SWEEPER - De paprikaplukrobot

Jos Balendonck - Wageningen University & Research

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

AGRO FOOD ROBOTICS

High-tech tuinbouw voor bloemen en groenten is een industriële productieomgeving

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

AGRO FOOD ROBOTICS

Uitdagingen voor een duurzame tuinbouw productie

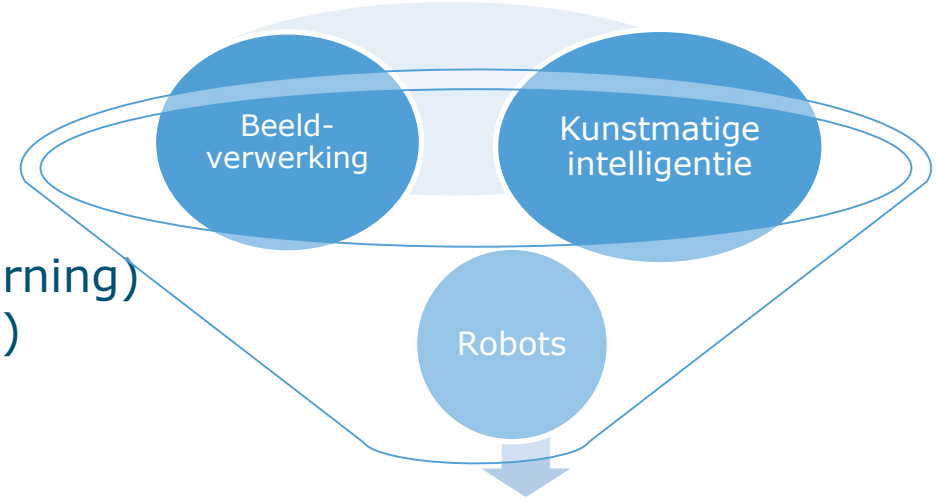
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

AGRO FOOD ROBOTICS

Technologie gaat de teler ondersteunen...

... en die krijgt daarmee een extra set ogen, hersens en handjes.

- **Sensortechnologie**
  - 3D-camera's
  - Hyperspectrale camera's
  - Computer Vision
- **Artificial Intelligence**
  - Machine learning (deep-learning)
  - Big Data (Decision Support)
  - "Augmented Reality"
- **Robotica**
  - Precisie positionering
  - Fijnmechanica (soft hands)

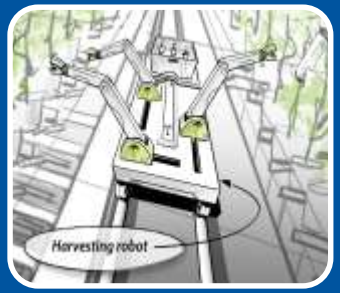


nieuwe toepassingen

Nieuwe toepassingen in de precisietuinbouw

Phenotypering* en monitoring

Productie begrijpen en optimaliseren



Gerobotiseerde teelt

24/7 een getraind teamlid er bij

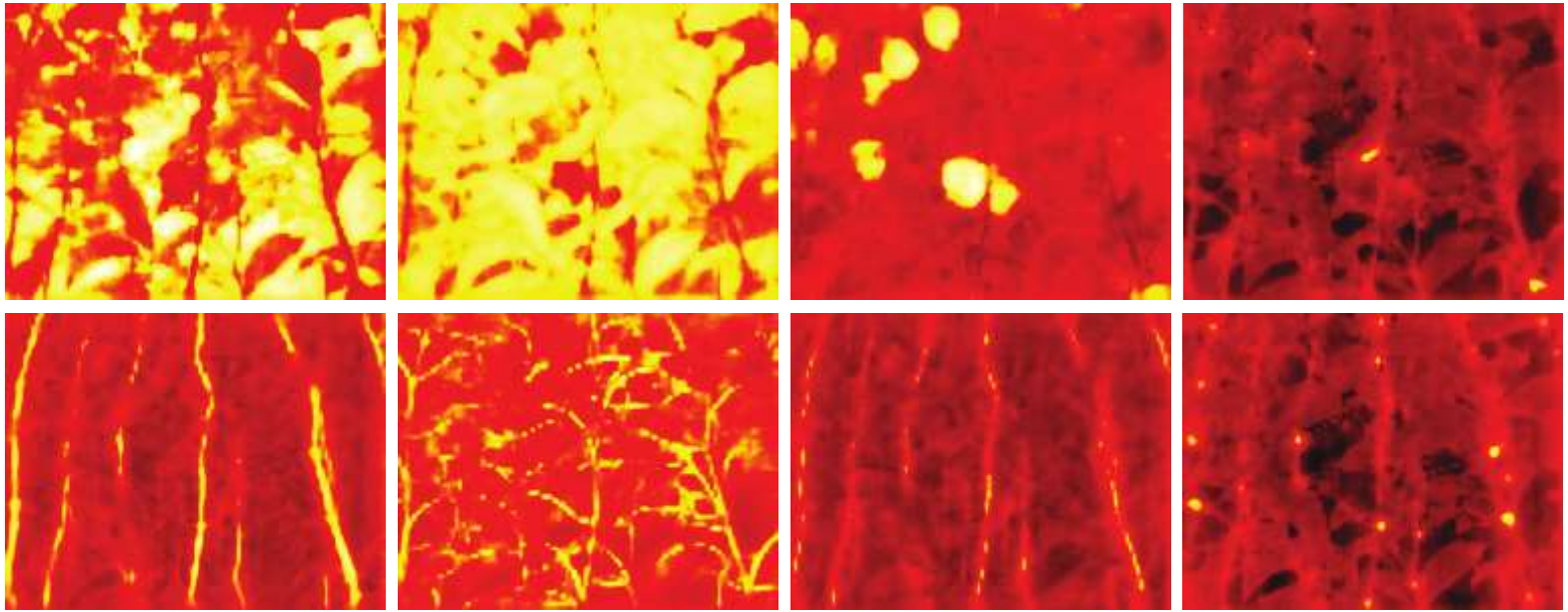
*Gewasphenotypering legt de fysieke en uiterlijke kenmerken van planten vast.
Met precisietuinbouw kunnen we zo de planten op kleinere schaal behandelen.

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

AGRO FOOD ROBOTICS

Innovaties in machine-learning

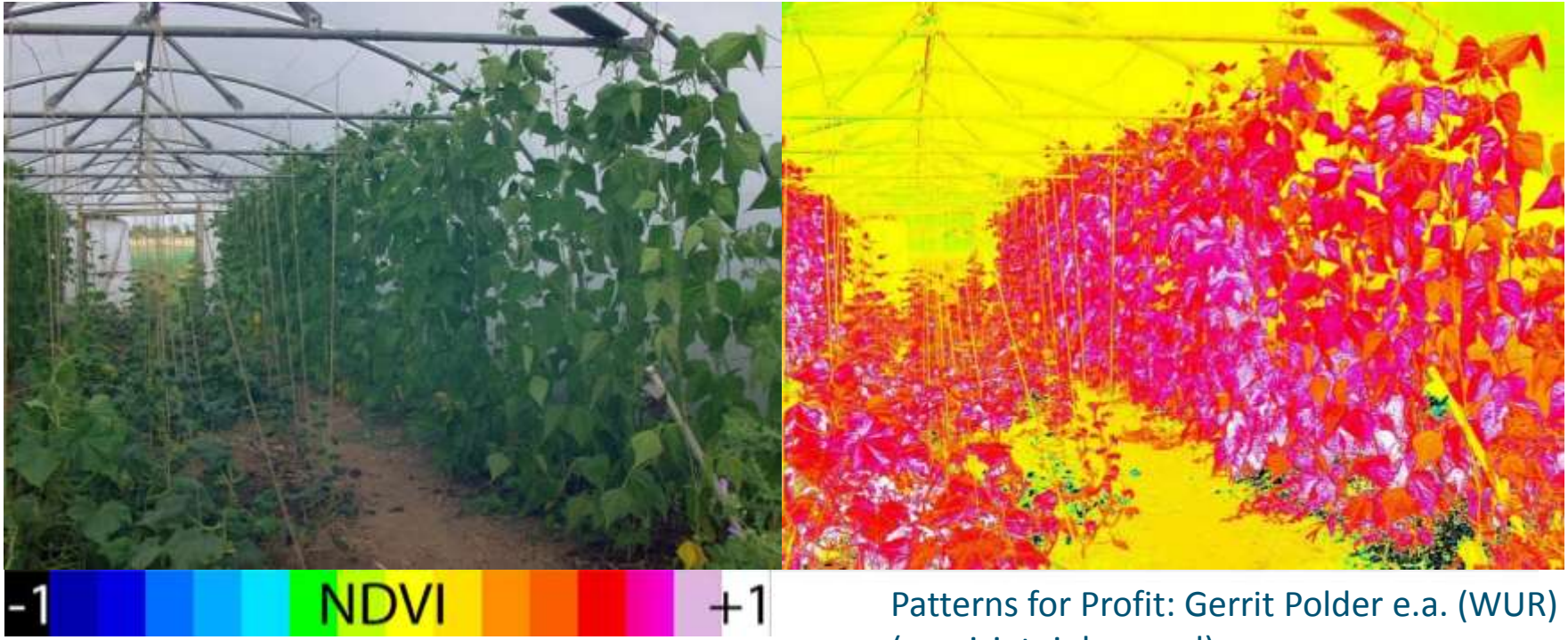
achtergrond | bladeren | paprika's | steeltjes



stengels | bladeren en zijtakken | gewasdraden | snijvlakken

Bron: Synthetic bootstrapping of convolutional neural networks for semantic plant part segmentation. R. Barth, Van IJsselmuiden, Hemming, Van Henten, 2017

Augmented Reality (AR):
Bril voor zichtbaar maken plantgezondheid

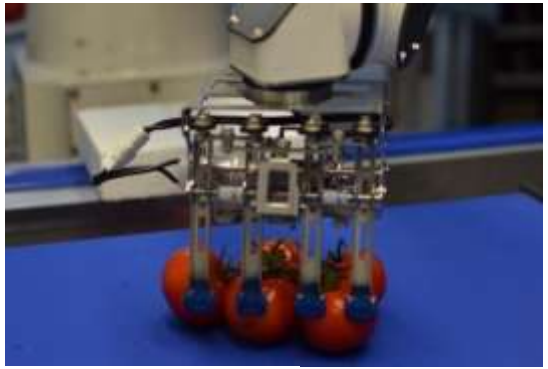


Patterns for Profit: Gerrit Polder e.a. (WUR)
(precisietuinbouw.nl)

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

AGRO FOOD ROBOTICS

“Look-Move-Act”: Precisie positionering



WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

CROPbS

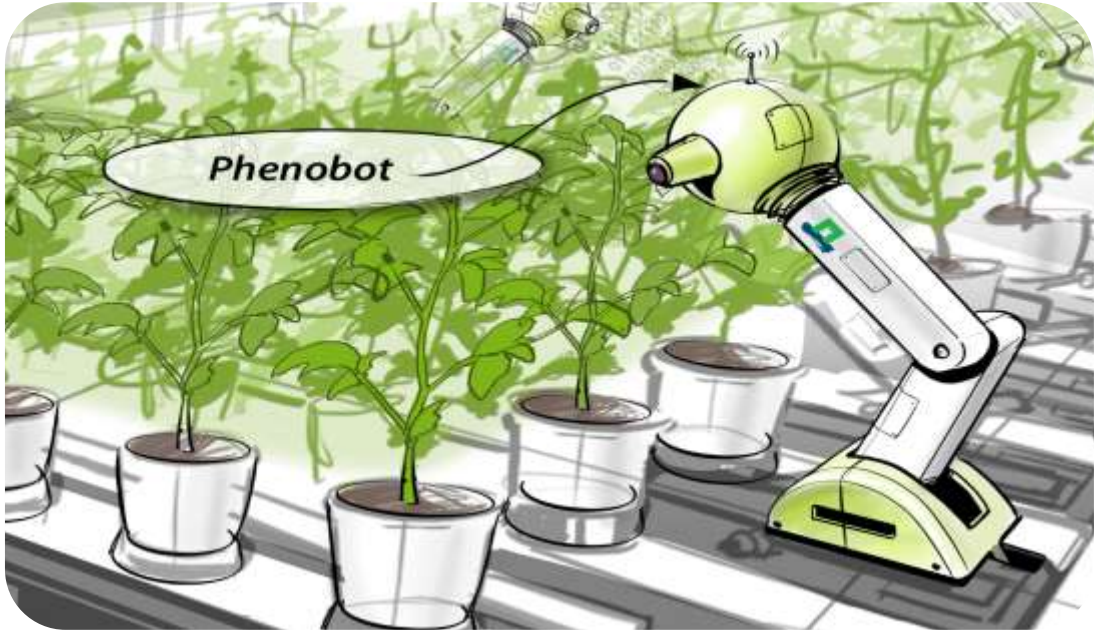
PicknPack

AGRO FOOD ROBOTICS

Automatische detectie gewaseigenschappen

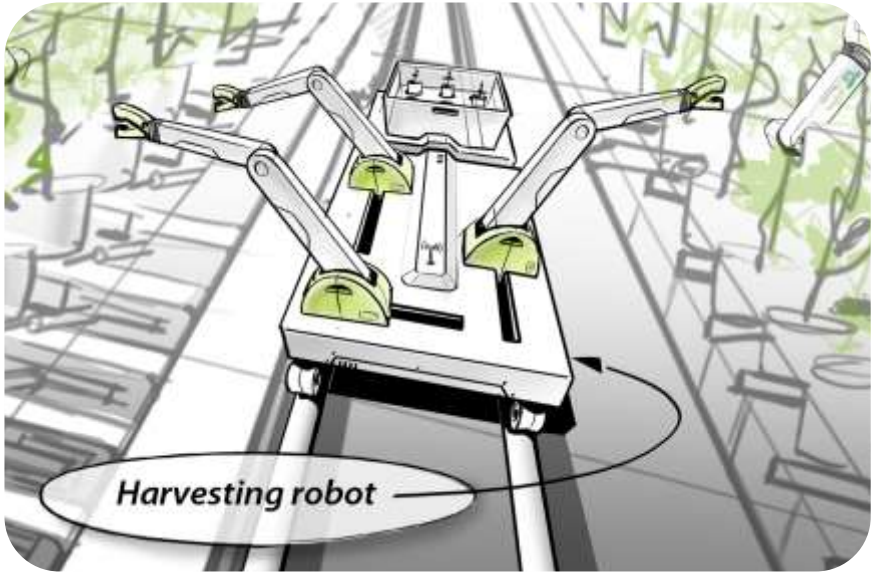
"Hoe meer je weet, des te beter kun je managen"

- Mobiele systemen
- Kenmerken: kwaliteit, vorm, rijpheid en veroudering
- Ziekten en plagen
- Niet-destructief
- Contactloos
- Betrouwbaar, objectief



Gerobotiseerde teelt: “Hands-free production”

- Geautomatiseerde, repetitieve taken (in een heet en vochtig kasklimaat)
- Hygiënische gewasproductie
- Betrouwbare, constante kwaliteit
- Hoge snelheid
- Flexibel en automatisch oogsten, hanteren, verpakken, verwerken en sorteren
- Optimalisatie productie: kosten, kwaliteit en afvalvermindering



Voordelen voor de telers

"Hoe meer je weet, des te beter kun je managen"

- Beter gewasmanagement
- Reductie arbeidskosten
- Optimaal oogsttijdstip en levering
- Selectieve ziekte- en pestbestrijding
- Minder afval
- Automatische kwaliteitssortering
- Toegevoegde waarde

gerberascout.nl

WAGENINGEN UR GLASTUINBOUW CLUB VAN 100

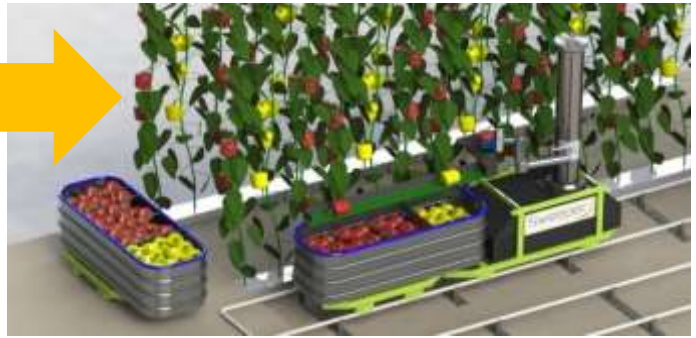
PRECISIETUINBOUW

TOPSECTOR

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

AGRO FOOD ROBOTICS

Paprikaplukrobot SWEEPER



Doel: Eerste generatie oogstrobots voor paprika

Bron: Bogaerts Greenhouse Logistics

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

AGRO FOOD ROBOTICS

Uitdagingen voor gerobotiseerde oogst

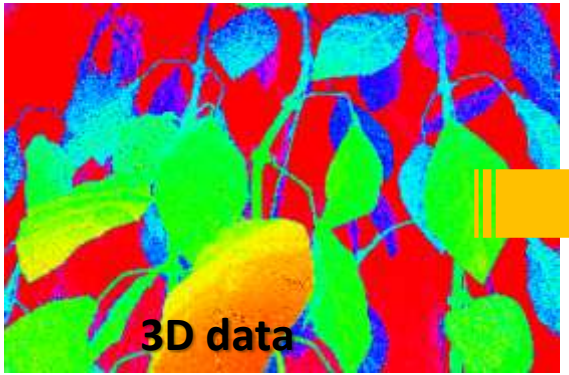
- Ongestructureerde omgeving
  - Kwetsbaar product
  - Beperkte ruimte en zichtbaarheid
  - Clusters van vruchten
- Detectie
  - Paprika's/andere plantdelen
  - Rijpheid
  - 3D positie
  - Andere plantdelen/objecten
- Ontwerpeisen
  - Oogstsucces (~100%)
  - Cyclustijd (<10s)
  - Geen beschadigingen (<1%)
  - Afsnijden bij stengel

Opzet SWEEPER

- Standaard oogstplatform
- Robot arm met 6 vrijheidsgraden
- Lichtgewicht end-effector met:
  - Camera
  - Snijmechanisme (klein)
  - Opvangmechanisme (flexibel)
- Processing power (deep-learning)
- Robotic Operating System (ROS)

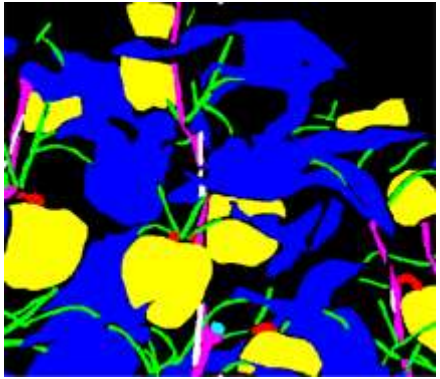
Detectie rijpheid en locatie

- Camera met RGB + 3D in end-effector
- Belichting met intensief LED-flitslicht
- Rijpheid: “kijken van onderen”
- Localiseren bovenkant/steeltje



Oog-in-hand coördinatie en ontwijken obstakels

- Machine learning voor detectie van plantonderdelen
- Trainen algoritmes vergt grote geannoteerde datasets
- **Aanpak:** kunstmatige beelden gebruiken (animatie software)

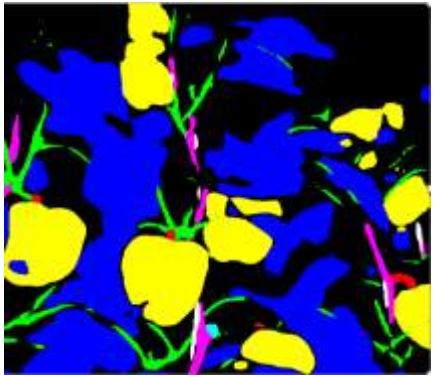


plant model

animatie

synthetische beelden

geannoteerd



resultaat na training

Precisiesturing van de robotarm en snijmes

Volledige film:
sweeper-robot.eu

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

AGRO FOOD ROBOTICS

Resultaten oogstexperimenten

Teeltsysteem	Commercieel gewas
Huidig 2-rijen teeltsysteem	18%

Cyclustijd: 24 s
Gewasbeschadigingen: <14%

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

Resultaten oogstexperimenten

Teeltsysteem	Commercieel gewas
Huidig 2-rijen teeltsysteem	18%

Oogstsucces: 18% (**6%**)
Cyclustijd: 24 s (**106 s**)
Gewasbeschadigingen: <14%

3 - 4 x beter dan CROPS

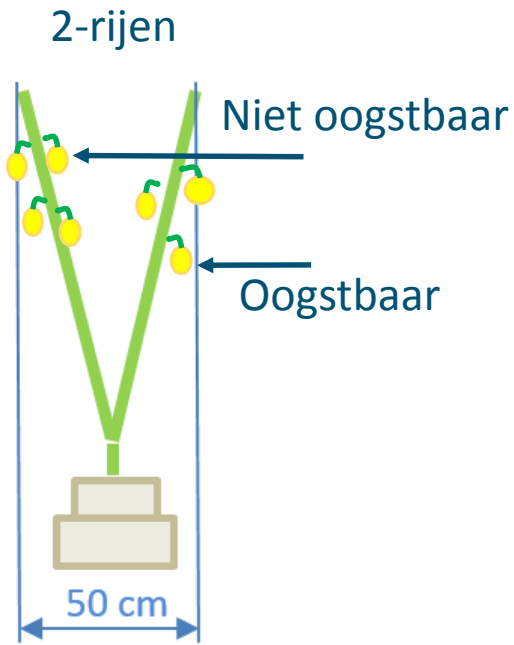
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

Resultaten oogstexperimenten

Teeltsysteem	Commercieel gewas
Huidig 2-rijen teeltsysteem	18%
Toekomstig 1-rij teeltsysteem	29%

teeltinnovaties



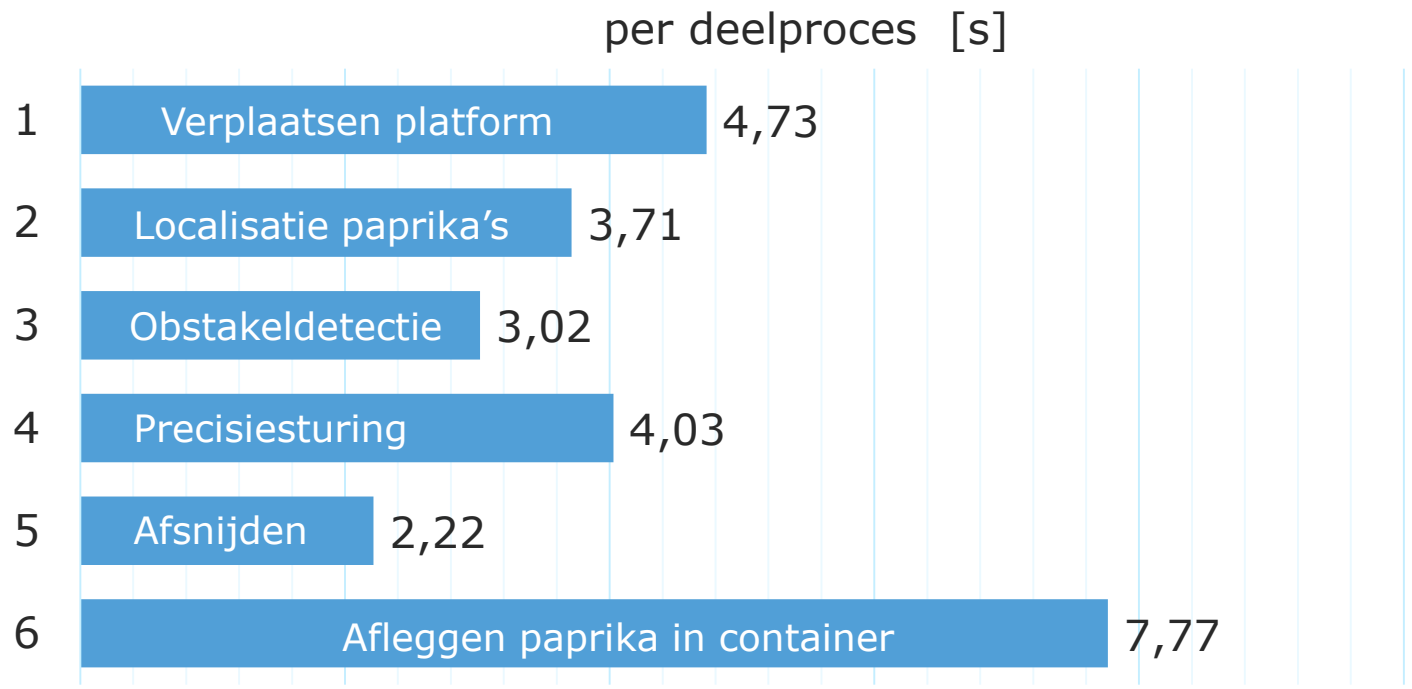
WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

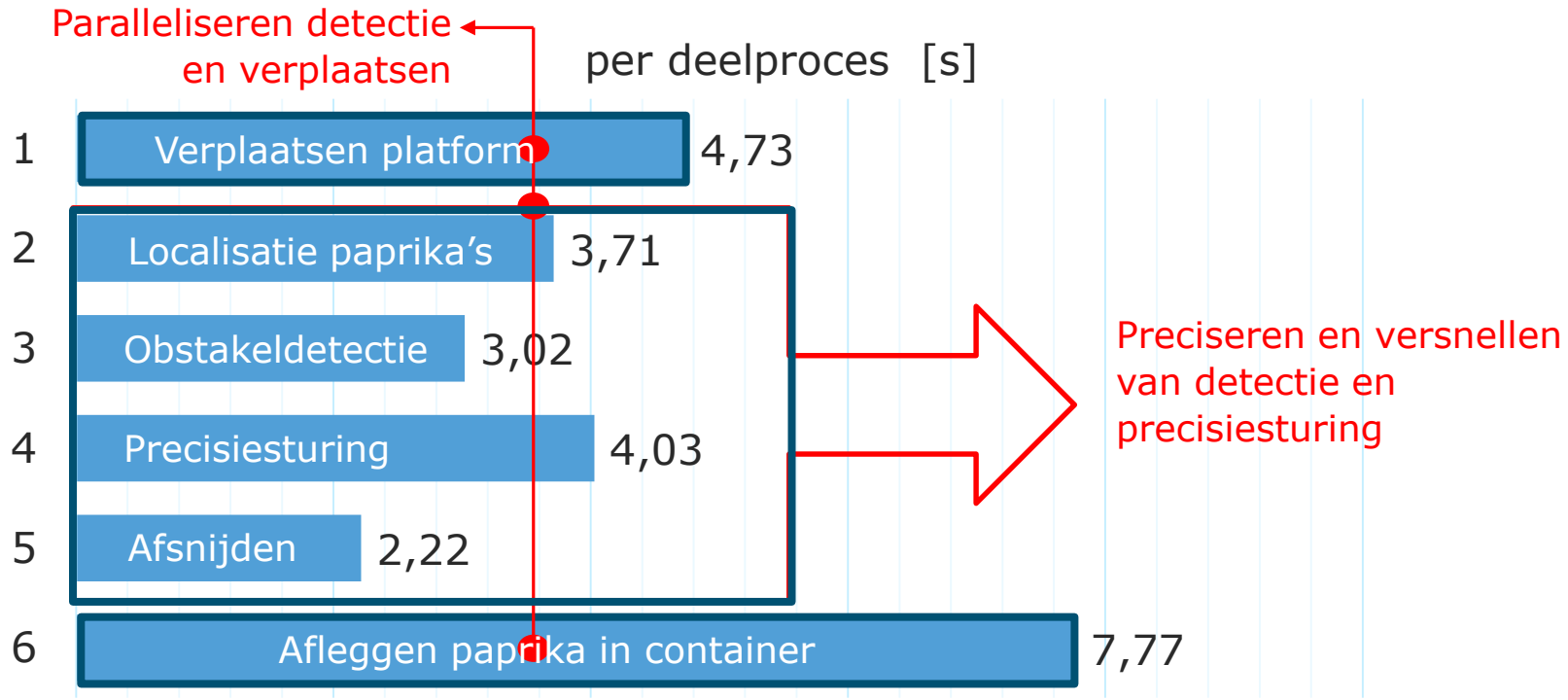
AGRO FOOD ROBOTICS

Robot cyclustijd

Gemiddeld: 24s per paprika



Robot cyclustijd



Aanpassingen gewas

Verwijdering van bladeren die paprika’s grotendeels bedekken

Commercieël

Aangepast

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

ROBOTICS

Aanpassingen gewas

Verwijdering van clusters

Commercieël

Aangepast

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

ROBOTICS

Stappen voor marktrijp maken Sweeper

Teeltsysteem	Commercieel gewas	Aangepast gewas
Huidig 2-rijen teeltsysteem	18%	49%
Toekomstig 1-rij teeltsysteem	29%	61%

Rassen selectie/veredeling

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Sweeper

AGRO FOOD ROBOTICS

Marktverwachtingen

- **Oogstrobots “eenvoudige” gewassen** (2-3 jaar: bv komkommer)
- **Paprikaplukrobot - 50% optie** (3-5 jaar)
  - Versnellen processen
  - Verbeteren detectie en precisiehandeling
  - Inpassen in huidig teeltsysteem (2-rij, robot/mens)
- **Autonome paprikaplukrobot - 100% optie (**5-10 jaar)
  - Aanpassing teeltsysteem (1-rij)
  - Veredeling van paprika voor minder blad/clusters
  - Inpassen in een volledig geautomatiseerde teelt

Conclusies

- Robots openen een nieuw tijdperk voor een duurzame high-tech kasproductie
- Nieuwe technologieën helpen telers aan extra ogen, hersenen en handjes
- Robotica maakt "handsfree" gewasbehandeling mogelijk.
- Een commercieële robot is nabij
- Onderzoek en ontwikkeling moeten nu de handen in elkaar slaan!
- Aan de teler zal het niet liggen: beschikbaarheid arbeid is een groot probleem!

AGRO FOOD ROBOTICS

Bedankt voor uw aandacht

jos.balendonck@wur.nl

sweeper-robot.eu

agrofoodrobotics.nl

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 644313.