5 Gebruikte symbolen

<i>Symbol</i>	<i>Beschrijving</i>	<i>Eenheid</i>
t_{pad}	Tijd per pad	uur
$t_{tot, dag}$	Totale geregistreerde arbeidstijd per dag (voor die specifieke handeling)	uur.dag ⁻¹
$n_{pad, dag}$	Aantal bewerkte paden per dag	dag ⁻¹
n_{pad}	Aantal bewerkte paden in periode	periode ⁻¹
$n_{med, dag}$	Aantal medewerkers per dag	dag ⁻¹
$n_{med, pad}$	Aantal paden per medewerker per dag	dag ⁻¹
$n_{pad, tot}$	Totaal aantal paden aanwezig	-
n_{dag}	Aantal dagen dat een handeling actief wordt uitgevoerd	dag
$n_{dag, per}$	Aantal dagen van de periode dat een bepaalde handeling wordt uitgevoerd (begindatum – einddatum).	dag
f_{dag}	Bewerkingsfrequentie dagen dat handeling wordt uitgevoerd	dag ⁻¹
f_{per}	Bewerkingsfrequentie periode dat handeling wordt uitgevoerd	dag ⁻¹

Voor alle formules geldt dat gewerkt wordt met genormaliseerde data. Alle paden hebben in de vergelijking dezelfde lengte (100 m). Eerst is de tijd per pad teruggerekend naar de tijd per meter pad. Deze is vervolgens vermenigvuldigd met 100 om tot een vergelijking te kunnen komen per pad van 100 meter.

Een overzicht van alle handelingen die worden geregistreerd in het P-plus systeem is te vinden in bijlage B. Een overzicht met alle beschikbare parameters inclusief afleiding en eenheden is te vinden in bijlage C.

4 Resultaten data

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van dit onderzoek te vinden. In paragraaf 1 is een IDEF0-functie-analyse van het telen van tomaten beschreven. In de daarop volgende paragrafen zijn per handeling het processchema, de resultaten van de data-analyse en de uit de data bepaalde procesparameters voor de twee bedrijven gepresenteerd. In de laatste paragraaf is een overzicht gegeven van de parameters en processen.

4.1 Handelingen in de tomatenteelt

In deze paragraaf wordt het IDEF0-model voor het telen van tomaten besproken. Subparagraaf 4.1.1 gaat in op het hoogste niveau van het IDEF0-model. In 4.1.2. zijn alle functies te vinden die met onderhoud en verzorging van de tomatenplanten te maken hebben en met het uitvoeren van fysieke handelingen aan het gewas. In 4.1.3. zijn functies voor transport en verpakking voor verdere verwerking te vinden. Het biologische proces van het groeien van de tomatenplanten zelf valt buiten de scope van dit onderzoek en is daarom niet verder uitgewerkt. In paragraaf 4.2 tot en met 4.7 worden de fysieke handelingen aan het gewas verder uitgewerkt met IDEF3 schema's en parameters. De functie oogsten is verder uitgewerkt in paragraaf 4.8.

Het doel van deze modellen is om inzicht te krijgen in de processen die teelthandelingen definiëren door te beschrijven hoe deze processen op dit moment verlopen. Het model is ook bedoeld om inzicht te krijgen in de relaties tussen de verschillende processen tijdens de productie. In de modellen worden de processen benaderd vanuit de mens die handelingen verricht. Alleen de handelingen beugelen, indraaien, dieven, blad verwijderen, laten zakken, trossnoei en oogsten zijn meegenomen in de modellen.

Voor alle diagrammen in de komende paragrafen geldt dat er interne en externe beperkingen zijn die als 'control' fungeren. Deze komen vanaf boven het systeem in. Onder interne beperkingen vallen alle beperkingen die direct betrekking hebben op het productieproces. De teler zelf en zijn medewerkers hebben hier een belangrijke rol in als het gaat om de interne eisen en randvoorwaarden op het bedrijf. De externe randvoorwaarden worden door externe partijen aan het systeem opgelegd. Zij zijn niet direct betrokken bij het proces, maar leggen wel beperkingen op. Voorbeelden van externe partijen zijn consumenten, de overheid en branche organisaties. Deze 'controls' zijn binnen deze studie niet nader uitgewerkt.

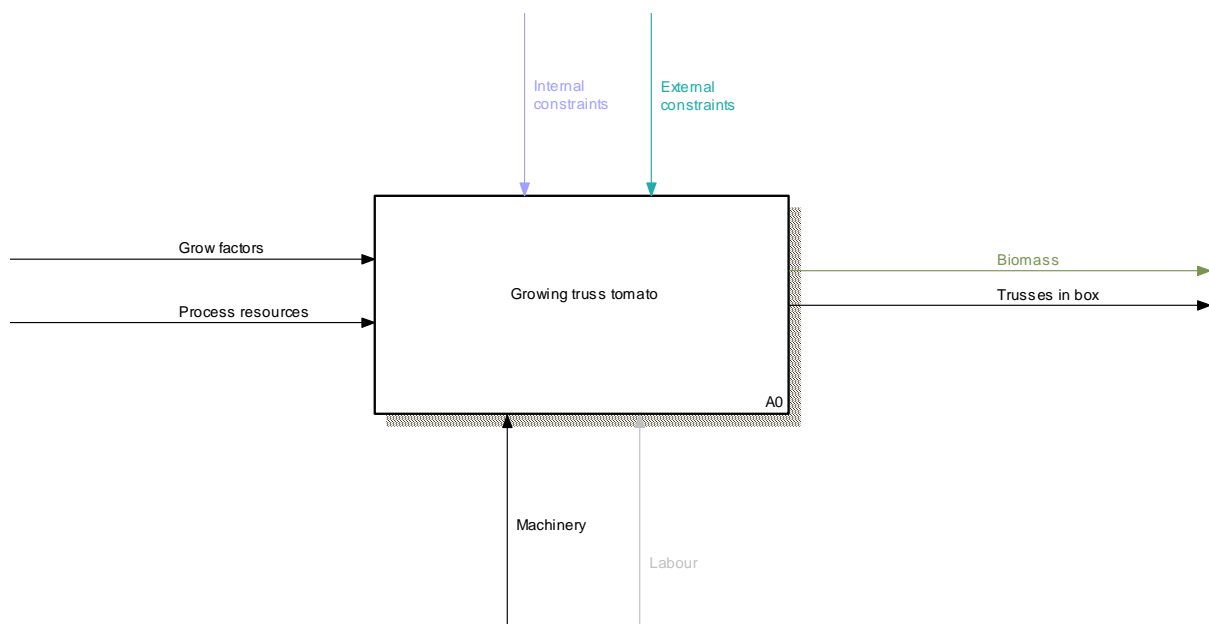
4.1.1 Telen van tomaten

In Figuur 8 is het hoogste niveau van het IDEFO-model te zien.

De inputs zijn grow factors en process resources. Onder groeifactoren valt alles wat de plant nodig heeft om te kunnen groeien. Voorbeelden zijn licht, warmte, CO₂, water en mineralen. Met process resources worden alle materialen die nodig zijn voor het productieproces bedoeld. Deze kunnen voor één of meerdere teelten gebruikt worden. Voorbeelden zijn plantmateriaal, nutriënten en energiedragers. Menselijke arbeid kan gezien worden als een eenmalig te besteden proces resource.

Voor uitvoeren van de functie tomaten telen zijn mechanismen nodig. Dit zijn machines en arbeid. Mechanismen maken de input-output conversie in de functie mogelijk zonder daarbij zelf wezenlijk te worden beïnvloed (of geconverteerd). Mechanismen worden weergegeven middels pijlen aan de onderkant van het functieblok.

Outputs van het systeem zijn biomassa en tomaten in dozen. Biomassa is onder andere snoeiafval, plantenresten en ander organisch materiaal uit de kas. Daarnaast is er ook nog anorganisch materiaal dat de kas verlaat zoals plastic en steenwol. Dit is echter alleen bij het wisselen van de teelt en is niet opgenomen in onderstaand model. De tomaten zijn het eindproduct dat verkocht wordt.



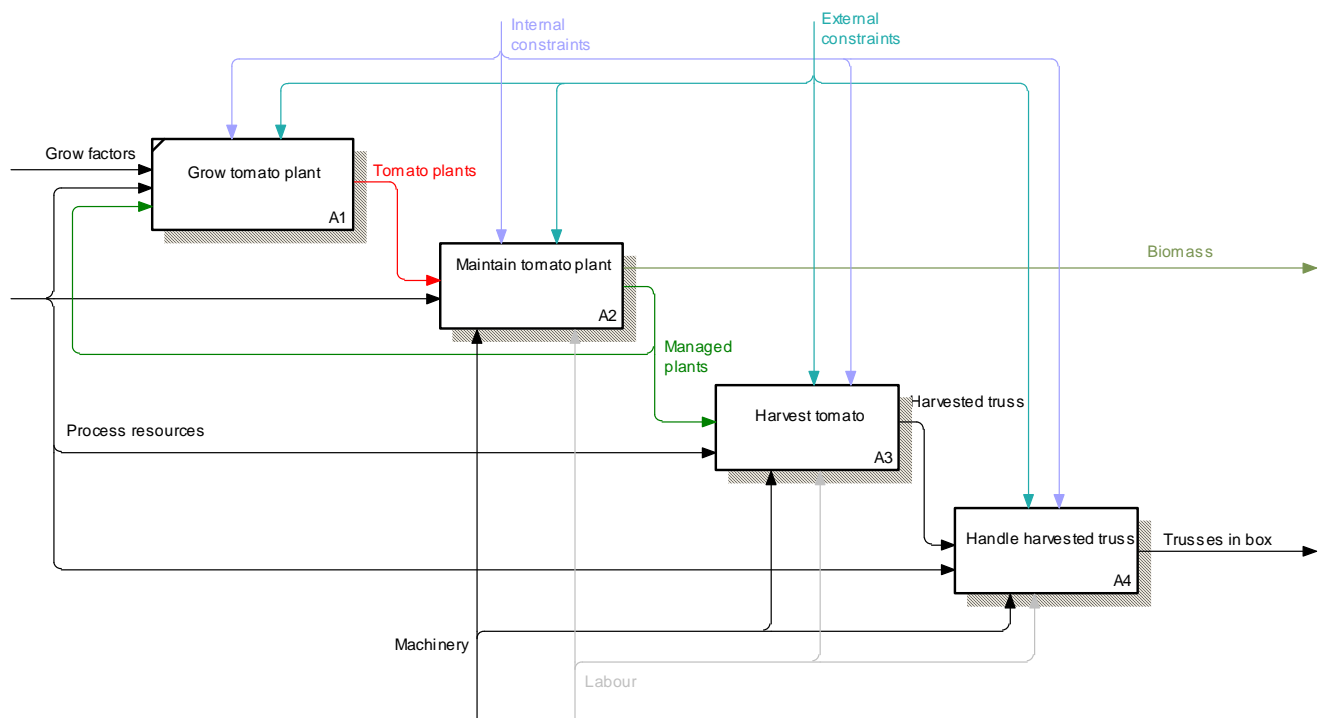
Figuur 8 IDEFO Tomaten telen

Het A-0 niveau is verder uitgewerkt in het onderliggende diagram. In Figuur 9 is te zien dat het telen van tomaten is gesplitst in het biologische proces 'groei van de tomatenplant' (A-1 niveau), het 'onderhouden van de tomatenplant' (A-2 niveau), het 'oogsten van de tomaten' (A-3 niveau) en de verdere handelingen die nodig zijn om de tomatentrossen te verwerken tot een marktklaar product 'verwerking geoogst product' (A-4 niveau).

Output van 'groeï van de tomatenplant' is de tomatenplant waar de trossen aan groeien. Deze tomatenplant moet onderhouden en verzorgd worden. Wanneer één of meerdere bewerkingen zijn uitgevoerd aan de plant ontstaat de output verzorgde, bewerkte planten. Deze planten zijn vervolgens weer een input voor het oogsten en het groei van de tomatenplant. Uit het onderhouden van de plant komt biomassa als restproduct. Uit het oogsten komen de trossen met tomaten. Bij de meeste tomatentelers worden bij het oogsten de trossen gelijk in de eindverpakking gelegd. Het uiteindelijke eindproduct zijn dozen met precies het juiste gewenste gewicht. Meestal is dit vijf kilo per doos. Gewichtscorrectie van dozen en na selectie van tomaten vindt niet plaats tijdens de oogst, maar in de bewerkingsruimte. Tenslotte worden de dozen samengevoegd tot pallets.

Voor alle functies in het A-0 niveau zijn process resources nodig.

Als mechanismen voor onderhoud en verzorging van het gewas, oogsten en verdere handelingen zijn arbeid en machines nodig. Voor het groeien van de plant op zich zijn geen arbeid en machines nodig omdat dit het biologische proces van groei betreft.



Figuur 9 IDEFO A-0 niveau Growing truss tomato

4.1.2 Onderhoud en verzorging

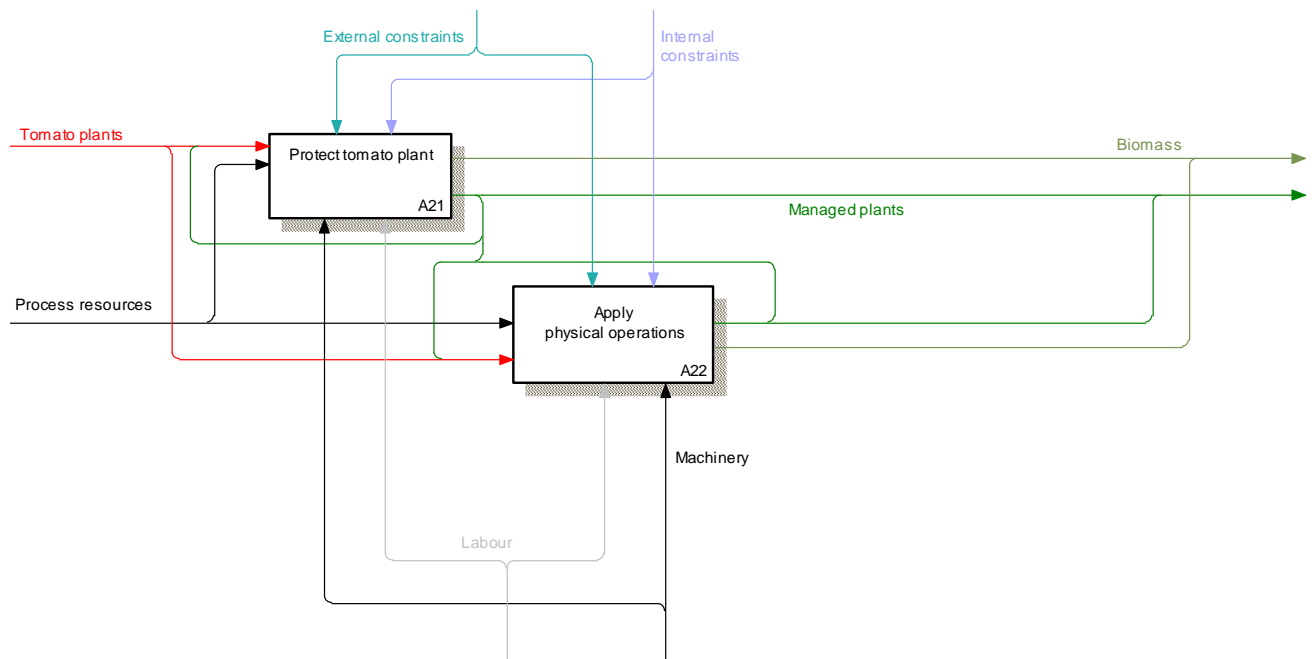
In deze subparagraaf is het onderhoud en de verzorging van de tomatenplanten uitgewerkt. Deze handelingen vallen onder het A-2 niveau 'Maintain tomato plant' in Figuur 9.

Het onderhouden en verzorgen van de tomatenplanten is verder uitgewerkt in Figuur 10. Het onderhouden is uitgesplitst in het beschermen van de plant en het doen van fysieke handelingen aan de plant zelf.

De tomatenplanten en process resources zijn inputs voor beide functies. Ook de behandelde planten kunnen weer als input dienen voor één of meerdere handelingen in het schema. Uit beschermen en toepassen van fysieke handelingen komen de planten die een of meer handelingen hebben ondergaan. Deze plant kan nog een keer behandeld worden in één van de functies of als output weer verder gaan op het hogere niveau naar het telen of oogsten van de plant. In het schema maakt het niet uit hoe vaak een bepaalde handeling herhaald wordt. Uit beide functies kan biomassa als output komen.

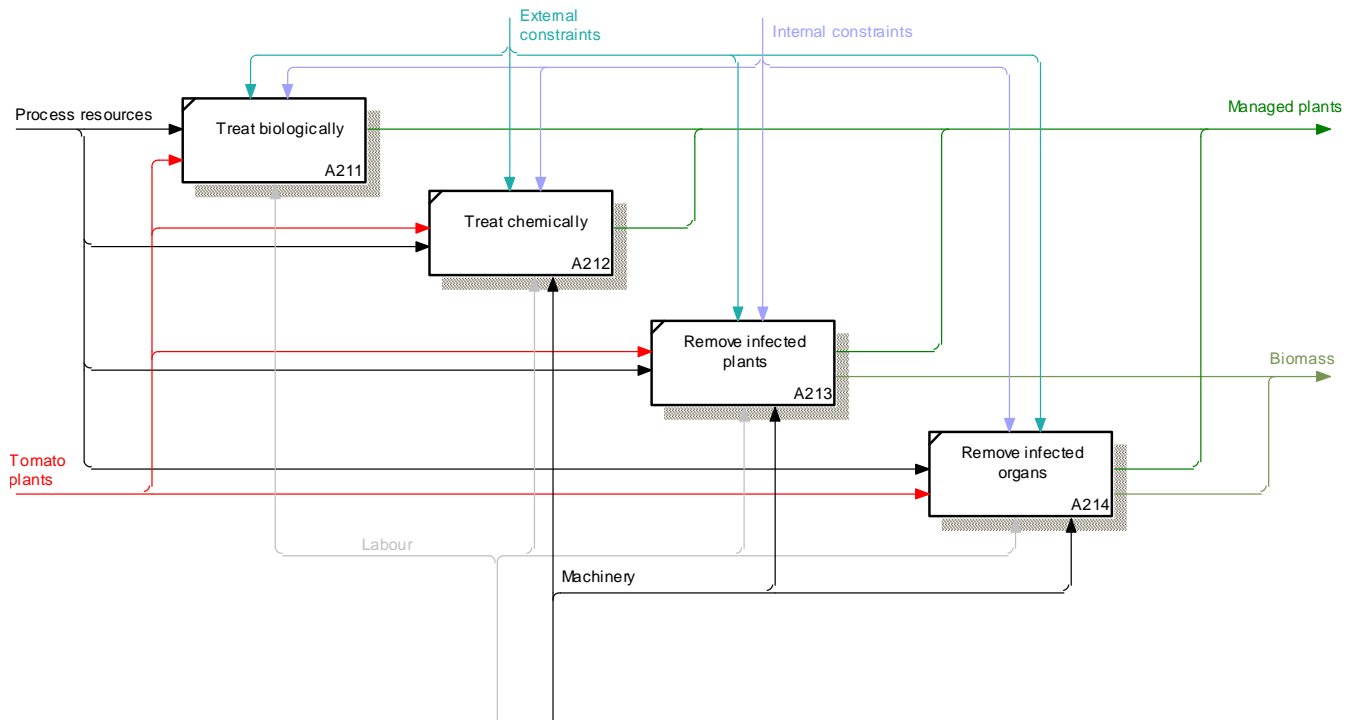
Een voorbeeld voor interne en externe beperkingen bij dit schema zijn regels over het toepassen van beschermingsmiddelen.

Mechanismen die nodig zijn om de functies uit te voeren zijn arbeid en machines.



Figuur 10 IDEF0 A-2 niveau Maintain tomato plant

In Figuur 11 is het beschermen van de plant verder uitgewerkt. Doel hiervan is om de planten zonder ziekten en plagen te kunnen laten groeien. Er zijn verschillende manieren en methoden waarop dit kan gebeuren. Er kan gebruik gemaakt worden van biologische of chemische bestrijding. Een plant kan in zijn geheel worden verwijderd uit de kas. Ook kan een gedeelte van de plant worden verwijderd ('remove infected organs'). Onder het beschermen van de plant resulteren daarom de functies biologische bestrijding, chemische bestrijding, het verwijderen van een hele plant en het verwijderen van plantdelen. Bij het verwijderen van planten en plantdelen is biomassa een output van het systeem.



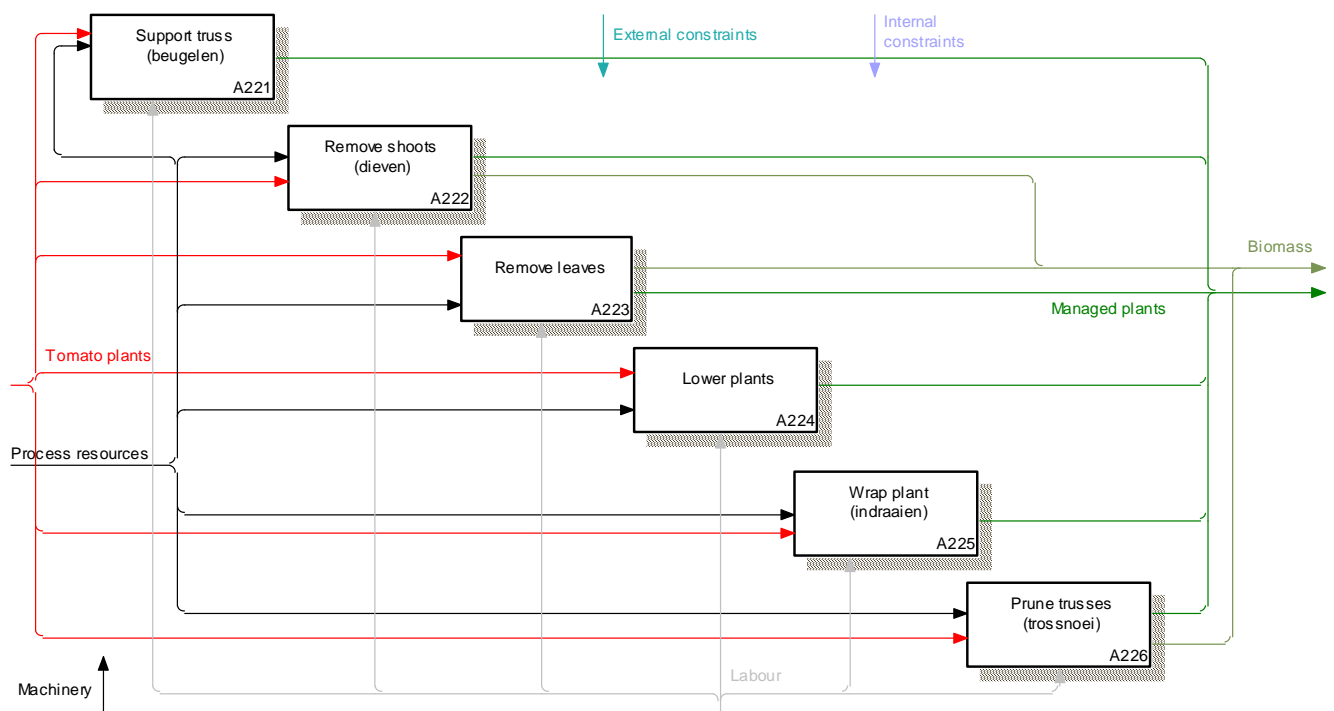
Figuur 11 A-21 niveau Protect tomato plant

In Figuur 12 zijn de fysieke handelingen verder uitgewerkt. De processen die onder de fysieke handelingen vallen zijn: A221) beugelen, A222) dieven, A223) blad verwijderen, A224) laten zakken, A225) Indraaien en A226) trossnoei. Deze handelingen zijn verder uitgewerkt in een IDEF3 model en nader kwantitatief geanalyseerd (zie hiervoor paragraaf 4.2 tot en met 4.7).

Alle functies in het schema hebben als input de tomatenplant zelf. Deze 'ondergaat' de bewerking. Ook hier zijn als input weer proces resources nodig. Om te kunnen beugelen zijn bijvoorbeeld beugels of clips nodig.

Om de functies goed uit te kunnen voeren zijn arbeid en machines nodig. Machines zijn niet voor iedere functie direct noodzakelijk, maar kunnen het werk lichter of gemakkelijker maken. Voorbeelden zijn een mesje om blad mee te verwijderen en een buisrailwagen om door het pad te bewegen zodat de medewerker goed bij de bovenste delen van de plant kan.

Output van het systeem zijn gemanagede planten die een bepaalde bewerking hebben ondergaan. Deze of een andere bewerking kan daarna nog een keer gedaan worden en komen dan als tomatenplanten de functie weer in. De meeste bewerking worden wekelijks uitgevoerd, afhankelijk van de groeisnelheid en het groeistadium van de plant. Biomassa komt als output uit de functies dieven (A222), blad verwijderen (A223) en trossnoei (A226).



Figuur 12 A-22 niveau Apply physical operations

4.1.3 Transport en verpakking

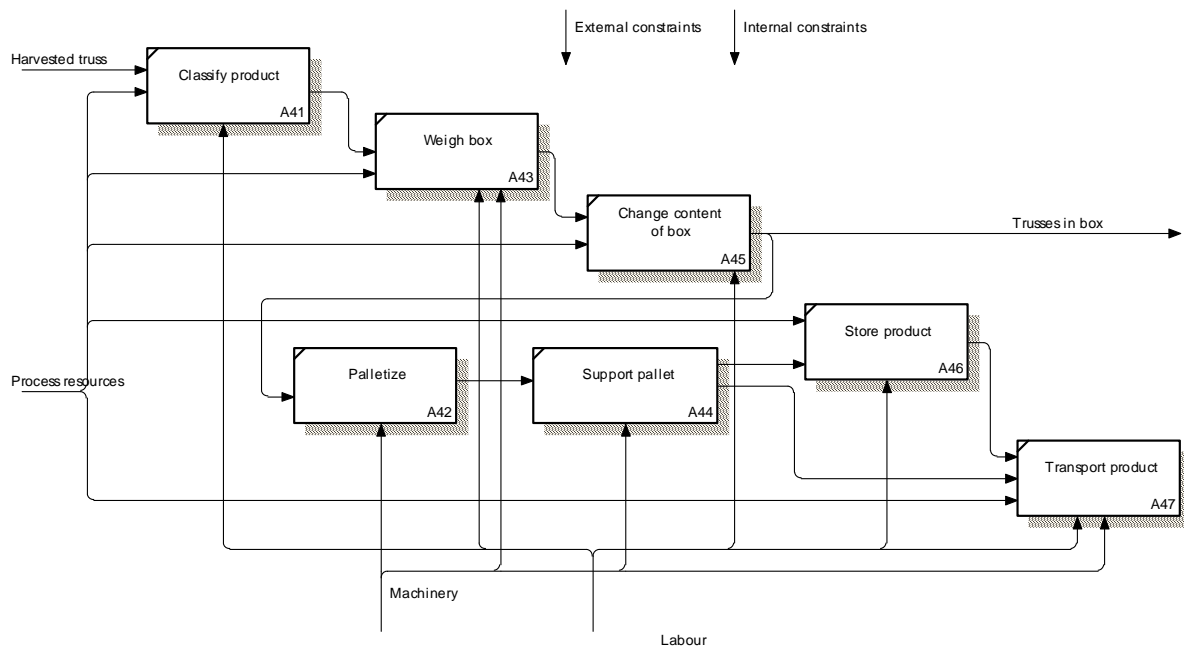
In Figuur 14 is het A-4 niveau uitgewerkt. De geogste trossen komen meestal in dozen van ongeveer vijf kilo naar de sorteerruimte. Daar vindt de eindbeoordeling van de trossen plaats. Slechte, te groene en rotte tomaten kunnen dan nog uit de doos worden gehaald. De doos wordt daarna gewogen en op het juiste gewicht gebracht. Dit gebeurt door een tros om te wisselen en/of een tomaat van een tros af te halen. De doos is nu in principe klaar om verder te gaan naar bijvoorbeeld een supermarkt. Meestal worden de dozen op een pallet gestapeld. Dit kan automatisch of met de hand gebeuren. In Figuur 13 is een voorbeeld te zien van een automatische dozenstapelaar. Er worden hoeklatten rond de pallet aangebracht zodat de dozen goed vast zitten en beschermd worden tegen beschadiging. De gevulde pallets (en dozen) worden opgeslagen in de koeling en vervolgens van het bedrijf afgevoerd en verder getransporteerd.



Figuur 13 Palletiseer machine

In het diagram is er vanuit gegaan dat het stapelen en verpakken van de dozen automatisch gebeurt, zoals op veel bedrijven al is gerealiseerd. Voor de overige functies is wel arbeid nodig. Voor het palletiseren, en wegen zijn machines nodig.

Voorbeelden van externe eisen zijn regels met betrekking tot het opslaan van verse producten in de koeling. Maar ook het gewicht dat de doos of fust moet hebben en de toegestane marges daarin. De afnemer stelt eisen aan de marges waarbinnen het gewicht van een doos moet blijven. De teler krijgt meestal voor een bepaald gewicht per doos betaald. Een te hoog gewicht is dus negatief voor de teler zelf.



Figuur 14 A-4 niveau Handle harvested truss

4.2 Beugelen

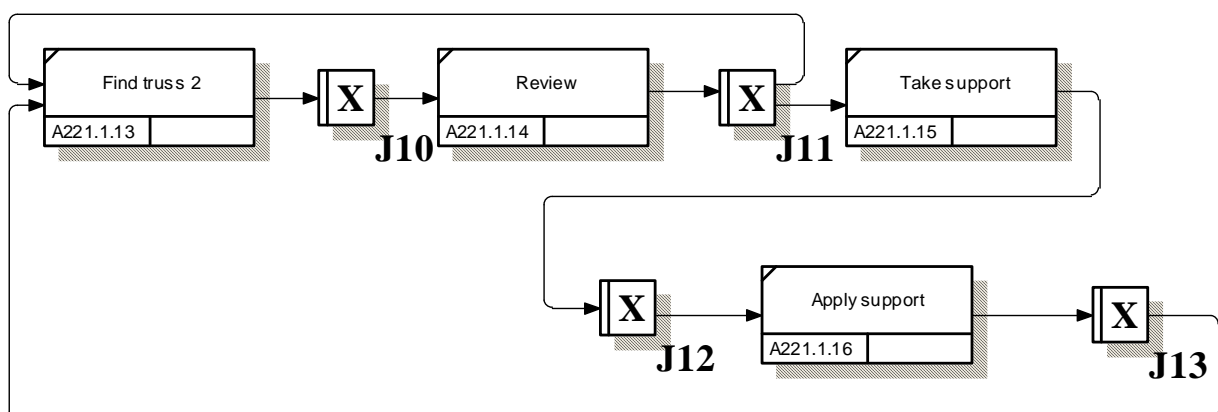
Beugelen zorgt ervoor dat de trossteel wordt ondersteund en niet kan knikken. Een geknikte tros geeft kleinere tomaten. De beugel is een plastic spalkje dat wordt aangebracht aan het steeltje. In Figuur 15 is een tomatenplant met trosbeugel weergegeven. Het beugelen wordt gedaan als de steeltjes nog niet te dik zijn omdat ze dan nog buigzaam zijn. Bij de bezochte bedrijven gebeurt dit vanaf eind december tot eind maart. Wanneer er te lang gewacht wordt met het aanbrengen van de beugel kan het steeltje al houderig zijn. Hierdoor duurt het beugelen langer en kan het steeltje tijdens het buigen knikken. Tijdig beugelen verlaagt het risico op virussen (Schenkeveld, 2009). De vruchten van een gebeugelde tros kunnen goed uitdikken en zijn daarom groter.



Figuur 15 Tros met beugel

4.2.1 Processchema

In het processchema van beugelen is te zien in Figuur 16. Eerst moet de tros worden gevonden ('Find truss'). De medewerker kan nu een tros vinden of niet. Dit beslissingsmoment is weergegeven in J10. De medewerker blijft net zo lang zoeken totdat hij een tros heeft gevonden. Pas als hij een tros heeft gevonden kan hij verder naar 'Review'. Vervolgens beoordeelt de medewerker of er een beugel aangebracht moet worden of niet. Dit is weer een beslissingsmoment (J11). Er kan nu een keuze worden gemaakt welke vervolg handeling wordt uitgevoerd. Als er geen beugel aangebracht hoeft te worden gaat hij verder naar de volgende tros. Wanneer er wel een beugel aangebracht moet worden, pakt hij deze uit zijn tas ('Take support') en brengt hem vervolgens aan ('Apply support'). Daarna kan de volgende tros gezocht en gebeugeld worden. De operatoren J10, J12, en J13 zijn nodig omdat de functie ervoor klaar moet zijn voordat aan de volgende moet worden begonnen. Zie hiervoor ook Tabel 3.



Figuur 16 IDEF3 Beugelen

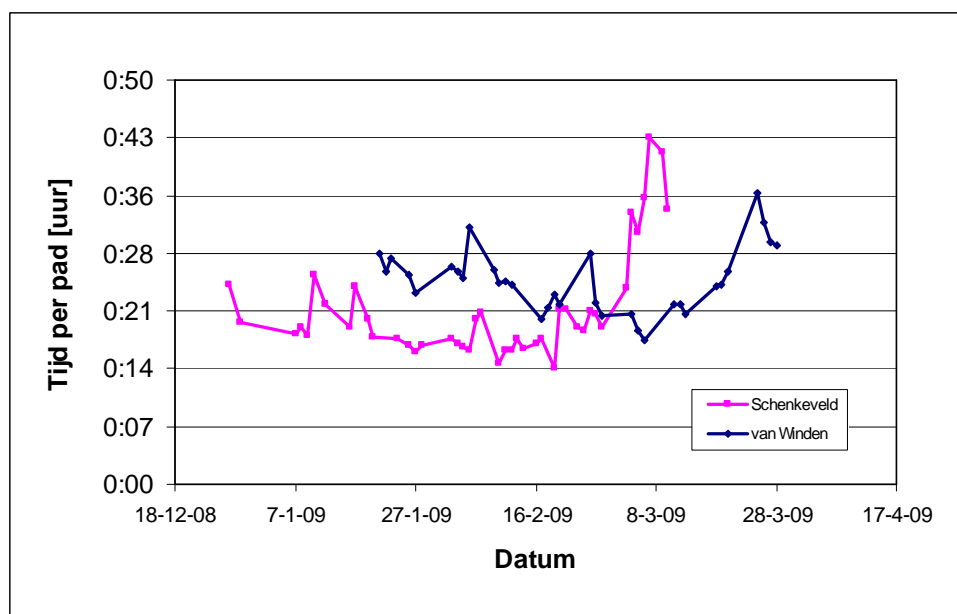
4.2.2 Parameters

In Tabel 6 zijn de belangrijkste parameters voor de handeling trosbeugelen weergegeven. Verschil tussen de twee bedrijven is dat er bij van Winden op minder dagen wordt gebeugeld, maar dat er wel veel meer uren wordt gewerkt. Daardoor is het aantal werknemers per dag ook ongeveer twee keer zo hoog. Het aantal paden dat één medewerker op één hele dag (van acht uur) kan beugelen is bij Schenkeveld 4 paden meer.

Tabel 6 Parameters beugelen

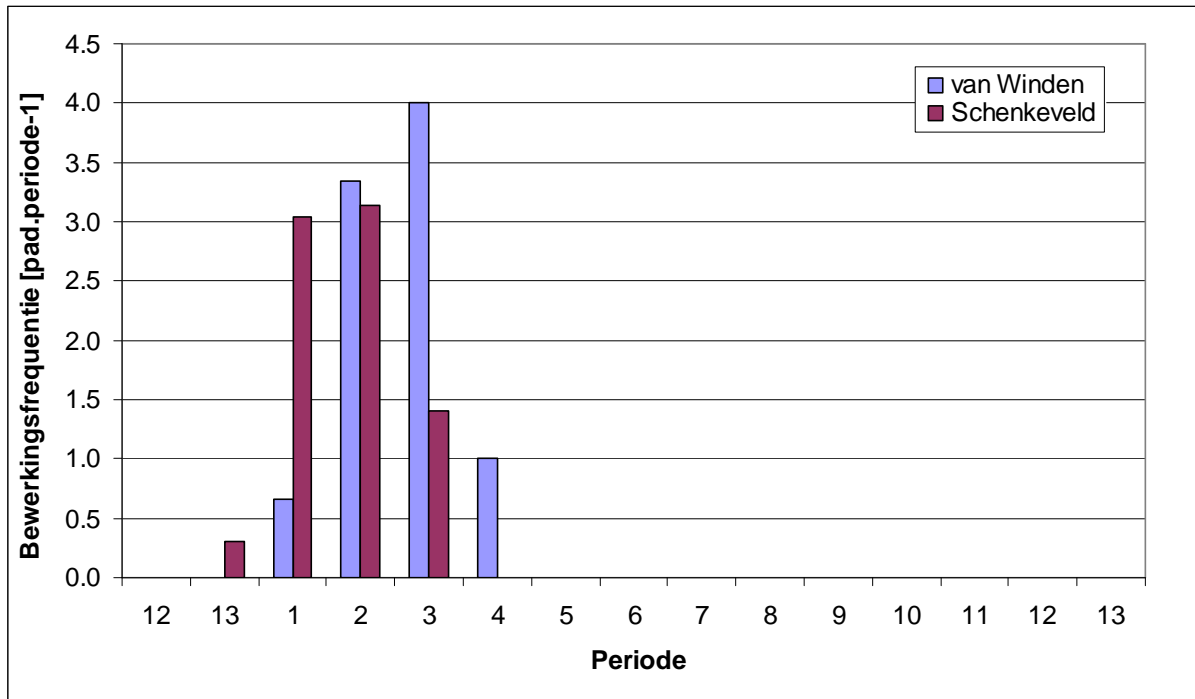
<i>Beugelen</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	21-jan-09	27-dec-08	-
Einddatum	28-mrt-09	10-mrt-09	-
Totale tijd	2596:30	1689:53	uur
Totaal aantal paden	6741.0	4137.2	paden
Totaal aantal paden (100m)	6312.9	4757.8	paden
Aantal dagen	33	43	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	78:40	39:17	uur
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad	0.27	0.18	dag ⁻¹
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad (totale periode)	0.1365	0.1080	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per 100 m pad	0:25	0:21	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	9.8	4.9	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.86	0.50	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden 100 m per medewerker per dag	19.4	23.5	paden

In Figuur 17 is de gemiddelde arbeidstijd per gebeugeld pad van 100 meter per dag te zien. De arbeidstijd per pad loopt op beide bedrijven op vanaf begin maart.



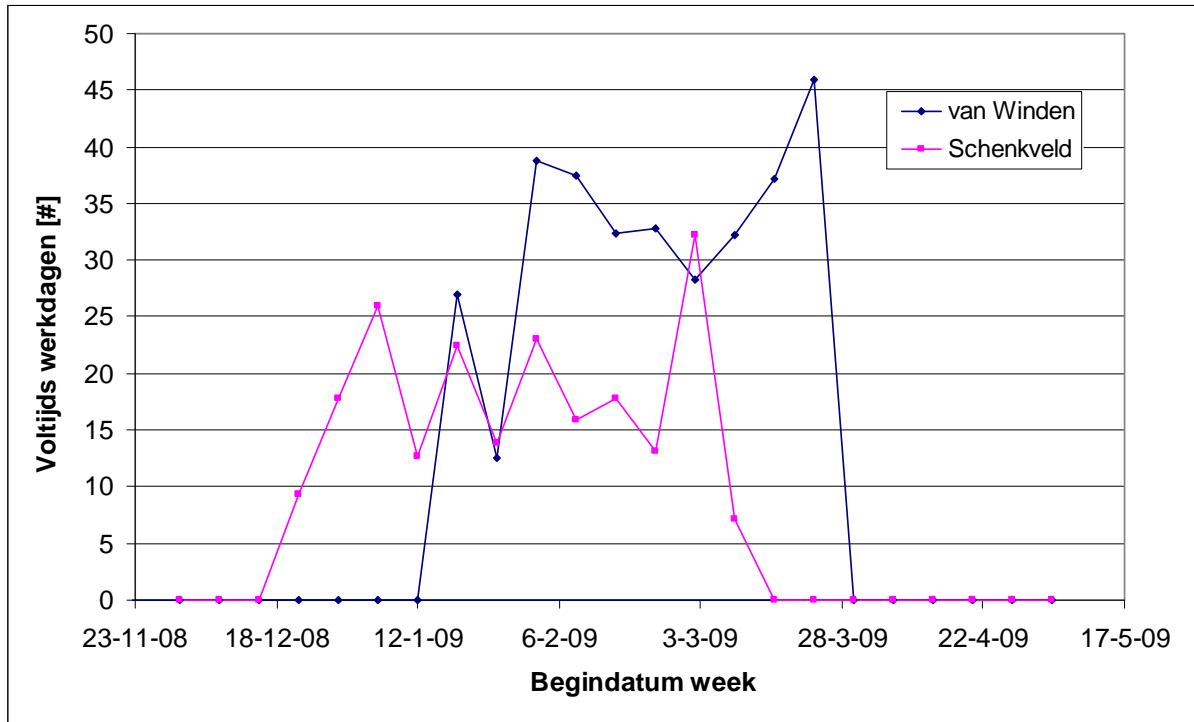
Figuur 17 Beugelen; Arbeidstijd per pad (100 m)

In Figuur 18 is de bewerkingsfrequentie per pad per periode te zien. Hier is net als in Figuur 17 te zien dat er bij van Winden later begonnen en gestopt wordt met beugelen. De oorzaak hiervan kan de vroegere plantdatum bij Schenkeveld zijn en het gebruik van een andere cultivar. De bewerkingsfrequentie bij Schenkeveld in periode 13 wordt veroorzaakt door één dag beugelen de dag voordat periode één begint. Een bewerkingsfrequentie van vijf betekent dat in een bepaalde periode ieder pad gemiddeld vijf keer is bewerkt. De frequenties zijn berekend met vergelijking 5. De periode tijd is dan 28 dagen (één periode).



Figuur 18 Beugelen; Bewerkingsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 19 is het aantal voltijdswerkdagen per week te zien. Het aantal voltijdswerkdagen kan ook gezien worden als het aantal medewerkers dat voltijds aan het werk is. Hierbij werkt één medewerker op één dag dat er gebeugeld wordt acht uur op die dag. Als er dus in de week van 23 maart 2009 46 medewerkers per week zijn, is er dus in totaal 46 maal acht uur in die week gebeugeld. Er is ook een verband te zien tussen het aantal medewerkers per week en de arbeidstijd per pad. In de week van 2 maart is de tijd per pad heel hoog bij Schenkeveld en ook het aantal medewerkers in die week is daar hoger. Hetzelfde geldt voor de week van 23 maart bij van Winden.



Figuur 19 Beugelen; Aantal voltijds werkdagen per week

4.3 Dieven

Dieven wordt vaak gecombineerd met indraaien. De dieven of tussenscheuten moeten worden verwijderd omdat deze anders uitgroeien en de groei van de rest van de plant inclusief de trossen verminderen. Er moet zoveel mogelijk van de energie die de plant produceert naar de trossen gaan. De grootte van de dieven is afhankelijk van het groeistadium van de plant en de hoeveelheid licht. Wanneer de dieven groot zijn kan het wegnemen minder snel gaan (Nagels, 2005). De scheuten worden met de hand weggenomen. Dikke scheuten kunnen ook worden weggesneden met een mesje.



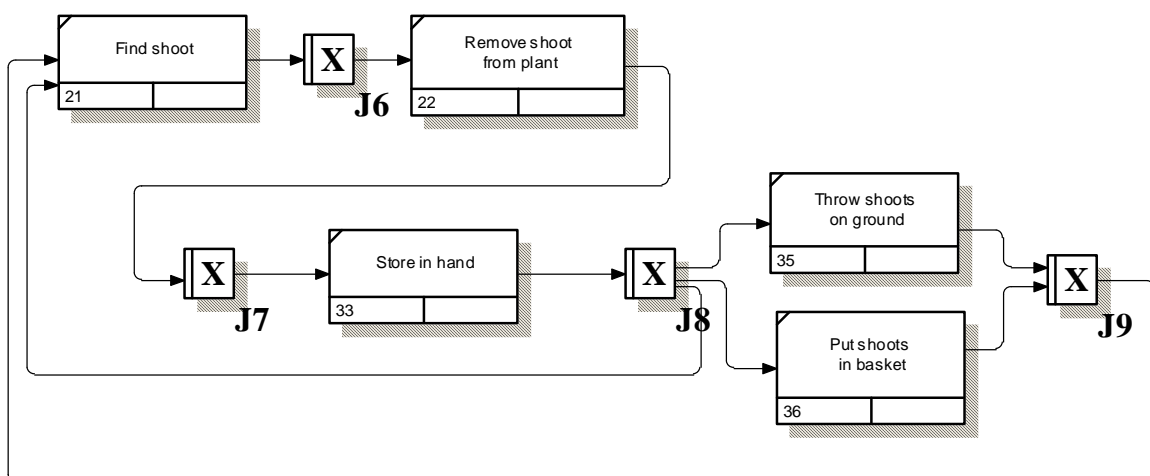
Figuur 20 Plant voor dieven



Figuur 21 Plant na dieven

4.3.1 Processchema

In Figuur 22 is het processchema van dieven te zien. Hierbij zoekt de medewerker de eerste scheut en verwijderd deze. De medewerker houdt de dieven van één plant tijdelijk in zijn hand en gaat naar de volgende scheut. Wanneer de medewerker één plant klaar heeft of een hand vol dieven heeft kan hij deze op de grond of in een bak gooien. Vervolgens gaat hij weer net zo lang dieven totdat zijn hand vol is of naar de volgende plant gaat.



Figuur 22 IDEF3 Dieven

De handelingen dieven en draaien worden nooit tegelijk uit gevoerd, maar altijd na elkaar. Als ze na elkaar worden uitgevoerd kunnen de IDEF-3 schema's uit Figuur 22 en Figuur 24 samen worden gezien.

4.3.2 Parameters

Dieven en draaien wordt bij veel bedrijven gecombineerd. In de data uit het P-Plus systeem staan deze twee handelingen als één handeling weergegeven. Zie voor de parameters en grafieken van dieven en draaien paragraaf 4.4.2.

4.4 Indraaien

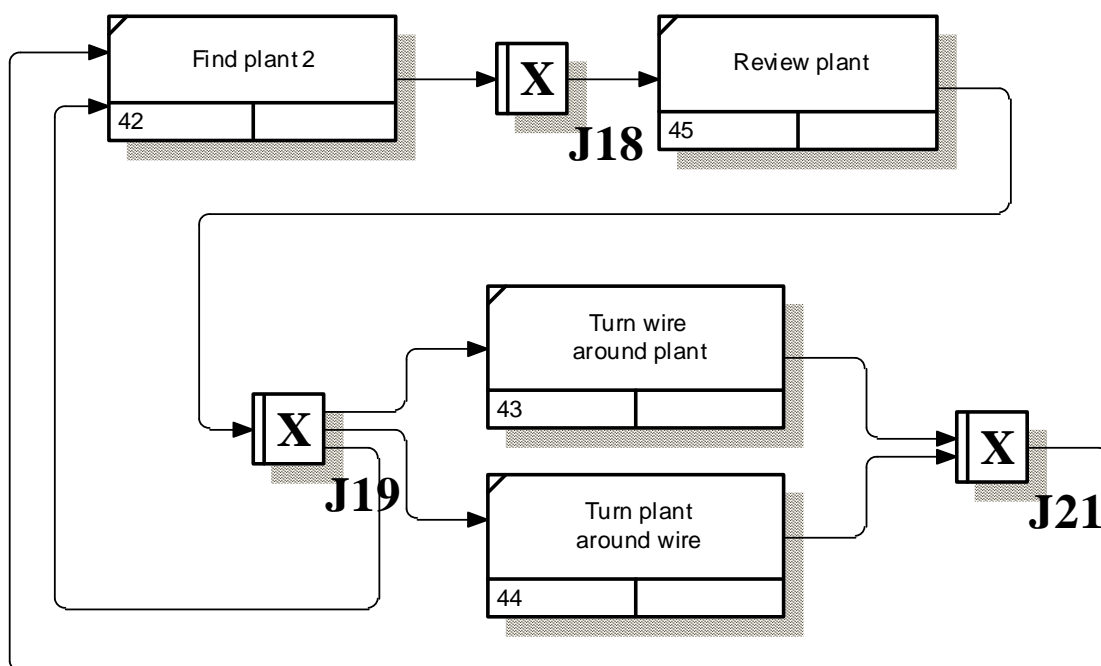
Indraaien wordt gedaan om de tomatenplant naar boven te laten groeien en te geleiden rond de draad. Wanneer de planten nog klein zijn kan ook de draad om de plant gedraaid worden. Indraaien is een handeling die vaak gecombineerd wordt met dieven. Wanneer dit het geval is, worden eerst de dieven weggenomen en vervolgens de plant ingedraaid. Dit kan ook andersom. Dieven en indraaien zijn beide specialistisch werk. Sommige bedrijven besteden dit werk uit aan bijvoorbeeld zelfstandigen zonder personeel (Snabel, 2009) die zeer ervaren zijn in dit werk. Afhankelijk van de groeisnelheid gebeurt dit iedere zeven tot tien dagen.



Figuur 23 Plant rond draad

4.4.1 Processchema

In Figuur 24 is het processchema voor indraaien te zien. De medewerker komt bij de plant en beoordeelt of deze gedraaid moet worden en hoeveel ('Find plant 2' en 'Review plant'). Operator J18 is nodig om de plant te vinden. De medewerker kan een plant niet beoordelen als hij de volgende plant nog niet heeft 'gevonden'. Als de plant wel ingedraaid moet worden zijn er twee mogelijkheden. Namelijk de draad om de plant draaien en de plant om de draad draaien. In de praktijk komt het ook voor dat een combinatie van deze twee wordt gedaan (Snabel, 2009). Na het draaien gaat de medewerker verder naar de volgende plant. Wanneer de plant niet gedraaid hoeft te worden kan de medewerker gelijk naar de volgende plant gaan. Deze beslissing wordt genomen in operator J19.



Figuur 24 IDEF3 Indraaien

4.4.2 Parameters

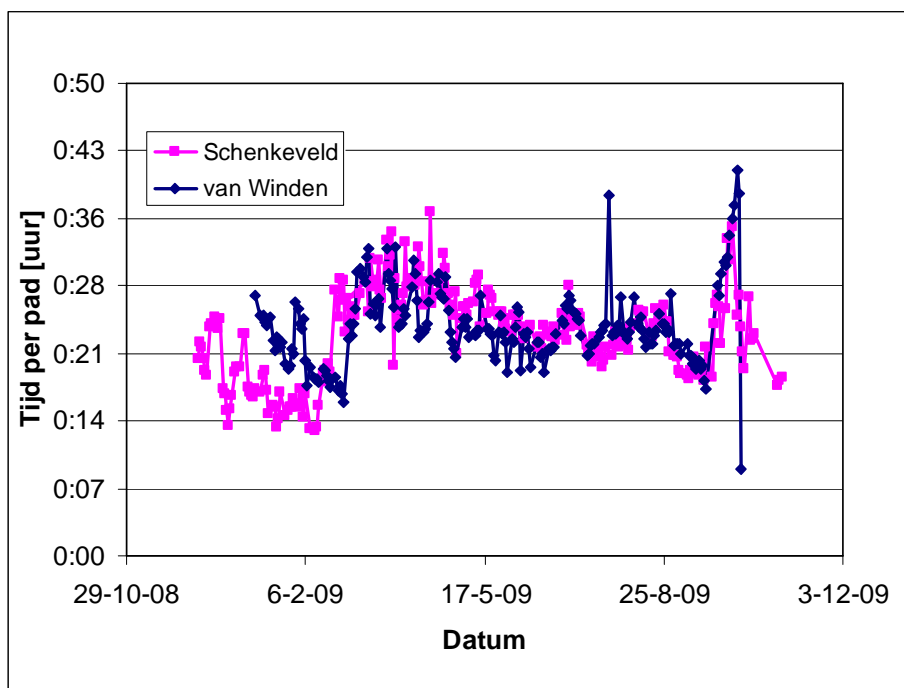
In Tabel 7 zijn de belangrijkste data van het dieven en indraaien gegeven. De twee handelingen werden op beide bedrijven gelijktijdig uitgevoerd.

Tabel 7 Parameters dieven/draaien

<i>Dieven/draaien</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	9-jan-09	8-dec-08	-
Einddatum	7-okt-09	30-okt-09	-
Totale tijd	11141:23	10187:46	uur
Totaal aantal paden	27771.4	22726.6	paden
Totaal aantal paden (100m)	26007.9	26135.6	paden
Aantal dagen	213	242	dagen
Gemiddeld aantal uur/dag	52:18	42:05	uur
Gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad	0.17	0.18	dag ⁻¹
Gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad (totale periode)	0.1370	0.1328	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:26	0:23	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	6.5	5.3	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.57	0.53	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	18.9	21.1	paden

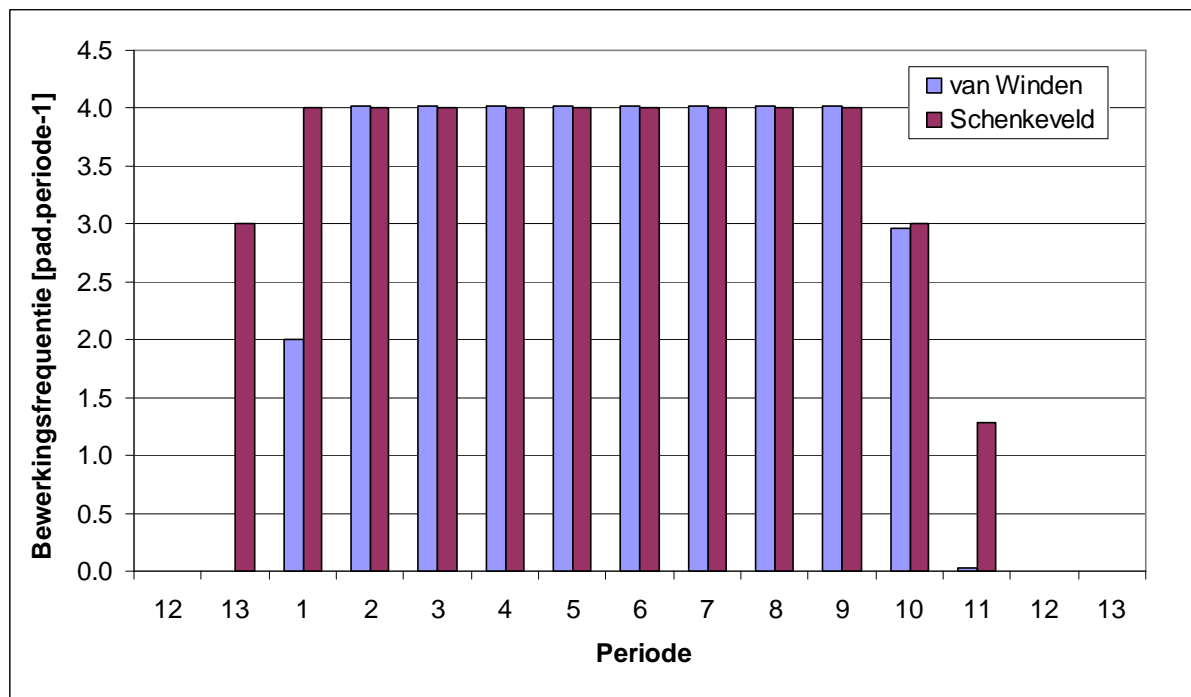
De gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad geeft weer hoe vaak een pad is bezocht op dagen dat de handeling dieven/draaien is uitgevoerd. De gemiddelde bewerkingsfrequentie hele periode is de werkelijke frequentie en geeft aan hoe vaak een pad bezocht wordt per dag over de periode dat de handeling wordt uitgevoerd. Voor beide bedrijven is dat ongeveer gelijk (0,1370 en 0,1328) keer per dag.

De gemiddelde arbeidstijd per pad per dag is voor beide bedrijven te zien in Figuur 25. Dieven en indraaien wordt bij van Winden in een kortere periode gedaan. Het totale aantal uren is bij van Winden iets hoger. Doordat er later begonnen wordt is de arbeidstijd de eerste dagen bij van Winden hoger dan bij Schenkeveld. Het verloop van de arbeidstijd is verder overal ongeveer gelijk. Schenkeveld is eerder begonnen met dieven en draaien. Dit is waarschijnlijk mede veroorzaakt door de eerdere plantdatum. Er zijn een paar uitschieters te zien. Dit kunnen ook registratiefouten in het systeem zijn. Bijvoorbeeld niet 'uitchecken' na een handeling. Een andere mogelijkheid is dat er tijdelijk een andere extra taak is toegevoegd aan deze handeling. Een maand voor het eind van de teelt worden de koppen uit de planten gehaald zodat de groei en verdere ontwikkeling van de plant stopt. In 2009 is bij van Winden deze handeling apart uitgevoerd en valt dus niet onder deze handeling.



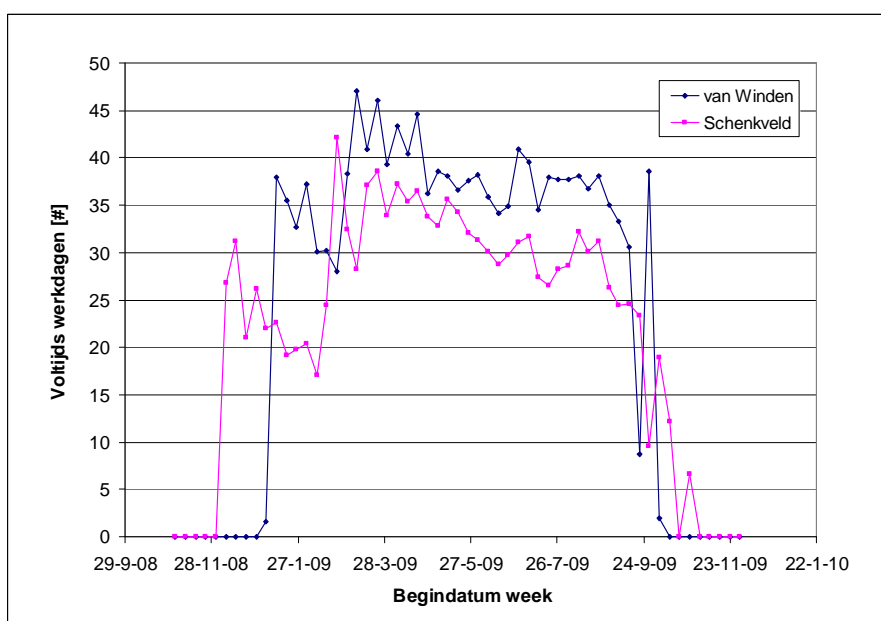
Figuur 25 Dieven/draaien; Arbeidstijd per pad (100 m)

In Figuur 26 is de bewerkingsfrequentie per pad van 100 meter per periode te zien. Bij beide bedrijven worden in periode vier tot en met negen alle paden gemiddeld vier keer per periode van vier weken bezocht. Dit is gelijk aan één keer per week. Schenkeveld begint een periode eerder dan van Winden.



Figuur 26 Dieven/draaien; Bewerkingsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 27 is het aantal voltijds werkdagen per week te zien voor dieven en draaien. Er is in de grafieken net als bij beugelen een verband te zien tussen het aantal medewerkers en de tijd per pad per week. Wanneer er langer over een pad gedaan wordt zijn er ook meer medewerkers nodig om al het werk in die week gedaan te krijgen.



Figuur 27 Dieven/draaien; Aantal voltijds werkdagen per week

4.5 Blad verwijderen

Per week worden er ongeveer drie à vier bladeren van de plant verwijderd. Dit gebeurt om het gewas voldoende luchtig te houden, oude bladeren te verwijderen en ziekten te voorkomen. Door een deel van de bladeren te verwijderen kunnen er meer voedingsstoffen naar de trossen. Er kunnen niet te veel bladeren worden weggenomen omdat de plant nog wel voldoende licht moet onderscheppen voor de groei. Er moeten altijd tussen de 14 en 18 bladeren aan de plant zitten (Heuvelink, 2005). De laatste maand van de teelt blijven er 18 tot 21 bladeren aan de plant zitten. Het grootste ziekterisico dat middels bladplukken of -snijden kan worden teruggedrongen is *Botrytis*. In 4.5.1 wordt het processchema besproken en in 4.5.2 de parameters.



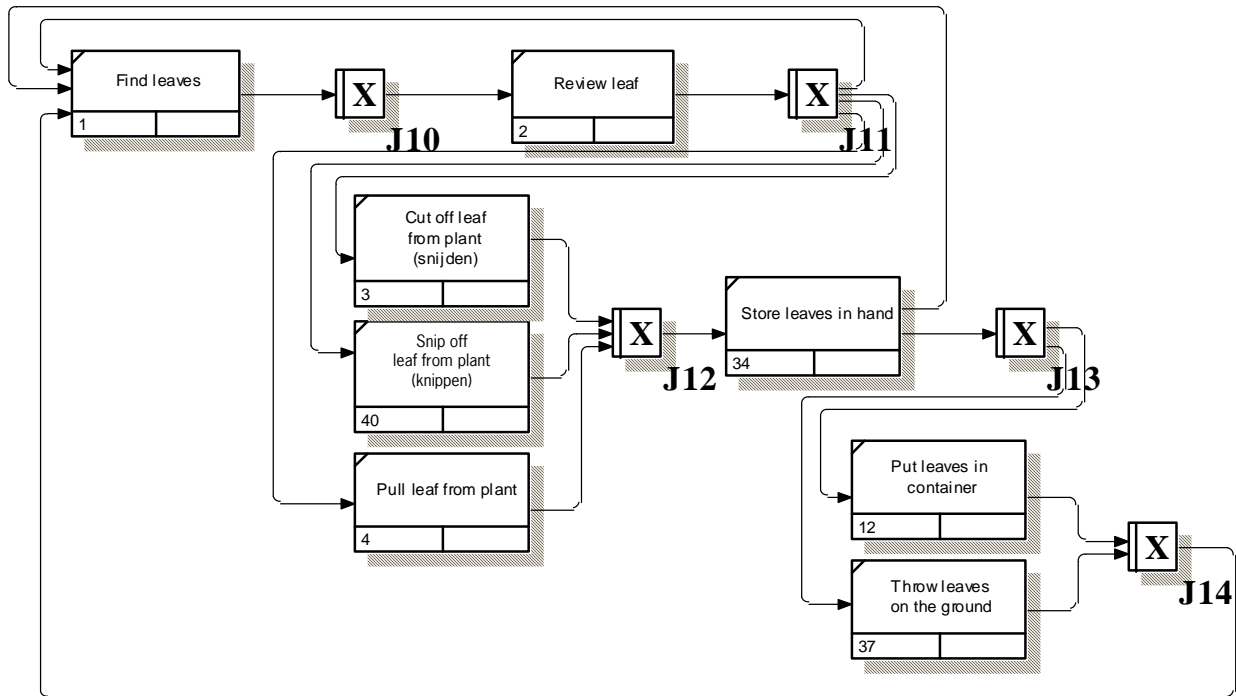
Figuur 28 Bladplukken



Figuur 29 Bladsnijden

4.5.1 Processchema

Om het blad te kunnen verwijderen moet de medewerker eerst het te verwijderen blad zoeken. Hij gaat hier net zolang mee door totdat hij een blad heeft gevonden (J10). Wanneer het blad gevonden is, beoordeelt hij of het blad verwijderd moet worden of aan de plant moet blijven. Als het blad verwijderd moet worden zijn er verschillende opties om het blad te verwijderen. Welke methode wordt toegepast verschilt per werknemer en bedrijfsvoering. Het blad kan van de plant getrokken worden, afgesneden of afgeknipt worden. Bij Schenkveld snijden ervaren medewerkers de bladeren van de plant met een scherp mes en tijdelijke medewerkers en minder ervaren personeel knipt de bladeren van de planten. De medewerker houdt de verwijderde bladeren van één plant meestal in de hand. Bij de meeste bedrijven worden de bladeren daarna op de grond gegooid en verdrogen ze. Aan het eind van de teelt worden deze in één keer opgeruimd. Het is ook mogelijk dat de bladeren gelijk worden afgevoerd dit kan met een karretje of container waar het blad in wordt verzameld. Wanneer deze vol is wordt de biomassa afgevoerd.



Figuur 30 IDEF3 Blad verwijderen

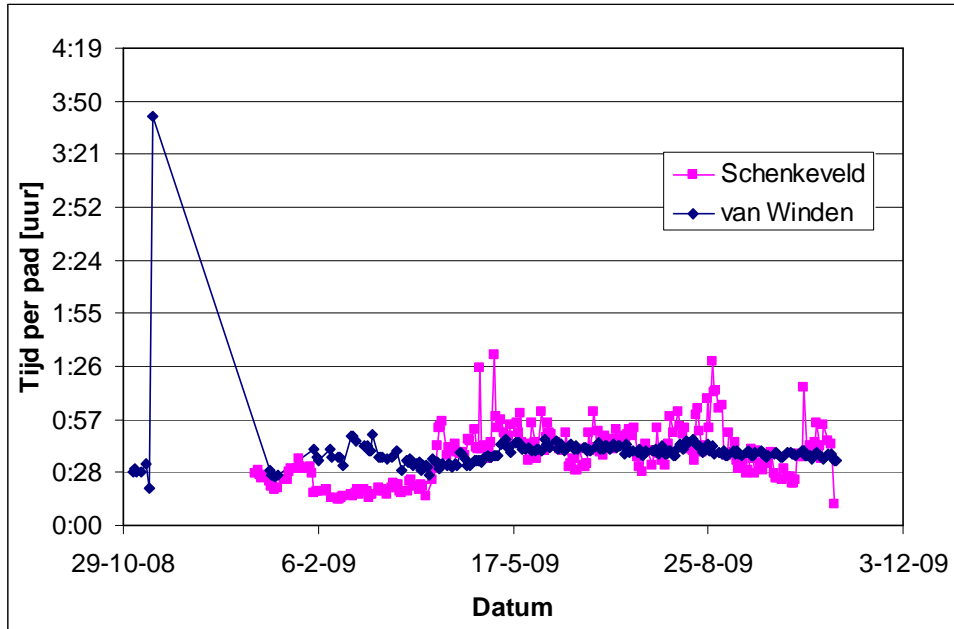
4.5.2 Parameters

In Tabel 8 zijn de belangrijkste parameters voor het verwijderen van blad gegeven. De gemiddelde tijd per pad is voor beide bedrijven ongeveer gelijk. Dit geldt ook voor het aantal dagen en uren dat aan blad verwijderen is besteed.

Tabel 8 Parameters blad verwijderen

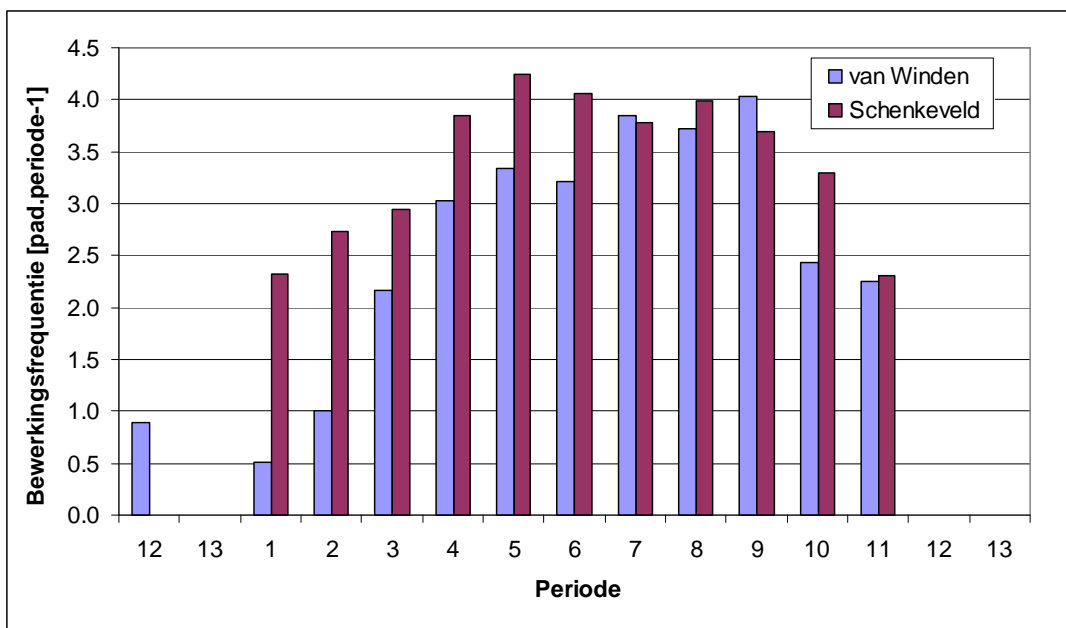
<i>Blad verwijderen</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	3-nov-08	5-jan-09	-
Einddatum	30-okt-09	29-okt-09	-
Totale tijd	13848:11	13773:30	uur
Totaal aantal paden	22765.8	19545.5	paden
Totaal aantal paden (100m)	21320.2	22477.3	paden
Aantal dagen	214	227	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	64:42	60:40	uur
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad	0.14	0.16	dag ⁻¹
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad (totale periode)	0.0843	0.1254	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:39	0:38	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	8.1	7.6	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.7	0.8	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	12.6	14.9	paden

In Figuur 31 is de gemiddelde geregistreerde arbeidstijd per pad voor beide bedrijven te zien. Het eerste dat opvalt is de uitschieter in donkere lijn op 13 november 2008. Voor de rest is de donkere lijn van van Winden heel constant. Bij Schenkeveld zijn meer fluctuaties in de tijd per pad te zien. Hier is geen duidelijke reden voor aan te wijzen. Bij van Winden is er tot en met 13 november van het vorige seizoen nog blad verwijderd. De eerste keer dat er blad is verwijderd in de nieuwe teelt is 12 januari 2009. Dit is een week later dan Schenkeveld. De plantdatum is bij Schenkeveld dan ook 24 dagen vroeger.



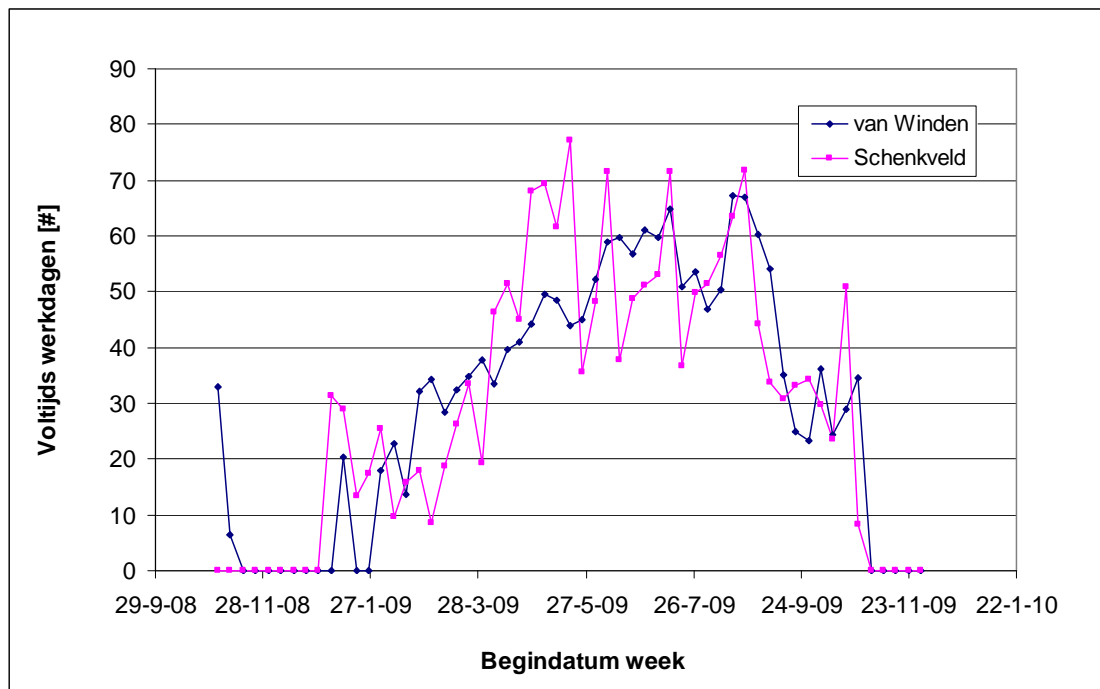
Figuur 31 Blad verwijderen; Arbeidstijd per pad (100 m)

Figuur 32 geeft de beweringsfrequentie per pad van 100 meter per periode weer. Het blad verwijderen bij van Winden in periode 12 van 2008 nog bij de vorige teelt. De beschikbare data liep tot in periode 11 van 2009. Hierdoor is de beweringsfrequentie daar in de grafiek nul.



Figuur 32 Blad verwijderen; Beweringsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 33 is het aantal voltijds werkdagen per week te zien. De felle pieken bij Schenkeveld uit de tijd per pad zijn ook hier weer terug te zien.



Figuur 33 Blad verwijderen; Aantal voltijds werkdagen per week

4.6 Laten zakken

In een hogedraadsysteem groeien de planten aan touwen omhoog. Het extra touw (tien tot vijftien meter) bevindt zich op een haak (zie Figuur 34) bovenin de kas. In dit systeem hangen de tomaten altijd op een hoogte waar de medewerkers goed bij kunnen. De koppen van de groeiende plant zijn altijd bovenin gelokaliseerd. Zo vangen de groeipunten (de jonge delen van de plant) het meeste licht op. Er is de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar mogelijkheden om het laten zakken te verlichten. Een overzicht van innovaties is te vinden in (Oude Vrielink *et al.*, 2006). Zie hiervoor ook paragraaf 1.2. In 4.6.1 wordt het processchema van laten zakken besproken en in 4.6.2 de parameters.

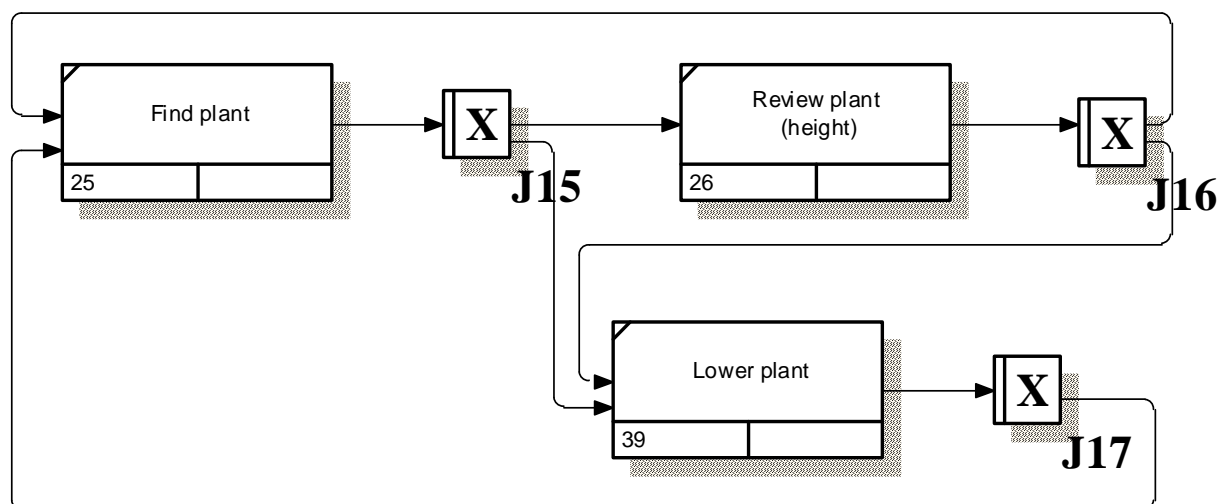


Figuur 34
Hogedraad haak

4.6.1 Processchema

Het laten zakken van de planten wordt regelmatig gedaan met een frequentie van gemiddeld ongeveer eens per week. Sommige bedrijven kiezen ervoor om iedere plant iedere week evenveel slagen te laten zakken. Bij andere bedrijven wordt per plant bekeken hoeveel deze moet zakken. Dit wordt bepaald met een maatstok op de kar.

In het processchema in Figuur 35 is te zien dat er na het vinden van de plant twee mogelijkheden zijn. De eerste is het beoordelen van de plant en te bepalen hoeveel deze moet zakken. De andere weg is om gelijk de plant te laten zakken (iedere plant evenveel). Vervolgens wordt verder gegaan naar de volgende plant totdat het hele pad gedaan is. J17 betekent dat de plant eerst moet zakken voordat er verder mag worden gegaan met het zoeken naar de volgende plant.



Figuur 35 IDEF3 Laten zakken

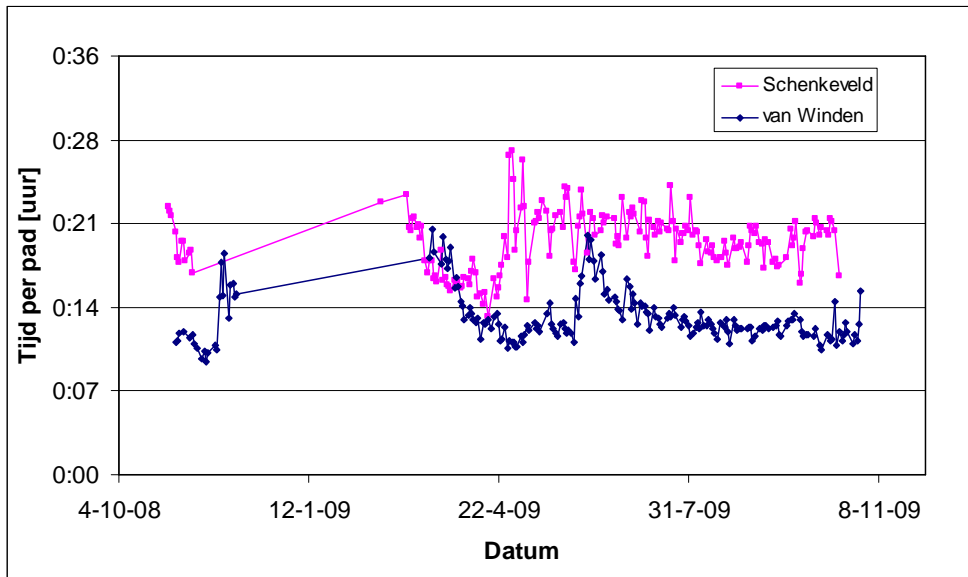
4.6.2 Parameters

De belangrijkste parameters voor het laten zakken zijn te vinden in Tabel 9. In tegenstelling tot voorgaande handelingen zijn hier wel duidelijke verschillen tussen de twee bedrijven te zien. De totale arbeidstijd is bij van Winden ruim 700 uur hoger dan bij Schenkeveld. Het aantal paden van 100 m dat in totaal bewerkt is, is bijna twee keer zo hoog bij van Winden. De gemiddelde bewerkingsfrequentie is dus ook hoger. De gemiddelde geregistreerde arbeidstijd per pad is bij Schenkeveld over het algemeen hoger dan bij van Winden. Dit is ook duidelijk te zien in Figuur 36. De trend die beide lijnen volgen is wel vergelijkbaar.

Tabel 9 Parameters laten zakken

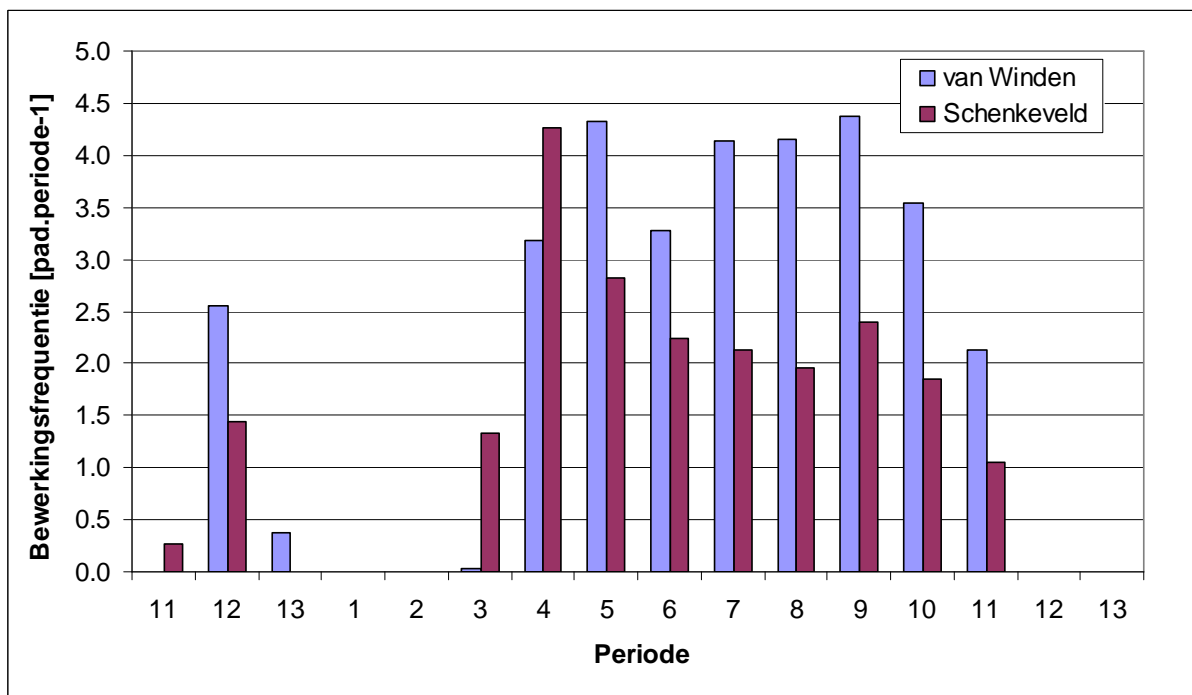
<i>Laten zakken</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	3-nov-08	30-okt-08	-
Einddatum	30-okt-09	19-okt-09	-
Totale tijd	5001:52	4307:30	uur
Totaal aantal paden	24012.6	11423.1	paden
Totaal aantal paden (100m)	22487.8	13136.6	paden
Aantal dagen	198	187	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	25:15	23:02	uur
Gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad	0.16	0.12	dag ⁻¹
Gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad (totale periode)	0.0889	0.0615	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:13	0:20	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	3.2	2.9	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.28	0.29	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	36.5	24.3	paden

In Figuur 36 is de arbeidstijd per pad te zien voor de handeling laten zakken. Het verloop van beide lijnen ziet er opvallend hetzelfde uit. De bewerkingfrequentie over de hele periode is bij van Winden wel hoger. Door vaker een pad te bezoeken, kost een pad per stuk minder tijd.



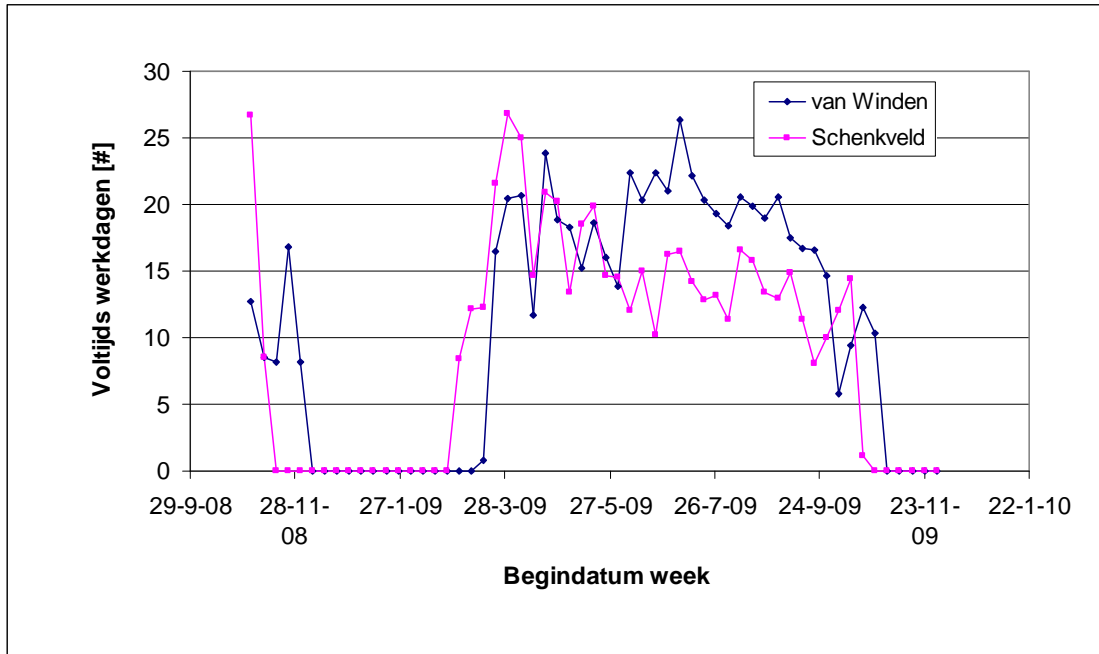
Figuur 36 Laten zakken; Arbeidstijd per pad (100 m)

In Figuur 37 is de bewerkingfrequentie per pad van 100 meter per periode gegeven. Hier geldt net als in Figuur 32 dat de periodes elf tot en met dertien nog bij de vorige teelt horen. De bewerkingfrequentie is bij van Winden structureel hoger, behalve in periode drie en vier.



Figuur 37 Laten zakken; Bewerkingsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 38 is het aantal voltijds werkdagen per week te zien. Het totaal aantal voltijds werkdagen per week komt voor beide bedrijven maar één keer in de periode van februari tot november boven de 25 per week. Bij Schenkveld neemt het aantal voltijds werkdagen af na de piek van de week van 30 maart, terwijl bij van Winden er een piek is rond de week van 6 juli.



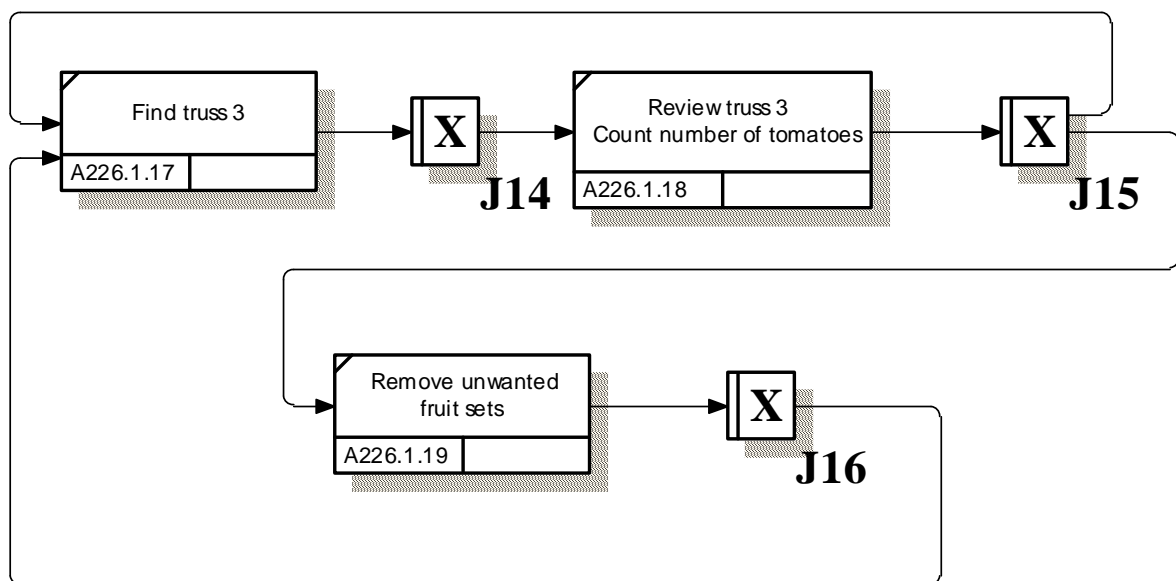
Figuur 38 Laten zakken; Aantal voltijds werkdagen per week

4.7 Trossnoei

De trossnoei is belangrijk omdat voor de verdere verwerking en afnemers het juiste aantal tomaten aan een tros moet zitten. Trossnoei zorgt ervoor dat alle tomaten aan de plant en tros de gewenste grootte kunnen bereiken. Er wordt naar een vast aantal tomaten per tros teruggesnoeid. Wanneer de plant nog jong en klein is kan dit aantal lager zijn om zo eerst de groei van de plant te bevorderen. Op sommige bedrijven wordt het snoeien van de trossen gecombineerd met beugelen.

4.7.1 Processchema

Het processchema van trossnoei staat in Figuur 39. Om de tros te gaan snoeien gaat de medewerker eerst op zoek naar de tros aan de plant. Dit doet hij totdat er een tros gevonden is (J14). Vervolgens telt hij het aantal tomaten aan de tros en beslist of de tros wel of niet gesnoeid moet worden. Wanneer de tros niet gesnoeid hoeft te worden gaat hij op zoek naar de volgende tros. Deze kan aan dezelfde plant zitten of aan een andere plant. Als de tros wel gesnoeid moet worden, verwijdert de medewerker de tomaten die te veel of niet goed zijn. Daarna wordt de hele handeling weer herhaald. De handeling kan alleen herhaald worden als de vorige tros die gesnoeid moet worden ook daadwerkelijk gesnoeid is (J16).



Figuur 39 IDEF3 Trossnoei

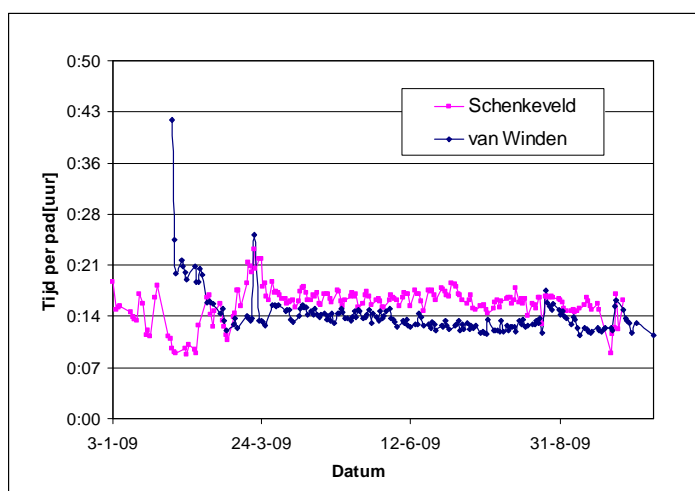
4.7.2 Parameters

In Tabel 10 zijn de belangrijkste parameters voor trossnoei te vinden. Het totaal aantal uren dat op beide bedrijven aan deze handeling wordt besteed is vergelijkbaar. Bij van Winden worden de paden iets vaker bezocht. Bij Schenkeveld wordt ruim een maand eerder begonnen met het snoeien van de trossen.

Tabel 10 Parameters Trossnoei

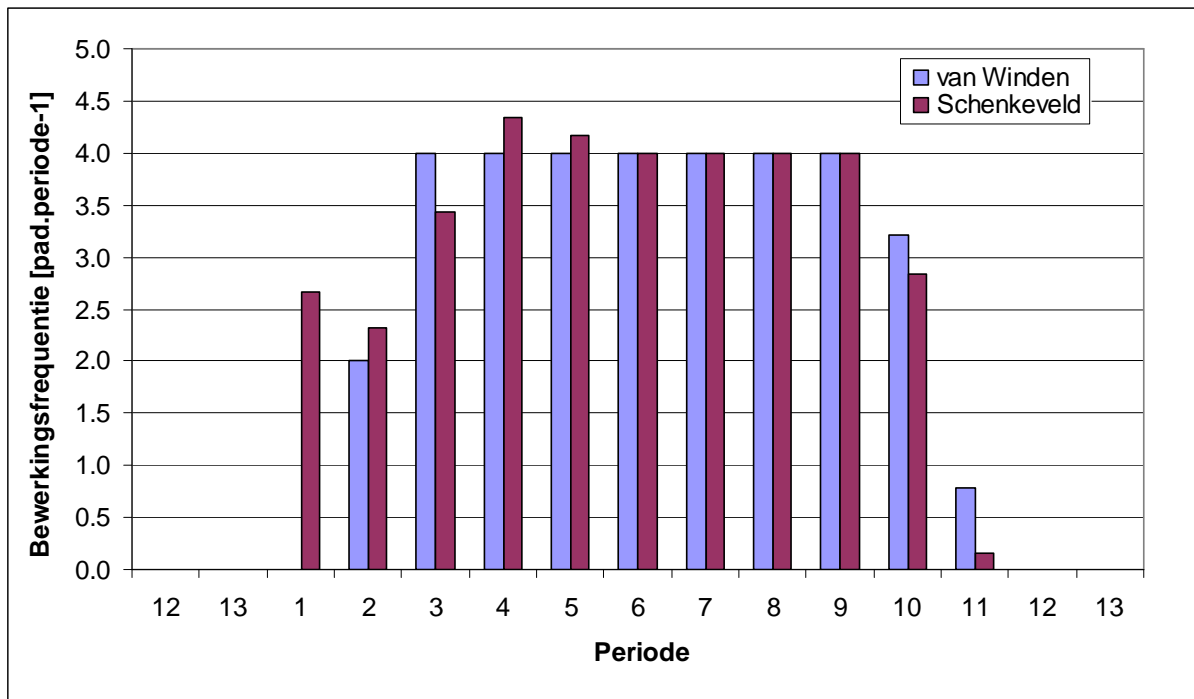
<i>Trossnoei</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	4-feb-09	2-jan-09	-
Einddatum	21-okt-09	5-okt-09	-
Totale tijd	5672:28	5854:05	uur
Totaal aantal paden	25433.9	18860.7	paden
Totaal aantal paden (100m)	23818.8	21689.8	paden
Aantal dagen	183	195	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	30:59	30:01	uur
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad	0.19	0.18	dag ⁻¹
Gemiddelde beweringsfrequentie per pad (totale periode)	0.1313	0.1302	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:14	0:16	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	3.9	3.8	medewerkers
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.34	0.38	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker per dag	34.1	30.3	paden

In Figuur 40 is de gemiddelde geregistreerde arbeidstijd per pad te zien. De arbeidstijd op de eerste dag is bij van Winden erg hoog. Op die dag zijn er in totaal 15 paden waarvan de trossen gesnoeid zijn. Op alle dagen daarna is dat meer dan twee keer zo hoog. Bij Schenkeveld zijn de tijden tot en met half februari lager dan daarna. Dit kan komen doordat het gewas dan nog jong is en er nog maar enkele trossen gevormd zijn. Later is voor beide bedrijven de arbeidstijd redelijk constant.



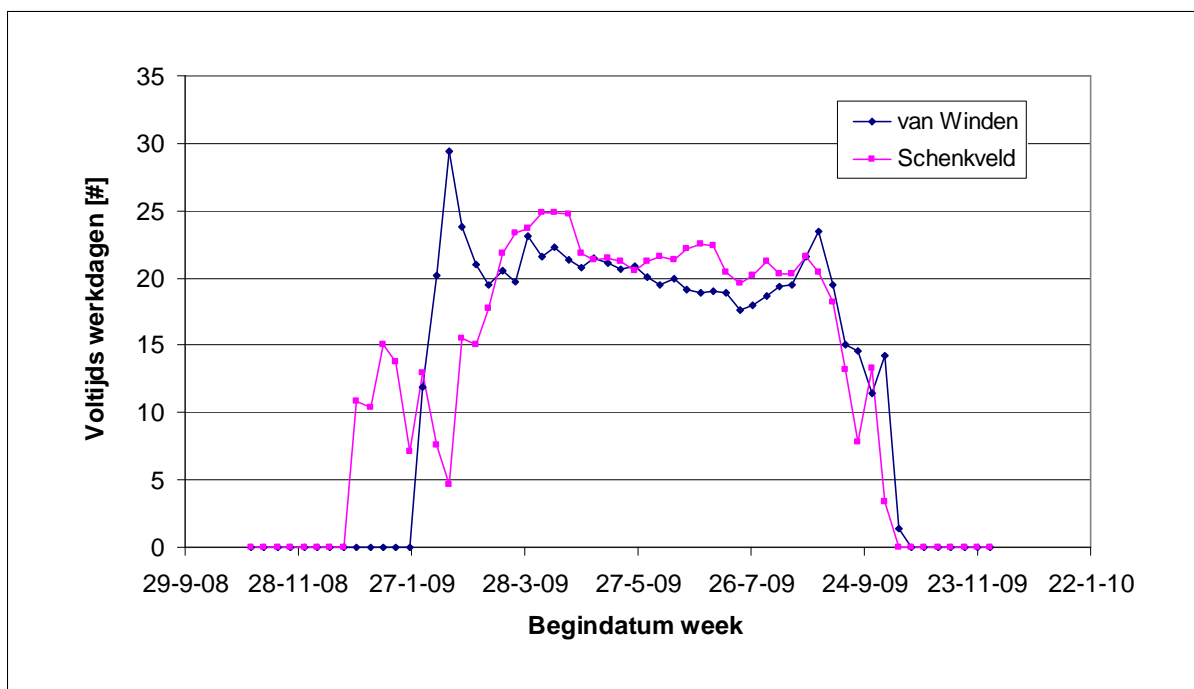
Figuur 40 Trossnoei; Arbeidstijd per pad (100 m)

In Figuur 41 is de bewerkingsfrequentie per pad van 100 meter per periode te zien. Opvallend is ook hier weer dat de frequentie voor de periodes vier tot en met negen constant is met ongeveer één bewerking per pad per week. In de aan- en aflooptijd wordt een pad minder vaak bezocht.



Figuur 41 Trossnoei; Bewerkingsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 42 is het aantal medewerkers per week voor trossnoei te zien. Er is een duidelijk begin en einde van de handeling te zien. Tussen de week van 28 maart en 31 augustus is de lijn van het aantal medewerkers vrij vlak.



Figuur 42 Trossnoei; Aantal voltijds werkdagen per week

4.8 Oogsten

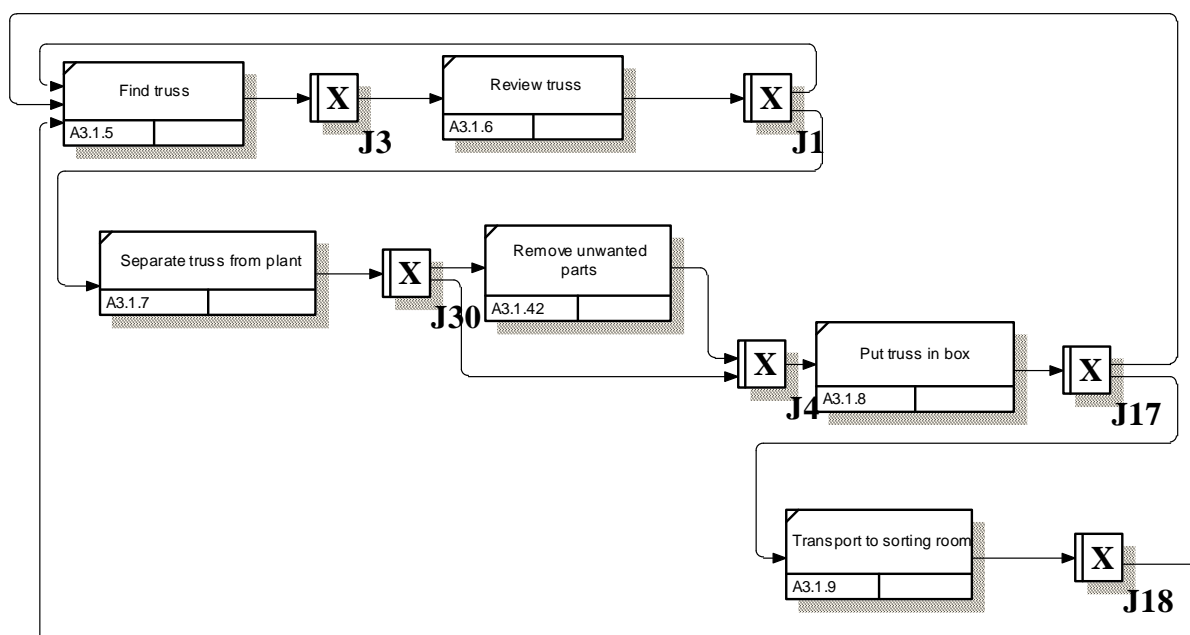
De tomaten worden geoogst en klaargemaakt om naar de klant te gaan. Het oogsten van de tomaten gebeurt met de hand. De oogster plukt de tros en legt deze gelijk in de eindverpakking. Over het algemeen zijn dat kistjes of dozen waar 5 kg tomaten in past.



Figuur 43 Oogsten trostomaat

4.8.1 Processchema

Het processchema van de handeling oogsten is te zien in Figuur 44. Om een tros te oogsten gaat de medewerker eerst op zoek naar de tros die geoogst moet worden. Dit doet hij zolang totdat er een tros is gevonden (J3). Wanneer hij een tros gevonden heeft, beoordeelt hij of deze geoogst moet worden of niet. Als de tros nog niet geoogst moet worden blijft deze hangen en gaat de medewerker verder naar de volgende tros. Als de tros geoogst moet worden, verwijdert hij de tros van de plant en legt deze in de doos. Het is ook mogelijk dat er bijvoorbeeld een ongewenste of rotte tomaat aan een tros zit. Deze wordt dan eerst verwijderd ('remove unwanted parts') voordat de tros in de doos wordt gelegd (van Winden). De dozen waar de trossen in worden gelegd staan op de oogstkar. De medewerker neemt de lege kar mee in het pad en vult alle dozen die erop staan. Wanneer alle dozen op de kar gevuld zijn met tomaten wordt deze naar de sorteerruimte gebracht. Daar worden de dozen gewogen en op het juiste gewicht gebracht. Het pakken en verplaatsen van dozen is in onderstaand schema niet meegenomen omdat in dit onderzoek de nadruk ligt op handelingen aan de plant.



Figuur 44 IDEF3 Oogsten

4.8.2 Parameters

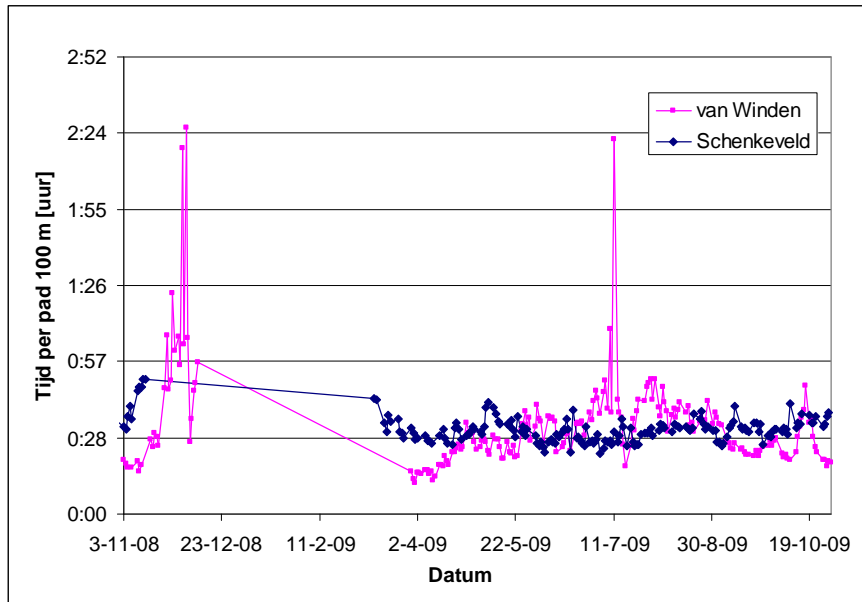
In Tabel 11 zijn de belangrijkste parameters voor het oogsten gegeven. Hier is in tegenstelling tot de vorige handelingen ook het aantal kg geoogste tomaten in meegenomen.

Tabel 11 Parameters oogsten

<i>Oogsten</i>	<i>van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	3-nov-08	30-okt-08	-
Einddatum	30-okt-09	29-okt-09	-
Totale tijd	15964:26	14223:22	uur
Totaal aantal paden	30774.4	23084.8	paden
Totaal aantal paden (100m)	28820.2	26547.5	paden
Aantal dagen	198	177	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	80:37	80:21	uur
Gemiddelde bewerkingfrequentie per pad	0.21	0.25	dag ⁻¹
Gemiddelde bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.1140	0.1208	dag ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:35	0:32	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	10.1	10.0	
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.88	1.02	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	16.0	15.2	paden
Gemiddelde tijd per 1000 kg geoogste tomaten	2:12	2:17	uur.1000kg ⁻¹
Gemiddeld aantal kg geoogste tomaten per uur	481.0	446.0	kg.uur ⁻¹

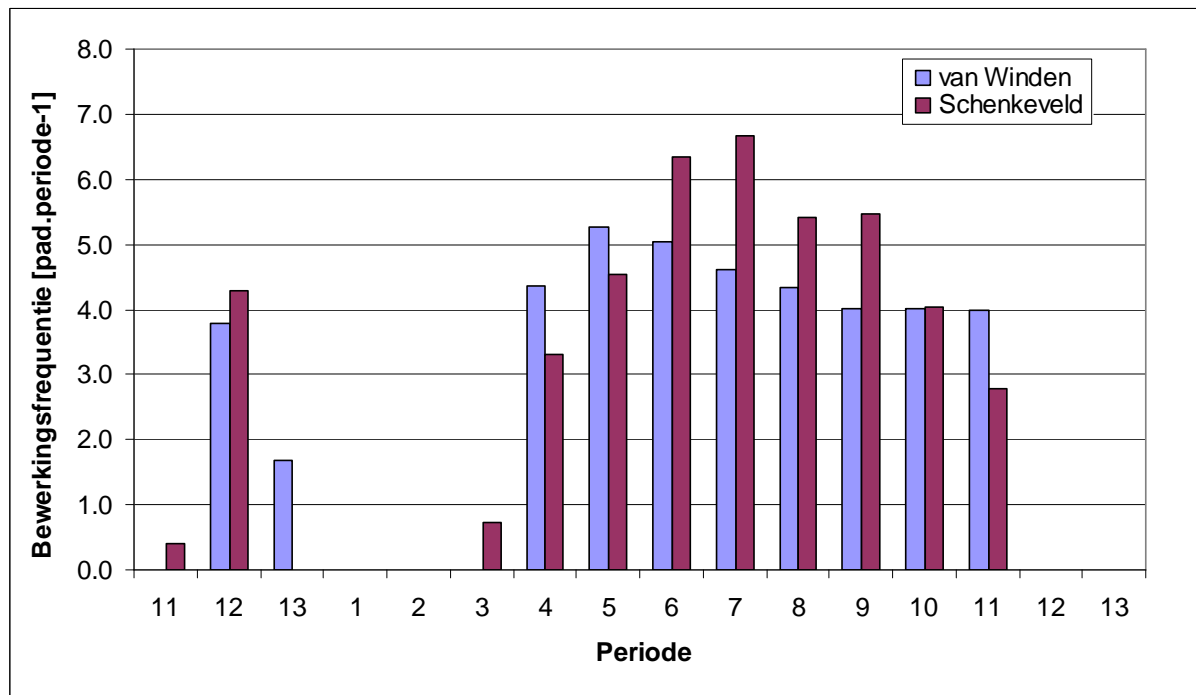
Het gemiddeld aantal kg geoogste tomaten per uur komt overeen met het oogsten van één tros van een halve kilo in iets minder dan vier seconden.

In Figuur 45 is de tijd per pad voor het oogsten gegeven. Bij van Winden zijn een paar hoge pieken van ruim twee uur per pad te zien. Op elf juli 2009 is zo een piek te zien. Op deze dag zijn er slechts 20 paden gebeugeld in een totale tijd van 52:24 uur. Ook op 5 december is er een piek bij van Winden. Op die dag zijn er 61 paden geoogst. De lange tijd kan hier, door het relatief lage aantal paden dat bewerkt is, wel veroorzaakt zijn door niet uitchecken.



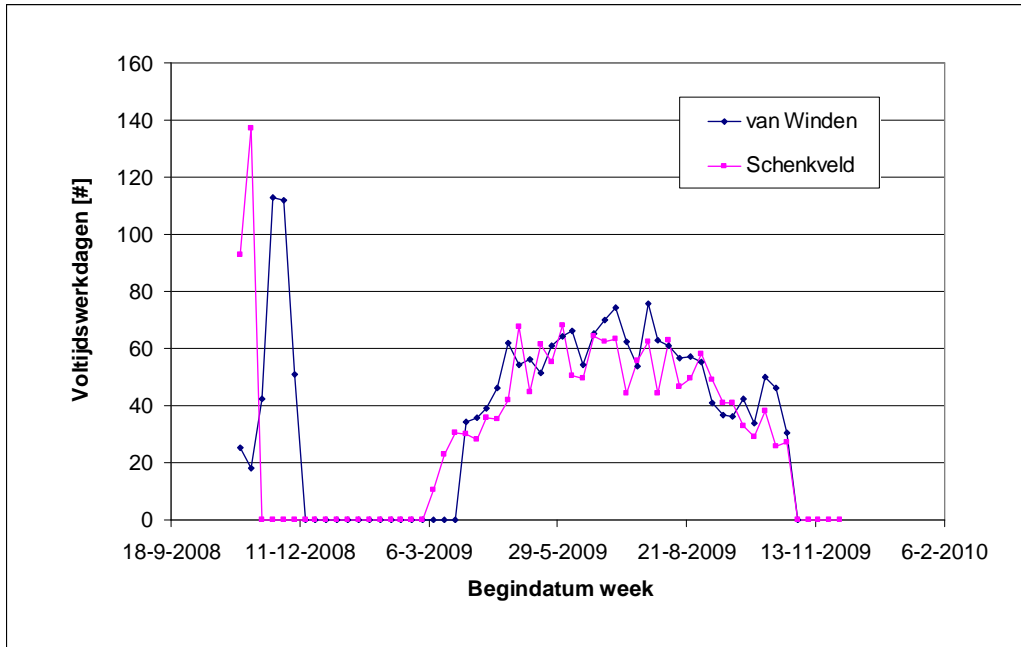
Figuur 45 Oogsten; Arbeidstijd per pad (100 m)

In Figuur 46 staat de bewerkingsfrequentie per pad van 100 meter per periode. Bij Schenkeveld wordt eerder begonnen met oogsten dan bij van Winden.



Figuur 46 Oogsten; Bewerkingsfrequentie per pad (100 m) per periode

In Figuur 47 is het aantal voltijds werkdagen per week te zien. Ook hier is een duidelijk seizoenseffect te zien. Het aantal voltijds werkdagen loopt op naar het hoogtepunt rond begin juli. Daarna neemt het aantal medewerkers langzaam af tot de laatste oogst in de week van 2 november.



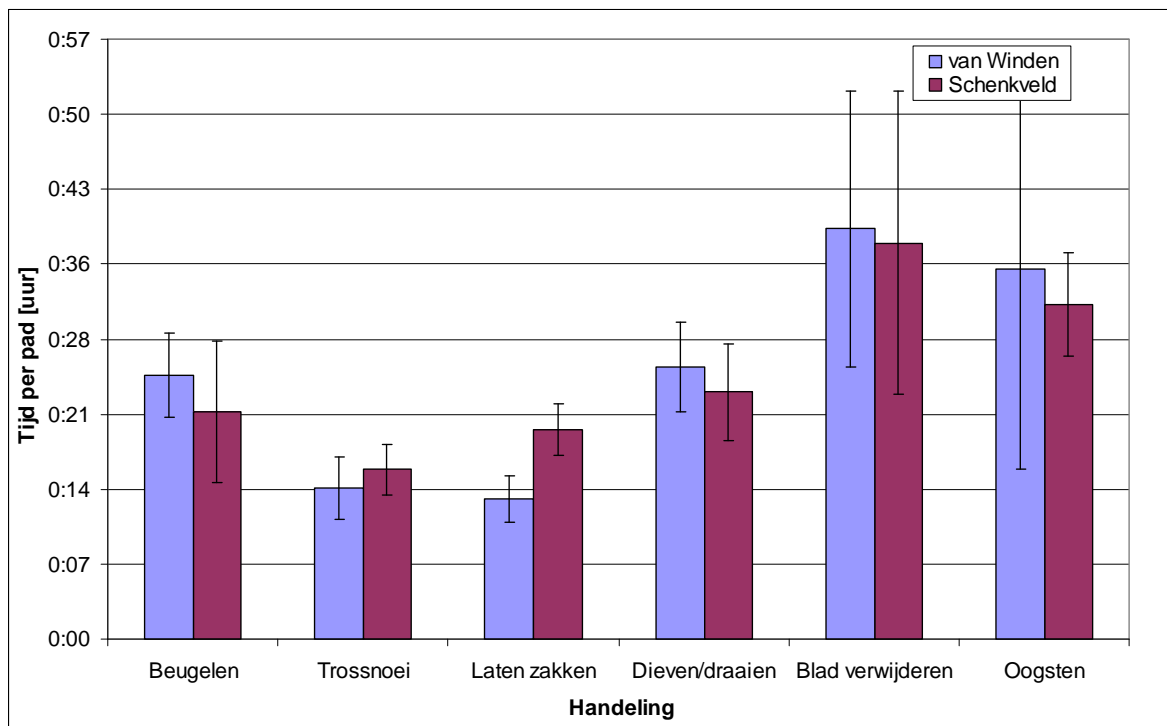
Figuur 47 Oogsten; Aantal voltijds werkdagen per week

4.9 Overzicht parameters

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde arbeidstijd per pad, het aantal medewerkers per hectare en de gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad voor alle hiervoor besproken handelingen.

Tijd per pad

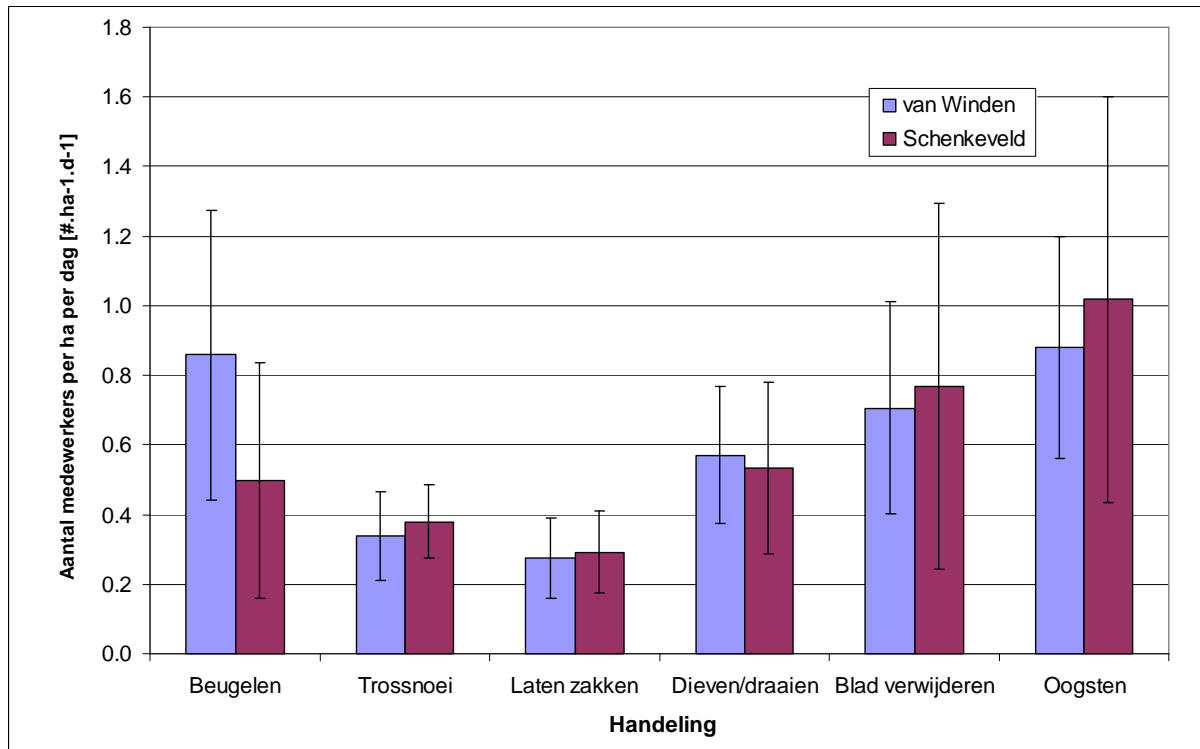
In Figuur 48 is een overzicht gegeven van alle arbeidstijden per pad. De error-bandbreedte in de grafiek is plus en min de standaardafwijking. De data zijn bepaald op basis van de resultaten per werkdag. Uitgebreide data van de tijd per pad is per handeling gegeven in bijlage D.



Figuur 48 Overzicht tijd per pad (100 m)

Aantal medewerkers per hectare

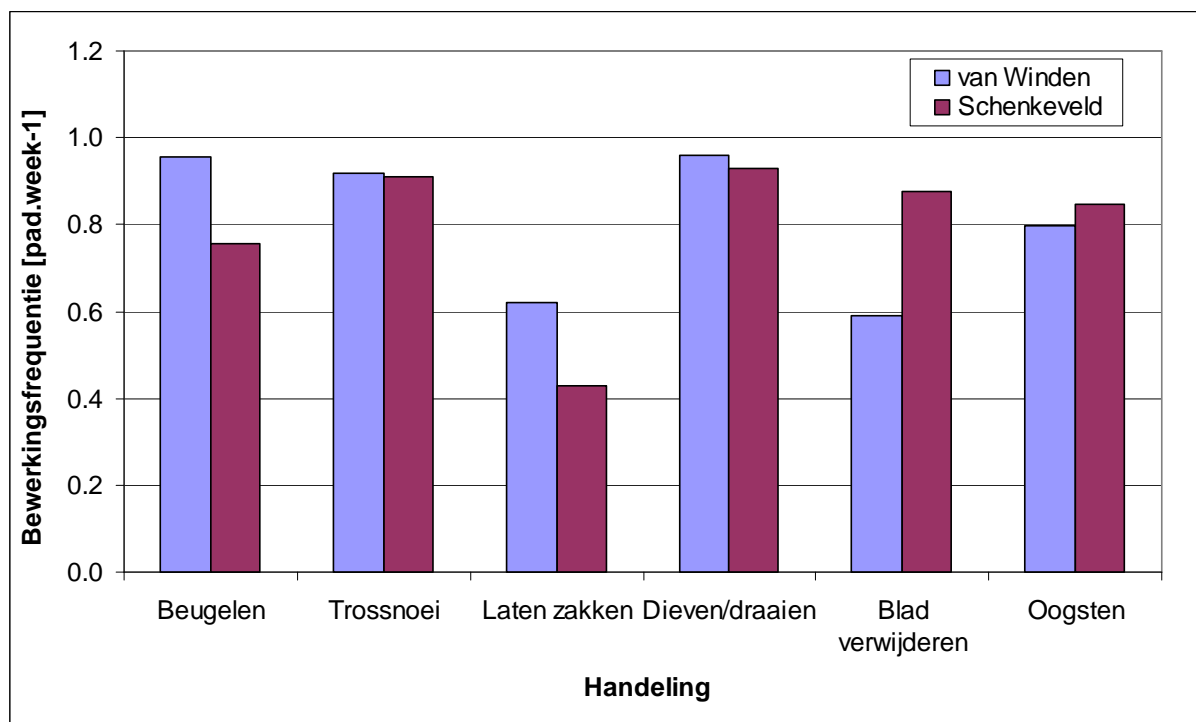
In Figuur 49 is een overzicht gegeven van het gemiddeld aantal voltijds medewerkers per hectare per dag voor de verschillende handelingen. De error-bandbreedte lijnen zijn plus en min de berekende standaardafwijkingen (zie hiervoor ook de tabellen in bijlage D). De twee bedrijven verschillen het meest bij het beugelen. Dit was ook al te zien bij de afwijkende bewerkingsfrequenties.



Figuur 49 Gemiddeld aantal voltijds medewerkers per ha per dag

Bewerkingsfrequentie per pad

In Figuur 50 is de gemiddelde bewerkingsfrequentie per pad per week gegeven voor de periode waarin de bewerking is uitgevoerd en voor de verschillende bewerkingen. Dagen waar niet gewerkt wordt zijn hierin meegenomen. Opvallend is dat deze voor iedere bewerking bij beide bedrijven gemiddeld onder de één blijft. Uit de afzonderlijke grafieken per handeling bleek dat voor verschillende handelingen, onder andere dieven/draaien de bewerkingsfrequentie voor het grootste aantal van de weken één is. De aan- en afloop periode hebben dan een iets lagere bewerkingsfrequentie. Voor de handeling trossnoei en dieven draaien zijn beide bedrijven zeer vergelijkbaar met elkaar. Blad verwijderen heeft een gemiddelde bewerkingsfrequentie van een half en wordt dus gemiddeld één keer in de twee weken gedaan. Voor de overige handelingen zijn er grotere verschillen. Hier kunnen verschillende oorzaken voor zijn. Bij van Winden werden grove tomaten geteeld en bij Schenkeveld middel tomaten. De gemiddelde bewerkingsfrequentie bij beugelen is bij Schenkeveld lager. De verklaring hiervan kan zijn dat er bij de middel tomaat minder vaak gebeugeld hoeft te worden dan bij de teelt van de grove tomatomaat.

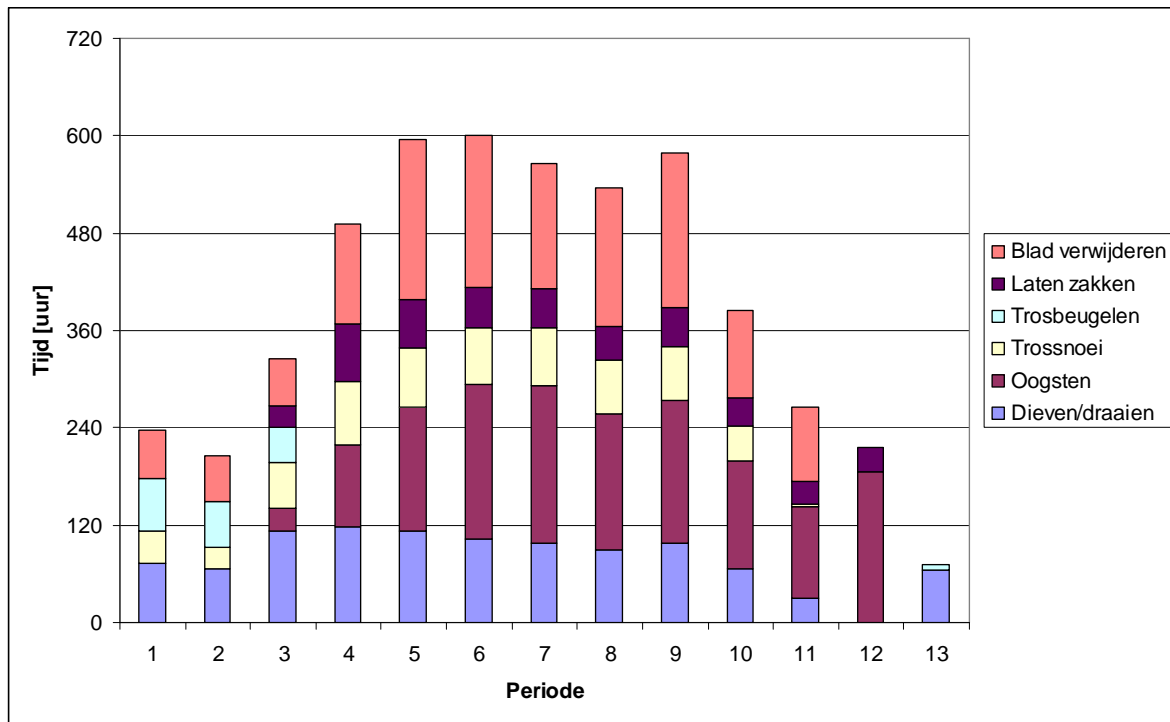


Figuur 50 Bewerkingsfrequentie per pad per week

In bijlage E staat een overzicht van de bewerkingsfrequentie per periode van vier weken per bedrijf gegeven.

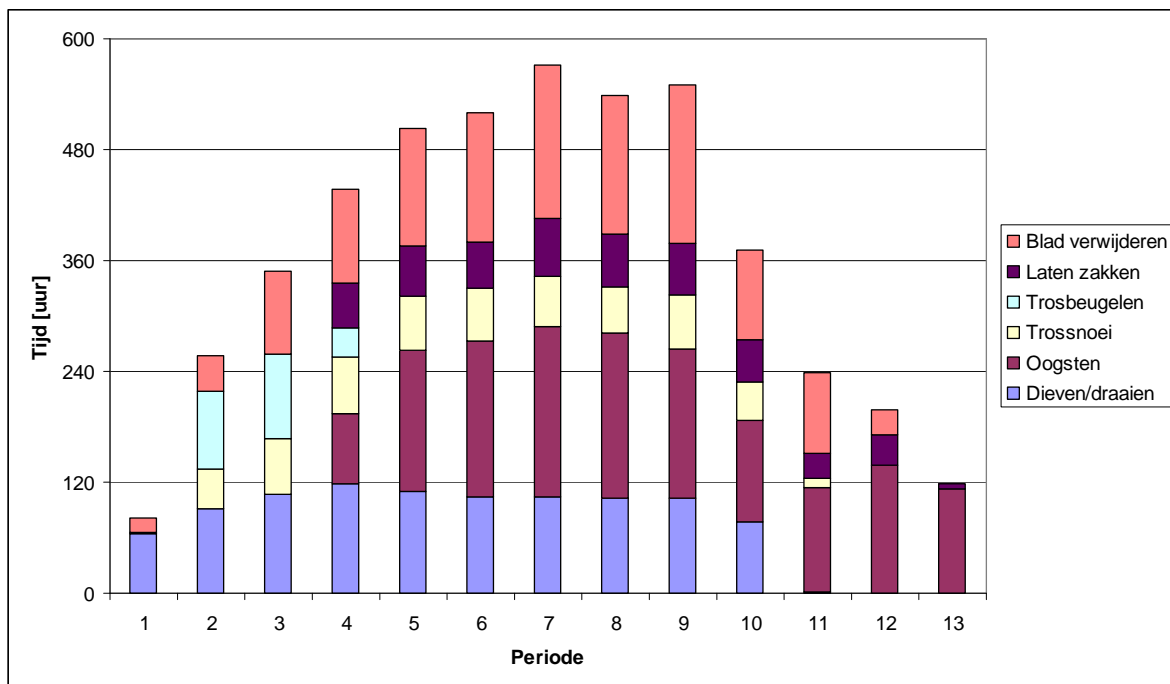
Arbeidsfilm

In Figuur 51 is de arbeidsfilm te zien voor de handelingen die in paragraaf twee tot en met acht besproken zijn. De arbeidstijden zijn teruggerekend van het totale oppervlak naar de arbeidstijd per hectare.



Figuur 51 Arbeidsfilm Schenkeveld per hectare

In Figuur 52 is de arbeidsfilm te zien voor de besproken handelingen voor van Winden. De arbeidstijden zijn ook hier teruggerekend naar één hectare om de twee arbeidsfilmen met elkaar te kunnen vergelijken. Ook kan deze arbeidsfilm vergeleken worden met de arbeidsfilm van Hendrix en uit de KWIN.



Figuur 52 Arbeidsfilm van Winden per hectare

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de totale uren teeltarbeid per handeling voor de in Figuur 51 en Figuur 52 gegeven arbeidsfilm. Ook is het relatief aandeel hiervan in procenten weergegeven. De gebruikte data in de kolom Hendrix is de data die ook in Figuur 3 is gebruikt. De handelingen 'dieven' en 'dieven/draaien' zijn hier bij elkaar opgeteld. Dit geldt ook voor 'afwegen' en 'overig'.

Tabel 12 Overzicht teeltarbeid per jaar

	<i>Schenkelveld</i>	<i>Relatief</i>	<i>van Winden</i>	<i>Relatief</i>	<i>Hendrix</i>	<i>Relatief</i>
	uur	%	uur	%	uur	%
Beugelen	171	3.4	209	4.4	188	2.1
Dieven/draaien	1032	20.4	985	20.8	2515	28.0
Blad verwijderen	1395	27.5	1211	25.6	1540	17.2
Laten zakken	436	8.6	436	9.2	474	5.3
Trossnoei	593	11.7	495	10.5	0	0.0
Oogsten	1441	28.4	1394	29.5	2316	25.8
Overig	0	0.0	0	0.0	1938	21.6
Totaal	5069	100	4732	100	8971	100

5 Discussie

Processchema's

Het IDEF-0 model en de processchema's zijn besproken met twee telers. Zij konden zich goed vinden in de gepresenteerde schema's. Het kan zijn dat er op andere bedrijven iets anders wordt gewerkt. Met name op logistiek gebied kunnen bedrijven anders georganiseerd zijn.

De processchema's in IDEF-3 zijn gemaakt op een lager detailleringsniveau dan het IDEF-0 schema. De data die via de padregistratiesystemen beschikbaar was, is echter op het laagste niveau van het IDEF-0 schema (zie hiervoor Figuur 12). Het is toch van belang om de handelingen verder uit te werken en te bestuderen uit welke deelhandelingen de totale handeling bestaat. Via verder modellering van de processen en simulatie kan verder onderzocht worden welke handelingen of deelhandelingen in de toekomst het beste geautomatiseerd kunnen worden om de gewenste situatie te kunnen bereiken. Het automatiseren van deelhandelingen is ook in lijn met wat Pekkeriet *et al*, 2007 zegt in zijn toekomstvisie. Het automatiseren zal stukje voor stukje plaatsvinden. Volgens Hendrix *et al*, 2000 geeft data uit arbeidsregistratiesystemen alleen globale inzichten in teelten. Dit komt overeen met mijn eigen bevindingen bij het analyseren van de data uit padregistratiesystemen. Om tot meer gedetailleerde gegevens (eventueel ook op het IDEF-3 niveau) te verkrijgen moeten andere methoden gebruikt worden. Bijvoorbeeld een PMTS studie of tijdsstudies.

Parameters

Doordat alleen het aantal paden, bijbehorende tijd en aantal kilo geoogst product wordt geregistreerd is er alleen grove data beschikbaar op padniveau. Data over het afvoeren van volle oogstkarren en ophalen van lege oogstkarren is niet bekend. Dit kan ook per bedrijf verschillen. Bij het ene bedrijf kunnen bijvoorbeeld de karren al in het betreffende pad gezet worden door een aparte medewerker terwijl bij een ander bedrijf de medewerker die aan het oogsten is deze zelf van het hoofdpad moet ophalen.

Om de verkregen data van de twee verschillende bedrijven met elkaar te kunnen vergelijken is deze omgerekend naar een gelijke padlengte van 100 meter. Hierbij is verder geen rekening gehouden met de looptijd die daardoor ook kan veranderen. De looptijd kan zijn de tijd om naar het volgende pad te gaan of de tijd die het kost om bijvoorbeeld bij het oogsten een volle kar naar het eind van het pad te brengen en met een lege kar weer terug te lopen. De looptijd hoort bij de informatie die niet inzichtelijk is via het systeem. Een aanbeveling hiervoor zou zijn om de in de IDEF3 onderscheidde deelprocessen in de praktijk te gaan meten.

Het voltijds werkdagen per dag is berekend voor een volle werkdag van acht uur per medewerker. In de werkelijke situatie werkt niet iedere medewerker de volle acht uur per dag, maar zijn er bijvoorbeeld ook

parttime medewerkers die maar halve dagen werken. Uit de data is niet af te leiden dat alle medewerkers de hele dag in de kas aan het werk zijn. Gemiddeld zal de tijd dat een medewerker in de kas is lager zijn om.

Zoals te zien is in de data zijn er af en toe flinke uitschieters naar boven. Er is dan in plaats van 20 minuten ineens 60 minuten over één pad gedaan. De tijd per pad is gemiddeld per dag berekend. Hierdoor kan het zijn dat negen van de tien paden die dag wel de gemiddelde tijd hebben gekost, maar dat er na het tiende pad een medewerker is vergeten uit te checken waardoor er voor dat pad ineens een aantal uren staat geregistreerd. Dit kan de data op een negatieve manier beïnvloeden. Het systeem is hierin heel afhankelijk van het consequent handelen van de medewerkers. Het was niet mogelijk om deze paden uit de data te laten omdat er alleen totalen per dag beschikbaar waren en niet de data per pad per dag. Het is aan te bevelen om wanneer deze data wel beschikbaar is de uitschieters hieruit te verwijderen en verder te onderzoeken of het inderdaad individuele paden zijn die de uitschieters veroorzaken.

Bij de analyse van de data is niet meegenomen dat er op de verschillende bedrijven een andere cultivar tomaten wordt gekweekt. Dit kan een mogelijke verklaring zijn waarom er op het ene bedrijf eerder wordt begonnen met een bepaalde handeling, of dat deze frequenter wordt uitgevoerd. Doordat een andere cultivar andere groei-eigenschappen heeft, kan het bijvoorbeeld nodig zijn om met een hogere regelmaat blad te verwijderen of de plant in een andere frequentie te laten zakken. Een ander aspect dat een rol hierbij speelt is de plantdatum van het gewas. Bij Schenkeveld was dit 24 dagen eerder dan bij van Winden. Hierdoor is er af en toe een soort verschuiving over de tijd te zien bij het vergelijken van de twee bedrijven. Het corrigeren voor de plantdatum is aan te bevelen.

De bewerkingsfrequentie per periode is berekend over het aantal dagen tussen de eerste dag en de laatste dag dat de betreffende bewerking werd uitgevoerd. Bij sommige handelingen is ook nog een stukje van de vorige teelt in de data meegenomen. Dit is bij laten zakken en blad verwijderen het geval. Bij van Winden is zijn een paar datapunten uit het vorige teeltseizoen meegenomen. Hierdoor is de bewerkingsfrequentie daar veel lager. Belangrijk om op te merken is dat deze frequentie alleen geldt bij een cyclisch proces zonder tussenperiodes als een cyclus is voltooid.

Literatuur

De arbeidsfilm van Hendrix uit 2000 is in aantal uren arbeid per hectare vergelijkbaar met die van KWIN in 2005. Verschillen hiertussen zijn moeilijk aan te geven omdat bij KWIN de uren niet verder zijn gespecificeerd. Als we de arbeidsfilm uit paragraaf 4.9 van beide bedrijven vergelijken met die van Hendrix is het eerste dat opvalt het totaal aantal uren arbeid per hectare per periode dat bij de besproken bedrijven niet boven de 600 uur per hectare uitkomt. Een deel van het verschil wordt veroorzaakt door de handeling 'overig' en 'afwegen' die Hendrix wel mee neemt in de arbeidsbegroting. Hiermee is het verschil nog steeds niet volledig verklaart. Opgemerkt moet wel worden dat in de arbeidsfilm in paragraaf 4.9 er maar wordt gekeken naar zes verschillende handelingen op de bedrijven. In Tabel 12 is een overzicht gegeven van de

uren teeltarbeid per handeling en de relatieve tijdsbesteding. Mogelijke verklaringen voor het verschil zijn de toegenomen efficiëntie van werken, andere werkmethoden en wat er is meegenomen in de metingen. Bij Hendrix kan het zijn dat transport tijden en tijd om naar een volgend pad te gaan wel zijn meegenomen terwijl dit bij de padregistratiesystemen niet het geval is. De lengte van de paden speelt hierbij ook een rol. Als er veel langere paden zijn, is de tijd om naar een volgend pad te gaan per meter pad korter. Dit komt ook overeen met Bechar die stelt dat het oogsten bij kortere rijen langer duurt. Periode vier tot en met negen zijn de perioden waar meer arbeid nodig is per hectare dan de overige perioden (zie hiervoor ook Figuur 51 en Figuur 52). Er zit duidelijk een extra 'kop' op de grafiek. Bij Hendrix kost in periode vijf tot en met tien oogsten de meeste arbeid. In periode vier kost dieven en draaien net iets meer arbeid dan oogsten. De gevonden resultaten vertonen hier wel overeenkomsten mee. In Tabel 12 Overzicht teeltarbeid per jaar Tabel 12 is dit ook te zien. Oogsten kost relatief gezien bij de bedrijven tussen de 25 en 30% van de totale tijd. Oogsten vormt hier vanaf periode vier tot en met tien de grootste arbeidspost. Bij andere handelingen zijn er juist weer verschillen tussen de bedrijven en Hendrix. Bij Hendrix komt de handeling trossnoei in zijn geheel niet expliciet voor. Dieven/draaien kost bij Hendrix procentueel (ook absoluut) gezien meer tijd (meer dan 2500 uur). Een opvallend verschil is wel dat bij beide bedrijven de handeling blad verwijderen relatief meer tijd in beslag neemt dan bij Hendrix. De procentuele verschillen bij Hendrix zijn ook verschillend doordat de post 'Overig' redelijk groot is.

6 Conclusie

Processchema's

Het IDEF-0 model van de tomatenteelt is gepresenteerd in paragraaf 4.1. De handelingen die verder besproken zijn, zijn beugelen, indraaien, dieven, blad verwijderen, laten zakken, trossnoei en oogsten. De gemaakte IDEF-3 schema's maken duidelijk uit welke deelhandelingen de afzonderlijke bewerkingen zijn opgedeeld (paragraaf 4.2 tot en met 4.8). Per handeling is besproken wat er wordt gedaan en waarom juist zo. Wanneer de processen worden uitgevoerd is inzichtelijk gemaakt door verschillende grafieken met de tijd per pad en aantal voltijds werkdagen per week. Ook in de arbeidsfilm is per periode te zien wanneer iedere handelingen hoeveel arbeid vraagt. In de periodes vier tot en met negen vragen dieven/draaien, blad verwijderen en oogsten samen de meeste arbeid.

Eigenschappen

De belangrijkste parameters van de processen zijn de procestijd per pad, het aantal voltijds werkdagen per week, het aantal paden per medewerker, de bewerkingsfrequentie (per periode) en het aantal kilo geoogst product (per pad per dag). In het overzicht van parameters (arbeidsfilm) is de arbeidsvraag per periode van vier weken weergegeven in het aantal arbeidsuren per bedrijf. Informatie over de bezetting van de productiemiddelen is via de data uit het padregistratiesysteem niet beschikbaar. Om dit wel inzichtelijk te maken zal er gebruik moeten worden gemaakt van andere registratiemiddelen en methoden. In het simulatiemodel zijn de bewerkingsfrequentie per periode van vier weken en de arbeidstijd per pad inputs. Deze data zijn afkomstig van twee verschillende bedrijven en kunnen een goede indicatie geven van de benodigde arbeid voor de specifieke handelingen.

Padregistratie

Een padregistratiesysteem registreert per werknemer het aantal gewerkte uren en het aantal bewerkte paden. Ook het padnummer wordt vastgelegd zodat kan worden gezien welke paden al behandeld zijn en welke nog niet. Bij het oogsten wordt ook het aantal kg tomaten per medewerker geregistreerd. Alle overige parameters die als output uit het systeem komen zijn berekend aan de hand van constante waarden en de geregistreerde parameters.

Alle informatie die met de beschikbare data uit het padregistratiesysteem kunnen worden gehaald zijn op padniveau. Het modelleren op padniveau is hiermee mogelijk. Om verder en op meer detail te kunnen modelleren is meer informatie nodig over wat er in het pad gebeurt en wordt omgegaan met transporttijden tussen paden. Meer informatie over transport van volle oogstkarren, bewegingen in het hoofdpad en de volgorde van werken is nodig en andere methoden van registratie moeten worden gebruikt.

Hoofdvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde: “Welke processen vormen de grootste bottleneck in de trostomatenteelt?”. Als er puur naar het aantal uren arbeid dat nodig is per jaar gekeken wordt, is oogsten de handeling die procentueel van de zes onderzochte handelingen de grootste vrager van arbeid is (29%). Blad verwijderen komt op de tweede plaats met 26%. Dieven/draaien komt op de derde plaats (21%). Samen vormen deze drie processen ongeveer driekwart van de totale arbeidsbehoefte van de handelingen aan het gewas.

7 Bronnen

- Bechar, A., Yosef, S., Netanyahu, S. & Edan, Y. (2007). Improvement of work methods in tomato greenhouses using simulation. *Transactions of the Asabe* 50(2): 331-338.
- Hendrix, A. T. M. (1995). Het maken van arbeidsbegrotingen geautomatiseerd. In *Agro informatica*, Vol. 8, 31-34 Wageningen: Instituut voor Milieu- en Agritechniek.
- Hendrix, A. T. M. (2000). De oogst en de verwerking van tomaten = Picking and grading of tomatoes on the vine. In *Nota / IMAG; P 2000-12*; 38 p. Wageningen: Instituut voor Milieu- en Agritechniek.
- Hendrix, A. T. M., Looije, A. A. J., Schilden, M. v. d. & Top, M. v. d. (2000). Waarnemings- en vastlegtechnieken in de Arbeidskunde. In *Nota / IMAG; P 2000-06*; 38 p. Wageningen: Instituut voor Milieu- en Agritechniek.
- Henten, E. J. v. (2006). Greenhouse Mechanization: State of the Art and Future Perspective. *Acta Horticulturae (ISHS) 710: 55-70*.
- Heuvelink, E. (2005). *Tomatoes*. Crop production science in Horticulture (13), 339 p., Wallingford : CABI Publishing.
- Langen, E. (2009). Areaal met belichte tomaat groeit niet. In *De groenten en fruit*, Vol. 2010 Amsterdam: G&F Magazine.
- Louvenberg, J. (1996). Fikse arbeidsbesparing door padregistratie. In *Groenten + Fruit / Glasgroenten*, Vol. Week 19, 10 mei 1996, 2 p. Amsterdam: Reed Business.
- Mayer, R. J., Menzel, C. P., Painter, M. K., Witte, P. S. d., Blinn, T. & Perakath, B. (1995). Information integration for concurrent engineering (IICE) IDEF3 process description capture method report; 236 p.
- Nagels, J. (2005). Arbeidscommunicatie in de tomatenteelt, posters voor gewashandelingen. In *Departement Industrieel Ingenieur en Biotechniek*, 55 p. Kempen: Katholieke Hogeschool Kempen.
- National Institute of Standards and Technology (1993). Integration definition for function modelling (IDEF0). 128 p.: National Institute of Standards and Technology.
- Oude Vrielink, H. H. E., Lemmen, N., Looije, A. A. J., Lemmen, N. & Vermeulen, P. (2006). Innovaties in de glasgroenteteelt : vergelijking van verschillende methoden voor het laten zakken van tomatenplanten = Innovations in horticulture : comparison of different working methods for

lowering of tomato plants. In *Rapport / Agrotechnology & Food Sciences Group; 732*; 44 p. Wageningen: Agrotechnology & Food Sciences Group.

Oude Vrielink, H. H. E. & Looije, A. A. J. (2004). Vergelijking van de fysieke belasting bij het laten zakken van tomatenplanten bij gebruik van verschillende hoge draad haken = Effect of different high wire hooks on the physical load during lowering of tomato plants. In *Rapport / Agrotechnology & Food Innovations; 269*; 41 p. Wageningen: Agrotechnology & Food Innovations.

Pekkeriet, E. J., de Jonge, J. & Bruins, M. A. (2007). Work is gaming: work-life balance in de glastuinbouw van 2030. In *Rapport / InnovatieNetwerk;nr. 07.2.163*; 89 p. Utrecht: InnovatieNetwerk.

Rooij, W. d. (2008). Glasgroenten: van grond tot mond. *Centraal Bureau voor de Statistiek; De Nederlandse economie 2008*: 205-219.

Schenkeveld, R. (2009). Persoonlijk contact.

Snabel, O. (2009). Persoonlijk contact.

Vermeulen, P. C. M., van der Lans, C. J. M. & de Buck, A. J. (2004). Personeelsmanagement en imago in de glastuinbouw. 103 p. Naaldwijk: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Businessunit Glastuinbouw.

Verstegen, J. A. A. M. & van der Lans, C. J. M. (2003). Wordt goed gedrag beloond? : economische aspecten van maatschappelijk verantwoord ondernemen in de agroketen, in het bijzonder in de varkensvlees- en glasgroenteketen. Vol. Rapport 2.03.16; 177 p. Den Haag: Landbouw Economisch Instituut (LEI).

Woerden, S. C. v. (2005). Kwantitatieve Informatie voor de Glasthuisbouw 2005-2006, Groenten - Snijbloemen - Potplanten.

Websites

CBS (2008). Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik, naar bedrijfstype, nationaal. Centraal Bureau voor de Statistiek. Meest recente update: 12 maart 2010, Laatste bezocht: 9 juni 2010 <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=71465ned&LA=NL>

Contactgegevens bezochte bedrijven

Bedrijf 1

Kwekerij Schenkeveld B.V.

Contactpersoon: Richard Schenkeveld

Bedrijf 2

C.G. van Winden B.V.

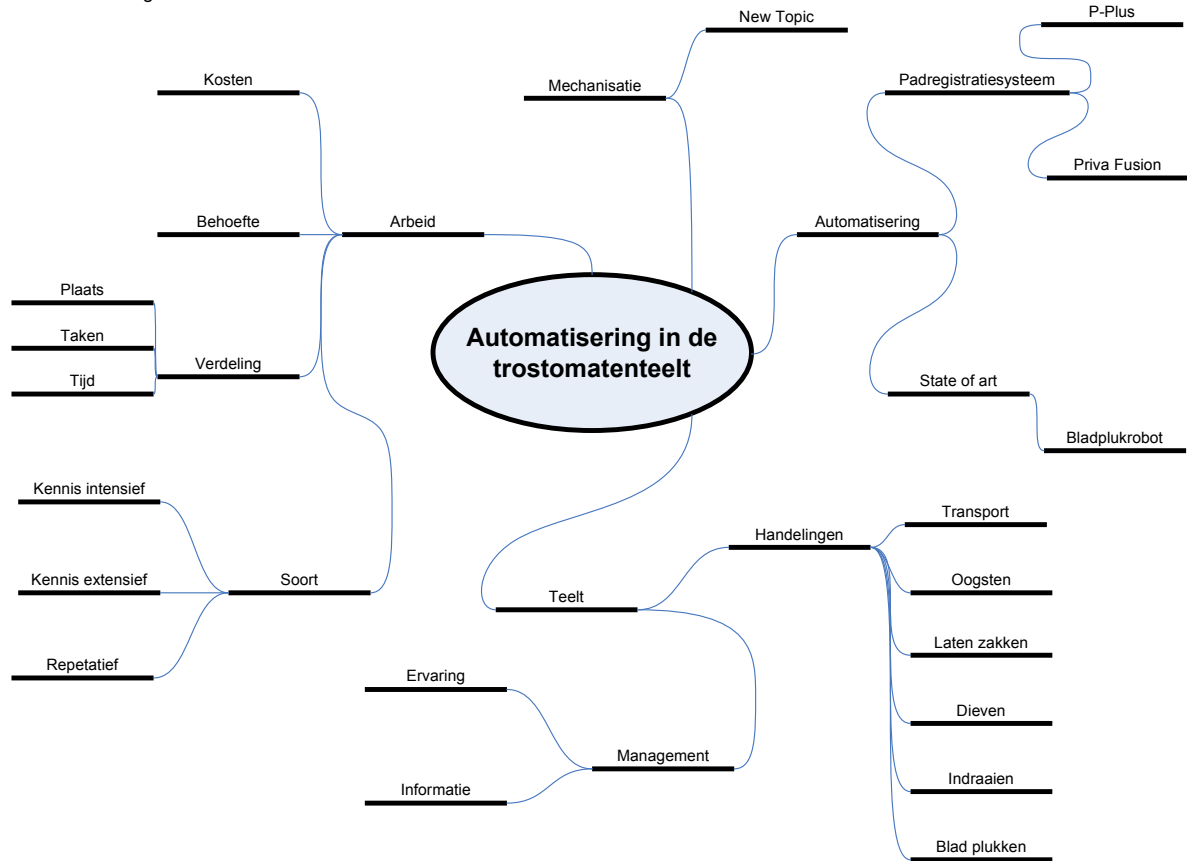
Adres: Knibbelweg 9d, 2761 JB Zevenhuizen ZH

Contactpersoon: Oscar Snabel

8 Bijlagen

A. Mind map

Mindmap
Bachelorafsluiting Peter van Beveren



Figuur A1 Mind map

B. Handelingen per bedrijf

Tabel B1 Geregistreeerde handelingen P-Plus

<i>Schenkeveld</i>	<i>dag.jaar⁻¹</i>	<i>Van winden</i>	<i>dag.jaar⁻¹</i>	
Absent. Tijd/tijd	0	AC-folie vastzetten	8	
Absent. Vakantie	0	Blad eruit snijden	1	
Absent. Ziek	0	Bladsnijden	214	x
Bijzonder verlof	3	CO2-darmen omhoog	16	x
Blad ophalen	10	Controle botrytus	136	x
Bladsnijden	227	x Dieven/indraaien	213	x
Botrytus nalopen	52	Doeken uitlopen	13	x
CO2-darmen uitlopen	1	x Druppelaars insteken	4	
Contr. Arbeid	226	Druppelaars inzetten	4	
Contr. Biologie	92	Extra haken hangen	7	
Contr. Bladsnijden	173	Folie trekken	0	x
Contr. Oogst	158	Gewas afknippen	6	
Contr. P-plus	140	Gewas tussen buizen	9	
Contr. Teelt	143	x Gewashaken ophangen	7	
Cursus	9	Haken hangen	11	x
Dieven/draaien	242	x Koppen	4	
Div. kantoor	76	Laten zakken	198	x
Div. oogst	188	Matten draineren	3	
Div. planning	19	Matten op afstand	1	
Div schoonmaak	7	Matten tussen de buizen	0	
Div. schuur	185	Oogsten	198	x
Div. teelt	245	Oogsten cocktail tom	15	
Div. Teeltw. Begin	0	Op de mat zetten	3	
Div. Teeltw. Einde	7	Planten doorknippen	6	
Div. veenakkerweg	2	Planten nalopen	0	
Div. woudseweg	24	Planten neerzetten	3	
Diversen Puur tomaat	12	Plantgaten afdekken	3	
Doek uitrollen	4	x Scherm verwijderen	1	
Doeken wassen	10	Steenwol neerleggen	4	
Dokter/tand/fysio	6	Stokken trekken	4	
Draineren	6	Teeltwisseling	1	
Easyclean bijvullen	29	Tomaten oprapen	2	
EC/Ph bakken vullen	208	Totaal	299	x
Entclip verw.	5	Trosbeugelen	33	x
Excursie lopen	35	Trossnoeien	183	x
Feestdag	8	Tussendieven	59	x
Folie trekken	7	x Valto inbrengen	6	
Gemiddeld	1	Vastzetten	7	x
Gevels nalopen	4			
Gewas slopen	5			
Gewasbeugels nalopen	11			
Goten afsputten	5			
Haken hangen	18	x		
Harken	9			
Inboeten	35			
Inrollen	4			
Kwaliteitszorg	12			
Matten nalopen	5			
Matten ruimen	3			

Nieten	7	
Onderdieven verw.	16	
Onderhoud	49	
Onkruid verw.	3	
Oogsten	177	x
Oogsten Puur tomaat	5	
Overleg/vergadering	23	
Per uur	1	
Poten	4	
Schoonm. Kantine	247	
Schuur/pad vegen	70	
Snoeien	195	x
Stammen doorknippen	4	
Stammen nalopen	55	
Stekers afhalen	3	
Stekers opzetten	4	
Stokjes verw.	4	
Stormschade	1	
Strijken	4	
Tomaten rapen	16	
Totaal	318	x
Trosbeugelen	43	x
Trosbeugels verw.	17	
Tussenblad verw.	46	
Tussendieven verw.	9	x
Uitlopen biologie	104	
Uitv. Gewasbescherming	78	
Vast zetten	7	x
Virus	2	
Wegen	152	
Zakken	187	x

X = Handeling wordt bij beide bedrijven uitgevoerd.

De namen van de handelingen komen vaak niet exact overeen.

C. Parameters

De parameters in Tabel zijn de parameters die bij beide bedrijven worden geregistreerd, dan wel berekend. Bij Schenkeveld waren er meer parameters in het systeem aanwezig, maar hiervoor werd geen data berekend. Het ging hier om data over stuks en kisten. Duidelijk is wel dat alleen het aantal kilogram geoogst product, het aantal paden en de bijbehorende tijd wordt gemeten. Het aantal m² (abs), het teeltoppervlak in de kas is constant, evenals het aantal planten in de kas en het aantal planten in een heel pad. Als deze data niet goed in het systeem zijn ingevoerd, kloppen de data waar met dit gegeven gerekend is ook niet meer. Indien in de kolom 'Berekening / soort data' een getal tussen haakjes is vermeld, dan verwijst dat naar het numerieke resultaat van de parameter met index (#) in kolom 1.

Tabel C1 Parameters P-Plus

Nr	Parameter	Berekening / soort data	Eenheid	Opmerking
1	#	nummer	-	
2	Handelingen	naam	-	
3	Kg	meting	kg	
4	Kg/ plant	(3)/(51)	kg.plant-1	
5	Kg/ plant (abs)	(3)/(52)	kg.plant-1	
6	Kg/ plant (pad)	(3)/(53)	kg.plant-1.pad-1	In data vW in gram
7	Kg/m2	(3)/(33)	kg.m-2	
8	Kg/m2 (abs)	(3)/(34)	kg.m-2	
9	Kg/m2 (pad)	(3)/(35)	kg.m-2.pad-1	
10	Kg/pad	(3)/(49)	kg.pad-1	
11	Kg/uur	(3)/(56)	kg.uur-1	
12	Kosten	constante	€	
13	Kosten/ 100 kg	100*(12)/(3)	€.kg-1	
14	Kosten/ 100 m2	100*(12)/(33)	€.m-2	
15	Kosten/ 100 m2 (abs)	100*(12)/(34)	€.m-2	
16	Kosten/ 100 m2 (pad)	100*(12)/(35)	€.m-2.pad-1	
17	Kosten/ 100 pl (pad)	100*(12)/(53)	€.plant-1	
18	Kosten/ 100 pl.	100*(12)/(51)	€.plant-1	
19	Kosten/ 100 pl. (abs)	100*(12)/(52)	€.plant-1	
20	Kosten/ 1000 m2	1000*(12)/(33)	€.m-2	
21	Kosten/ 1000 m2 (abs)	1000*(12)/(34)	€.m-2	
22	Kosten/ 1000 m2 (pad)	1000*(12)/(35)	€.m-2.pad-1	
23	Kosten/ 1000 pl	1000*(12)/(49)	€.plant-1	
24	Kosten/ 1000 pl (abs)	1000*(12)/(52)	€.plant-1	
25	Kosten/ 1000 pl (pad)	1000*(12)/(53)	€.plant-1.pad-1	
26	Kosten/ kg	(12)/(3)	€.kg-1	
27	Kosten/ m2	(12)/(33)	€.m-2	
28	Kosten/ m2 (abs)	(12)/(34)	€.m-2	
29	Kosten/ m2 (pad)	(12)/(35)	€.m-2.pad-1	
30	Kosten/ minuut	(12)/(60*(56))	€.min-1	
31	Kosten/ pad	(12)/(49)	€.pad-1	
32	Kosten/ uur	(12)/(56)	€.uur-1	
33	m2	(49)*pad breedte*pad lengte	m2	
34	m2 (abs)	constante	m2	
35	m2 (pad)	(33)/(49)	m2.pad-1	
36	Min. 1000 kg	60*1000*(56)/(3)	min.kg-1	minuten per 1000 kg

37	Min./ pad	$60*(56)/(49)$	min.pad-1		
38	Minuut /100 pl	$60*100*(56)/(51)$	min.plant-1		
39	Minuut/ 100 kg	$60*100*(56)/(3)$	min.kg-1		
40	Minuut/ 100 m2	$60*100*(56)/(33)$	min.m-2		
41	Minuut/ 100 m2 (abs)	$60*100*(56)/(34)$	min.m-2		
42	Minuut/ 100 m2 (pad)	$60*100*(56)/(35)$	min.m-2.pad-1		
43	Minuut/ 100 pl (abs)	$60*100*(56)/(52)$	min.plant-1		
44	Minuut/ 100 pl (pad)	$60*100*(56)/(53)$	min.plant-1.pad-1		
45	Minuut/ 100 stk		min.stuk-1	geen stuks	data
46	Minuut/ 1000 m2	$60*1000*(56)/(33)$	min.m-2	beschikbaar	
47	Minuut/ 1000 m2 (abs)	$60*1000*(56)/(34)$	min.m-2		
48	Minuut/ 1000 m2 (pad)	$60*1000*(56)/(35)$	min.m-2.pad-1		
49	Paden	meting	pad		
50	Plant/ minuut	$(51)/(60*(56))$	plant.min-1		
51	Planten	aantal planten per rij*(49)	plant		
52	Planten (abs)	constante	plant		
53	Planten (pad)	$(51)/(49)$	plant.pad-1		
54	Planten/ uur	$(51)/(56)$	plant.uur-1		
55	Prijs/ kg		€ .kg-1	geen prijs beschikbaar	
56	Tijd	meting	uur		
57	Uren/ 100 m2	$100*(56)/(33)$	uur.m-2		
58	Uren/ 100 m2 (abs)	$100*(56)/(34)$	uur.m-2		
59	Uren/ 100 m2 (pad)	$100*(56)/(35)$	uur.m-2.pad-1		
60	Uren/ 1000 m2	$1000*(56)/(33)$	uur.m-2		
61	Uren/ 1000 m2 (abs)	$1000*(56)/(34)$	uur.m-2		
62	Uren/ 1000 m2 (pad)	$1000*(56)/(35)$	uur.m-2.pad-1		

D. Tabellen parameters

In deze paragraaf zijn de uitgebreide data te vinden van de besproken processen in hoofdstuk 4. Achtereenvolgens zijn de data gegeven van de handelingen beugelen, dieven/draaien, blad verwijderen, laten zakken, trossnoei en oogsten. De data is gebaseerd op een genormaliseerde padlengte van 100 m.

Beugelen

Tabel D1 Beugelen

<i>Beugelen</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	21-jan-09	27-dec-08	-
Einddatum	28-mrt-09	10-mrt-09	-
Totale tijd	2596:30	1689:53	uur
Totaal aantal paden	6741.0	4137.2	paden
Totaal aantal paden (100m)	6312.9	4757.8	paden
Aantal dagen	33	43	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	78:40	39:17	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad (aantal dagen)	0.27	0.18	dag-1
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.14	0.11	dag-1
	0.96	0.76	week-1
Gemiddelde tijd per 100 m pad	0:25	0:21	uur
Minimum	0:17	0:14	uur
Maximum	0:36	0:43	uur
Mediaan	0:25	0:19	uur
Standaardafwijking	0:04	0:06	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	9.8	4.9	medewerkers.dag-1
Minimum	0.0	0.2	medewerkers.dag-1
Maximum	19.3	17.8	medewerkers.dag-1
Mediaan	9.4	4.8	medewerkers.dag-1
Standaardafwijking	4.8	3.4	medewerkers.dag-1
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.86	0.50	medewerkers.ha-1
Minimum	0.00	0.02	medewerkers.ha-1
Maximum	1.68	1.80	medewerkers.ha-1
Mediaan	0.82	0.48	medewerkers.ha-1
Standaardafwijking	0.42	0.34	medewerkers.ha-1
Gemiddeld aantal paden 100 m per medewerker per dag	19.4	23.5	paden
Minimum	13.2	11.1	paden
Maximum	26.9	33.2	paden
Mediaan	19.2	24.4	paden
Standaardafwijking	3.0	5.3	paden

Dieven/draaien

Tabel D2 Dieven/draaien

<i>Dieven/draaien</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	9-jan-09	8-dec-08	-
Einddatum	7-okt-09	30-okt-09	-
Totale tijd	11141:23	10187:46	uur
Totaal aantal paden	27771.4	22726.6	paden
Totaal aantal paden (100m)	26007.9	26135.6	paden
Aantal dagen	213	242	dagen
Gemiddeld aantal uur/dag	52:18	42:05	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad (aantal dagen)	0.17	0.18	dag ⁻¹
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.14	0.13	dag ⁻¹
	0.96	0.93	week ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:26	0:23	uur
Minimum	0:09	0:13	uur
Maximum	0:43	0:36	uur
Mediaan	0:25	0:24	uur
Standaardafwijking	0:04	0:04	uur
Gemiddeld aantal medewerkers	6.5	5.3	medewerkers.dag ⁻¹
Minimum	0.1	0.3	medewerkers.dag ⁻¹
Maximum	9.2	9.5	medewerkers.dag ⁻¹
Mediaan	7.4	5.9	medewerkers.dag ⁻¹
Standaardafwijking	2.3	2.4	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.57	0.53	medewerkers.ha ⁻¹
Minimum	0.01	0.03	medewerkers.ha ⁻¹
Maximum	0.80	0.97	medewerkers.ha ⁻¹
Mediaan	0.65	0.59	medewerkers.ha ⁻¹
Standaardafwijking	0.20	0.25	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	18.9	21.1	paden
Minimum	10.9	13.1	paden
Maximum	48.6	36.1	paden
Mediaan	18.7	19.7	paden
Standaardafwijking	3.5	4.7	paden

Blad verwijderen

Tabel D3 Blad verwijderen

<i>Blad verwijderen</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	3-nov-08	5-jan-09	-
Einddatum	30-okt-09	29-okt-09	-
Totale tijd	13848:11	13773:30	uur
Totaal aantal paden	22765.8	19545.5	paden
Totaal aantal paden (100m)	21320.2	22477.3	paden
Aantal dagen	214	227	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	64:42	60:40	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad	0.14	0.16	dag ⁻¹
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.08	0.13	dag ⁻¹
	0.59	0.88	week ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:39	0:38	uur
Minimum	0:20	0:11	uur
Maximum	3:41	1:32	uur
Mediaan	0:38	0:39	uur
Standaardafwijking	0:13	0:14	uur
Gemiddeld aantal medewerkers	8.1	7.6	medewerkers.dag ⁻¹
Minimum	0.1	0.0	medewerkers.dag ⁻¹
Maximum	14.9	27.2	medewerkers.dag ⁻¹
Mediaan	8.1	6.8	medewerkers.dag ⁻¹
Standaardafwijking	3.5	5.2	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.71	0.77	medewerkers.ha ⁻¹
Minimum	0.01	0.00	medewerkers.ha ⁻¹
Maximum	1.30	2.75	medewerkers.ha ⁻¹
Mediaan	0.70	0.69	medewerkers.ha ⁻¹
Standaardafwijking	0.30	0.52	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	12.6	14.9	paden
Minimum	2.2	5.2	paden
Maximum	23.5	40.9	paden
Mediaan	12.3	12.3	paden
Standaardafwijking	1.9	6.7	paden

Laten zakken

Tabel D4 Laten zakken

<i>Laten zakken</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	3-nov-08	30-okt-08	-
Einddatum	30-okt-09	19-okt-09	-
Totale tijd	5001:52	4307:30	uur
Totaal aantal paden	24012.6	11423.1	paden
Totaal aantal paden (100m)	22487.8	13136.6	paden
Aantal dagen	198	187	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	25:15	23:02	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad (aantal dagen)	0.16	0.12	dag ⁻¹
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.09	0.06	dag ⁻¹
	0.62	0.43	week ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:13	0:20	uur
Minimum	0:09	0:13	uur
Maximum	0:20	0:27	uur
Mediaan	0:12	0:20	uur
Standaardafwijking	0:02	0:02	uur
Gemiddeld aantal medewerkers	3.2	2.9	medewerkers.dag ⁻¹
Minimum	0.2	0.1	medewerkers.dag ⁻¹
Maximum	5.4	5.8	medewerkers.dag ⁻¹
Mediaan	3.4	2.7	medewerkers.dag ⁻¹
Standaardafwijking	1.3	1.2	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.28	0.29	medewerkers.ha ⁻¹
Minimum	0.02	0.01	medewerkers.ha ⁻¹
Maximum	0.47	0.58	medewerkers.ha ⁻¹
Mediaan	0.29	0.28	medewerkers.ha ⁻¹
Standaardafwijking	0.11	0.12	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	36.5	24.3	paden
Minimum	23.0	17.2	paden
Maximum	49.9	35.3	paden
Mediaan	37.4	23.5	paden
Standaardafwijking	5.1	3.1	paden

Trossnoei

Tabel D5 Trossnoei

<i>Trossnoei</i>	<i>Van Winden</i>	<i>Schenkeveld</i>	<i>Eenheid</i>
Begindatum	4-feb-09	2-jan-09	-
Einddatum	21-okt-09	5-okt-09	-
Totale tijd	5672:28	5854:05	uur
Totaal aantal paden	25433.9	18860.7	paden
Totaal aantal paden (100m)	23818.8	21689.8	paden
Aantal dagen	183	195	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	30:59	30:01	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad (aantal dagen)	0.19	0.18	dag ⁻¹
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.13	0.13	dag ⁻¹ week ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:14	0:16	uur
Minimum	0:41	0:23	uur
Maximum	0:11	0:09	uur
Mediaan	0:13	0:16	uur
Standaardafwijking	0:03	0:02	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	3.9	3.8	medewerkers.dag ⁻¹
Minimum	0.0	0.1	medewerkers.dag ⁻¹
Maximum	7.3	7.2	medewerkers.dag ⁻¹
Mediaan	4.0	4.3	medewerkers.dag ⁻¹
Standaardafwijking	1.4	1.1	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.34	0.38	medewerkers.ha ⁻¹
Minimum	0.00	0.01	medewerkers.ha ⁻¹
Maximum	0.64	0.73	medewerkers.ha ⁻¹
Mediaan	0.35	0.43	medewerkers.ha ⁻¹
Standaardafwijking	0.13	0.11	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker per dag	34.1	30.3	paden
Minimum	11.5	20.1	paden
Maximum	41.0	52.8	paden
Mediaan	34.6	28.8	paden
Standaardafwijking	4.5	5.8	paden

Oogsten

Tabel D6 Oogsten

Oogsten	van Winden	Schenkeveld	Eenheid
Begindatum	3-nov-08	30-okt-08	-
Einddatum	30-okt-09	29-okt-09	-
Totale tijd	15964:26	14223:22	uur
Totaal aantal paden	30774.4	23084.8	paden
Totaal aantal paden (100m)	28820.2	26547.5	paden
Aantal dagen	198	177	dagen
Gemiddeld aantal uur per dag	80:37	80:21	uur
Gem bewerkingfrequentie per pad (aantal dagen)	0.21	0.25	dag ⁻¹
Gem bewerkingfrequentie per pad (totale periode)	0.11	0.12	dag ⁻¹
	0.80	0.85	week ⁻¹
Gemiddelde tijd per pad	0:35	0:32	uur
Minimum	0:12	0:23	uur
Maximum	2:35	0:51	uur
Mediaan	0:31	0:31	uur
Standaardafwijking	0:19	0:04	uur
Gemiddeld aantal medewerkers per dag	10.1	10.0	medewerkers.dag ⁻¹
Minimum	1.2	0.1	medewerkers.dag ⁻¹
Maximum	20.9	29.7	medewerkers.dag ⁻¹
Mediaan	10.3	9.5	medewerkers.dag ⁻¹
Standaardafwijking	0.3	0.4	medewerkers.dag ⁻¹
Gemiddeld aantal medewerkers per hectare per dag	0.88	1.02	medewerkers.ha ⁻¹
Minimum	0.10	0.01	medewerkers.ha ⁻¹
Maximum	1.83	3.01	medewerkers.ha ⁻¹
Mediaan	0.90	0.97	medewerkers.ha ⁻¹
Standaardafwijking	0.32	0.58	medewerkers.ha ⁻¹
Gemiddeld aantal paden per medewerker	16.0	15.2	paden
Minimum	3.1	9.4	paden
Maximum	38.1	29.7	paden
Mediaan	15.3	15.1	paden
Standaardafwijking	0.4	0.2	paden
Gemiddeld aantal kg geogoste tomaten per uur	481.0	446.0	kg.uur ⁻¹
Minimum	208.3	284.0	kg.uur ⁻¹
Maximum	628.1	634.3	kg.uur ⁻¹
Mediaan	509.3	447.9	kg.uur ⁻¹
Standaardafwijking	95.7	59.9	kg.uur ⁻¹
Gemiddelde tijd per 1000 kg geogoste tomaten	2:12	2:17	uur.1000kg ⁻¹
Minimum	1:35	1:34	uur.1000kg ⁻¹
Maximum	4:48	3:31	uur.1000kg ⁻¹
Mediaan	1:57	2:13	uur.1000kg ⁻¹
Standaardafwijking	0:38	0:19	uur.1000kg ⁻¹

E. Bewerkingsfrequentie

Tabel E.1

<i>Periode</i>	Handeling						<i>Totaal</i>
	<i>Beugelen</i>	<i>Dieven/draaien</i>	<i>Blad verwijderen</i>	<i>Laten zakken</i>	<i>Trossnoei</i>	<i>Oogsten</i>	
1	3.04	4.00	2.31	0.00	2.67	0.00	12.02
2	3.13	4.00	2.74	0.00	2.32	0.00	12.19
3	1.41	4.00	2.95	1.33	3.43	0.72	13.84
4	0.00	4.00	3.85	4.26	4.34	3.31	19.76
5	0.00	4.00	4.25	2.82	4.17	4.53	19.77
6	0.00	4.00	4.05	2.24	4.00	6.33	20.62
7	0.00	4.00	3.78	2.13	4.00	6.68	20.59
8	0.00	4.00	3.99	1.96	4.00	5.42	19.37
9	0.00	4.00	3.70	2.40	4.00	5.48	19.58
10	0.00	3.00	3.30	1.84	2.84	4.03	15.01
11	0.00	1.29	2.31	1.32	0.16	3.18	8.26
12	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	4.30	5.75
13	0.30	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30
Totaal	7.88	43.29	37.23	21.76	35.93	43.97	190.05

<i>Periode</i>	Handeling						<i>Totaal</i>
	<i>Beugelen</i>	<i>Dieven/draaien</i>	<i>Blad verwijderen</i>	<i>Laten zakken</i>	<i>Trossnoei</i>	<i>Oogsten</i>	
1	0.67	2.01	0.51	0.00	0.00	0.00	3.18
2	3.34	4.01	1.00	0.00	2.01	0.00	10.36
3	4.01	4.02	2.16	0.03	4.00	0.00	14.22
4	1.00	4.01	3.03	3.19	4.00	4.37	19.59
5	0.00	4.01	3.34	4.33	4.00	5.27	20.95
6	0.00	4.01	3.21	3.28	4.00	5.04	19.55
7	0.00	4.02	3.86	4.14	4.00	4.61	20.63
8	0.00	4.02	3.72	4.16	3.99	4.34	20.23
9	0.00	4.02	4.03	4.37	4.00	4.02	20.44
10	0.00	2.96	2.44	3.55	3.21	4.01	16.17
11	0.00	0.03	2.26	2.14	0.79	3.98	9.20
12	0.00	0.00	0.89	2.55	0.00	3.80	7.24
13	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	1.69	2.06
Totaal	9.01	37.13	30.44	32.10	34.00	41.14	183.82