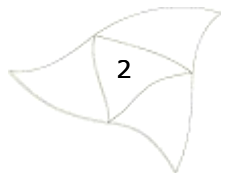




Onderzoek  
met links naar  
stadstuinbouw

# Onderzoeksthema's stadstuinbouw

- Hydrocultuur: teeltsystemen en teeltwijze
- Sluiten van afvalstromen
- Energiebesparing
- Intensieve teelt: belichting, plantbewaking met sensoren





# HYDROCULTUUR BLADGROENTEN

Vergelijking NFT en DFT

# Floating systeem in praktijk



# Vergelijking NFT en DFT MGS in praktijk



# Vergelijking NFT en DFT via proefopstellingen Inagro



NFT: Mobiele goten systeem (MGS)



DFT: Floating system

# Vergelijking NFT en DFT

Eigenschap	NFT	DFT
Groeisnelheid	=	=
Kropomvang	+	- (meer "bolletjes")
Parasitaire ziekten	- (meer smet)	+
Fysiologische ziekten	- (meer rand)	+ (in winter meer glazigheid)
Plagen	=	=
Automatisatie	++	-
Ruimtebenutting	+++	+
Kostprijs	--- (duur)	+ (zelf te maken)

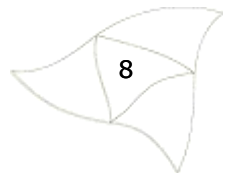


# Beheersing van rand

IWT project: randpreventie

mogelijk door hoge RV 's nachts

(Ca voorziening jonge bladeren via worteldruk)





# Proef randbeheersing

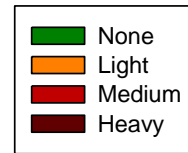
Teelt: 31/01 – 9/04

- Control = RH < 85%
- Spraying = RH > 85%

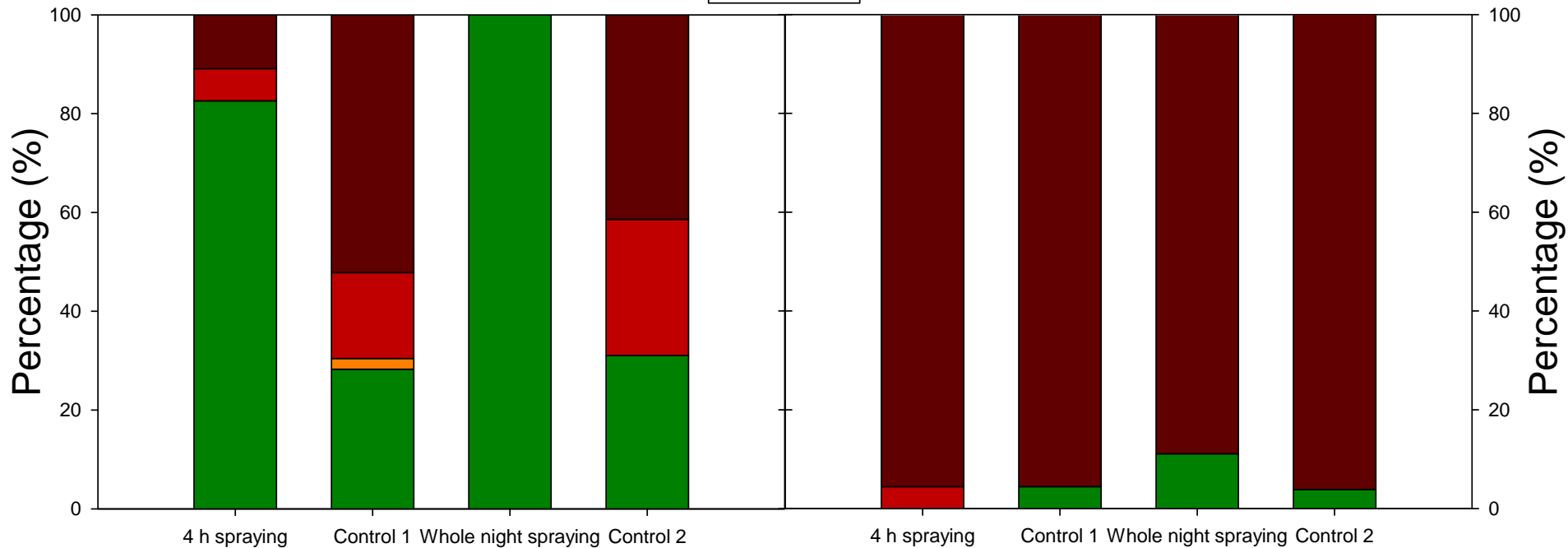


Tipburn occurrence on 2 april

## Gardia



## Hofnar



# IWT project Bremia

## Study of epidemiology



### Spread, germination and penetration of conidia

#### Spread:

- at decrease of RH
- triggered by light

#### Germination and penetration:

- **RH  $\geq$  90% for 2 h**
- Optimum: 16°C
- >24°C: strong check

### Growth mycelium within plant

- RH air: less important
- Temperature: determines length of period to sporulation:
  - 20-22°C: 4-5 days
  - 6°C: 24-34 days

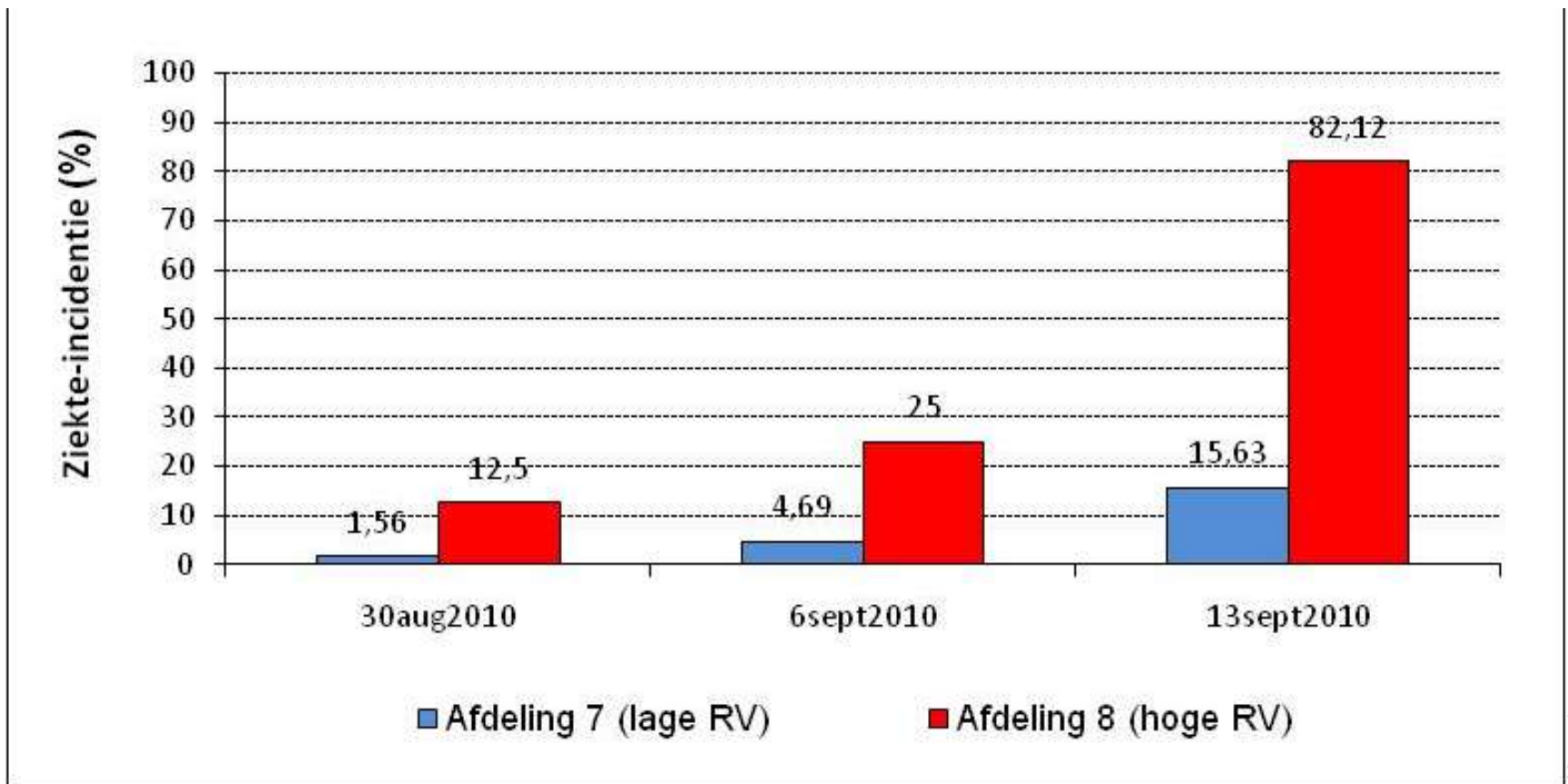


### Sporulation: formation of sporangiophores and conidia

- When: at night
- Leaf wetness:  $\geq$  7u
- **RH  $\geq$  85% for 5 h**
  - optimum: 16°C
  - >24°C: check



# Effect of reduced RH (< 85%) during night on sporulation



# Final integrated control strategy for *Bremia*

## A. Prevention of spore germination

[Assumption: spores are always present]

1. Try to **keep RH < 90%**
2. If RH > 90% for more than 2 hours:
  - apply fungicide within next 4 days
  - Go to step B.



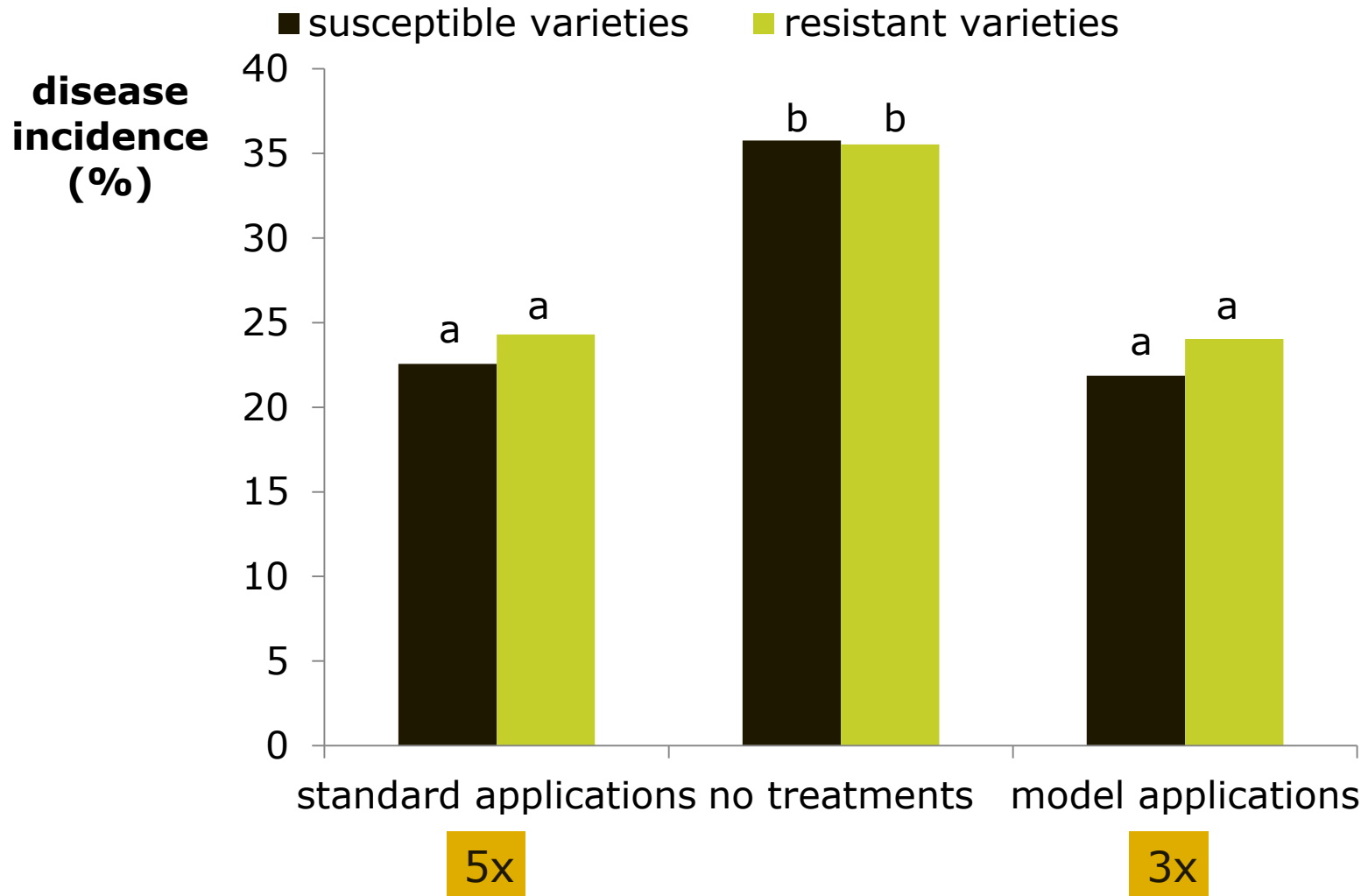
## B. Prevention of sporulation

Starting at 6 days after possible spore germination

1. Try to **keep RH < 85%**
2. If RH > 85% for more than 5 hours:
  - apply fungicide as soon as possible



# Validation of the IPM strategy in greenhouse experiment



# Proef beheersing rand en Bremia

Teelt: 31/01 – 9/04

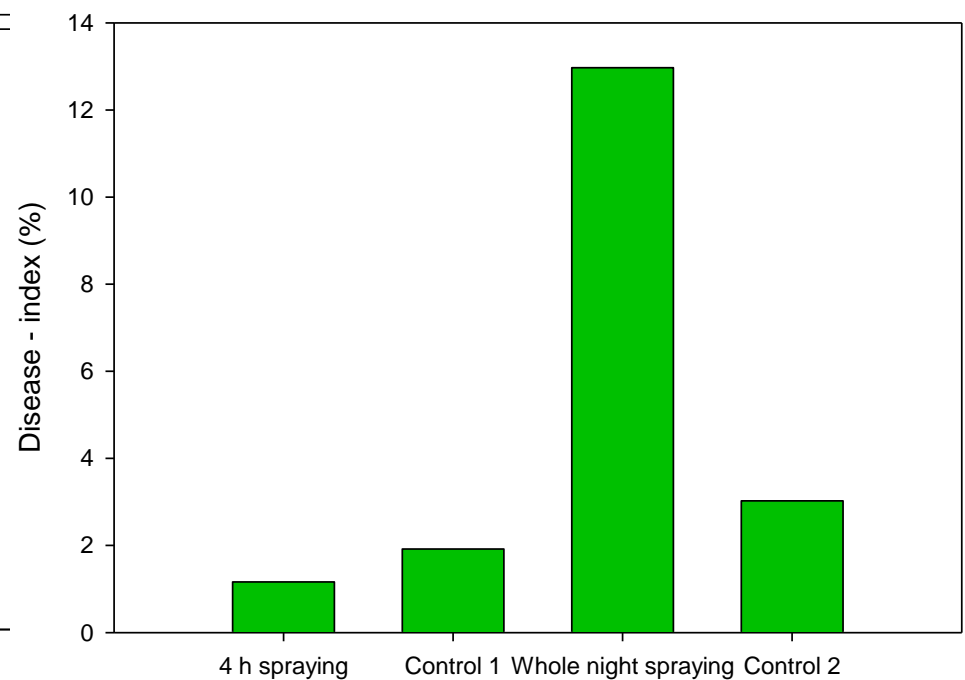
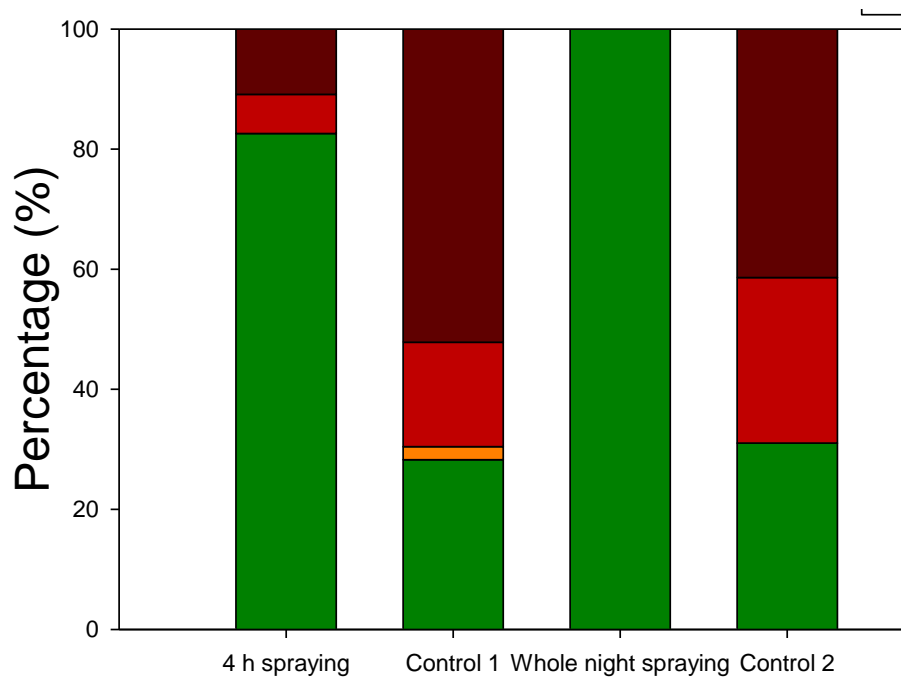
- Control = RH < 85%
- Spraying = RH > 85%



Tipburn occurrence on 2 april

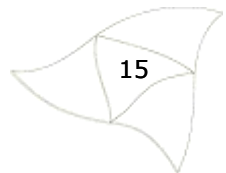
Bremia occurrence

## Gardia



# Hydrocultuur bladgroenten werkpunten

- Ontwikkeling van een optimaal systeem, met beter ruimtegebruik, en goedkoper
- Aanpassing teelttechniek zodat geen inzet van pesticiden meer





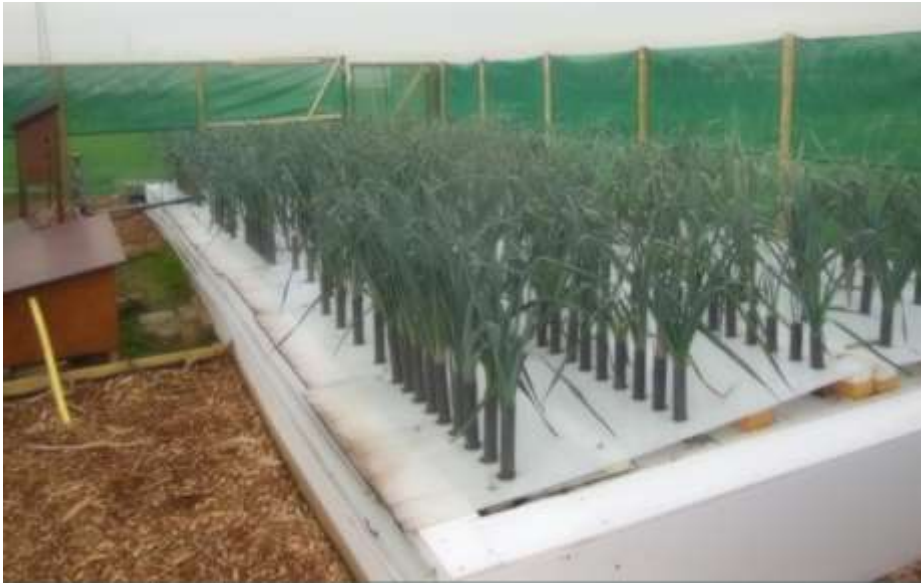
# HYDROCULTUUR PREI



# Hydrocultuur prei teeltsysteem



# Hydrocultuur prei - Eerste resultaten positief



Snelle groei : 24/07/2015 tot 13/10/2015

Goede kwaliteit :

- 192 g/plant
- Lange rechte stengel, ong. 20 cm wit.
- Korte overgang wit/groen
- Diameterklasse 2-3 cm: 54 %; diameterklasse 3-4 cm: 11 %

Quasi geen kuiswerk

# Hydrocultuur prei - Ziekten en plagen

Enkel curatief behandeld

Aantastingen:

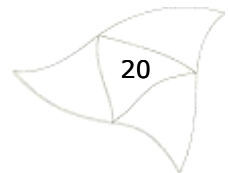
- roest
- Alternaria (beperkt)
- preimot (beperkt)
- thrips



Eén enkele spuitbeurt,  
met Ortiva top, Tebuzip en Mesurol,  
was voldoende om 98,5% Flandria af te leveren

# Hydrocultuur prei - Voordelen

- Hoge kwaliteit: product voor nichemarkten  
(wortels zonder aarde -> export naar Canada/Japan).
- Geen nutriëntenverliezen naar grond/oppervlaktewater
- Minder (misschien zelfs geen) pesticiden nodig
- Verregaande mechanisatie mogelijk
- Grote voorspelbaarheid van oogst
- Hoge opbrengst mogelijk  
34,2 ton/ha (netto) aan plantafstand 25 x 25 cm  
nauwere plantafstand mogelijk  
minstens 3 teelten/jaar mogelijk



# SLUITEN VAN AFVALSTROMEN

Aquaponics

Aquaponics

# Hoe duurzaam vis produceren ?

Visproductie is waterverslindend:  
dagelijks 5 à 10% waterverversing !

Oplossing: combinatie met tomaat

- overloopwater vis -> tomaat
- waterbassin tomaat -> vis



## FP7-project

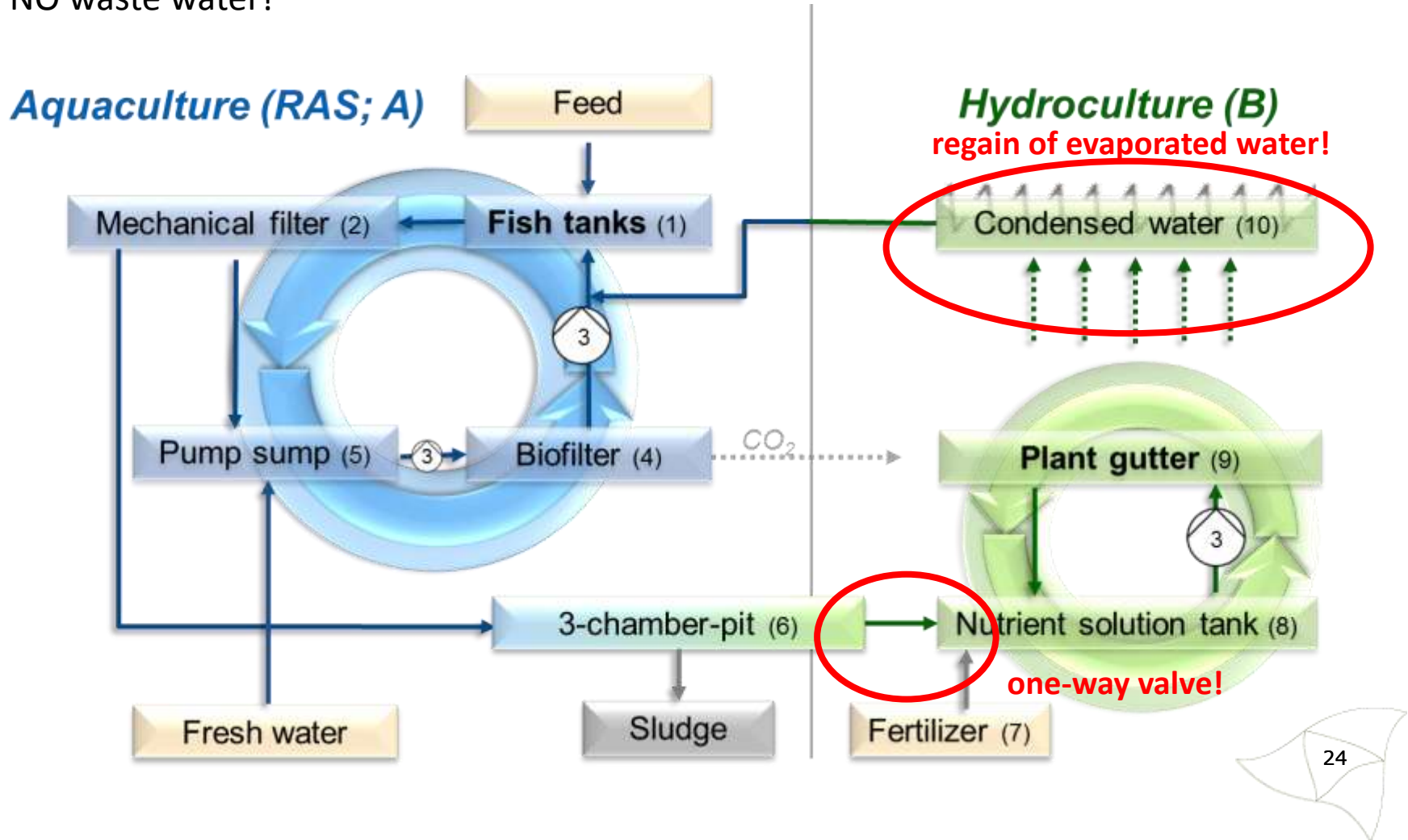
Coördinatie: Leibniz  
Institute of Freshwater  
Ecology and Inland  
Fisheries (IGB)

Partners: Nederland,  
Spanje, Noorwegen,  
China, België



# Hightech INAPRO aquaponic system

- **Double recirculation aquaponic system (DRAPS)** -> optimal conditions for both parts  
Gain in efficiency and economy of water (1-3% vol./day) and nutrients ( $\text{NO}_3$ , P,  $\text{CO}_2$ ),  
NO waste water!





# INAPRO - pilootinstallatie in Abtshagen (D)

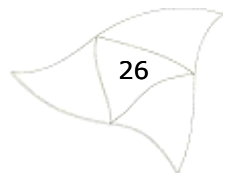


## Aquaponics

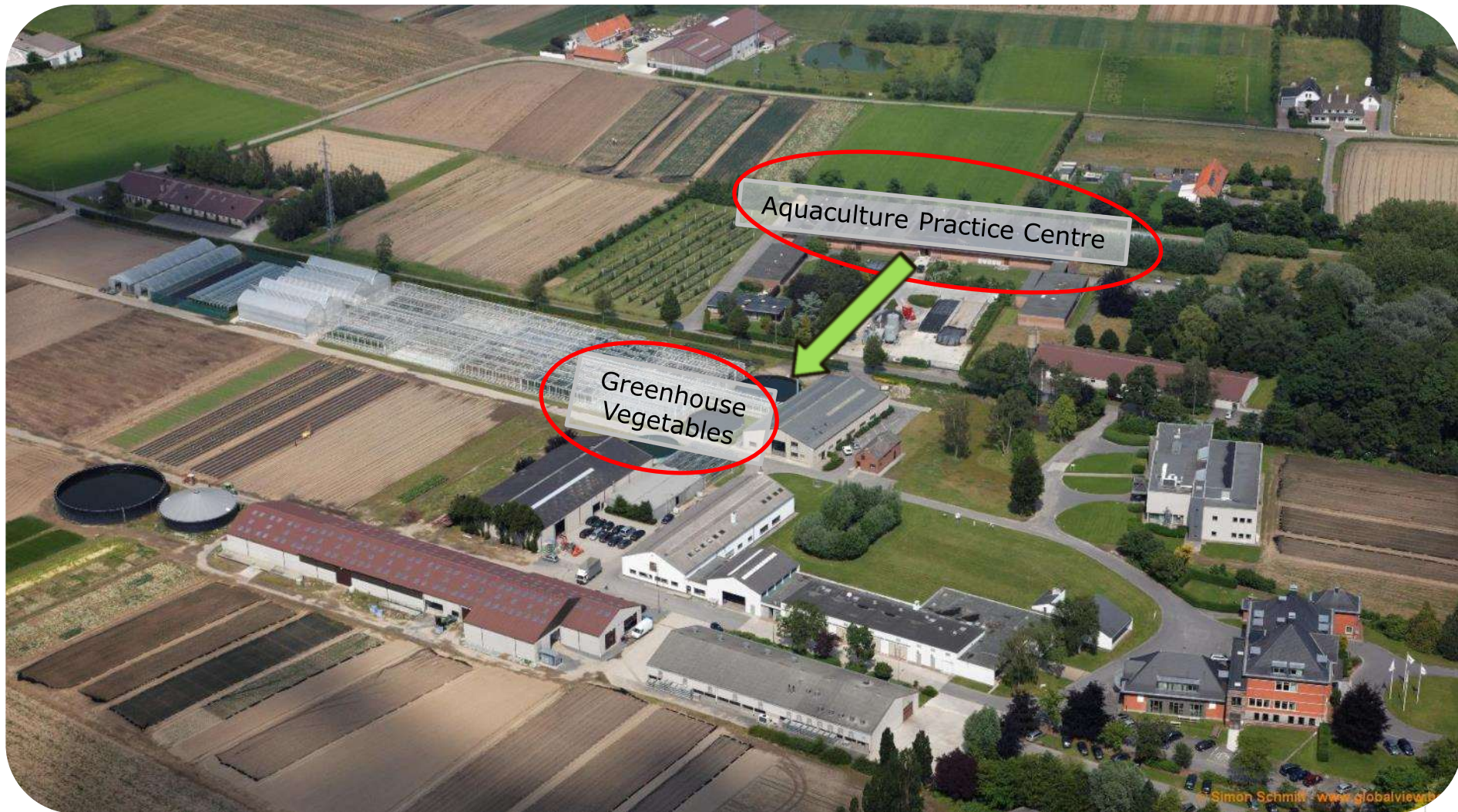
### Task Inagro in WP 4

“This setup can, together with the experimental unit at IGB, deliver system data for the development and test of models and concepts.

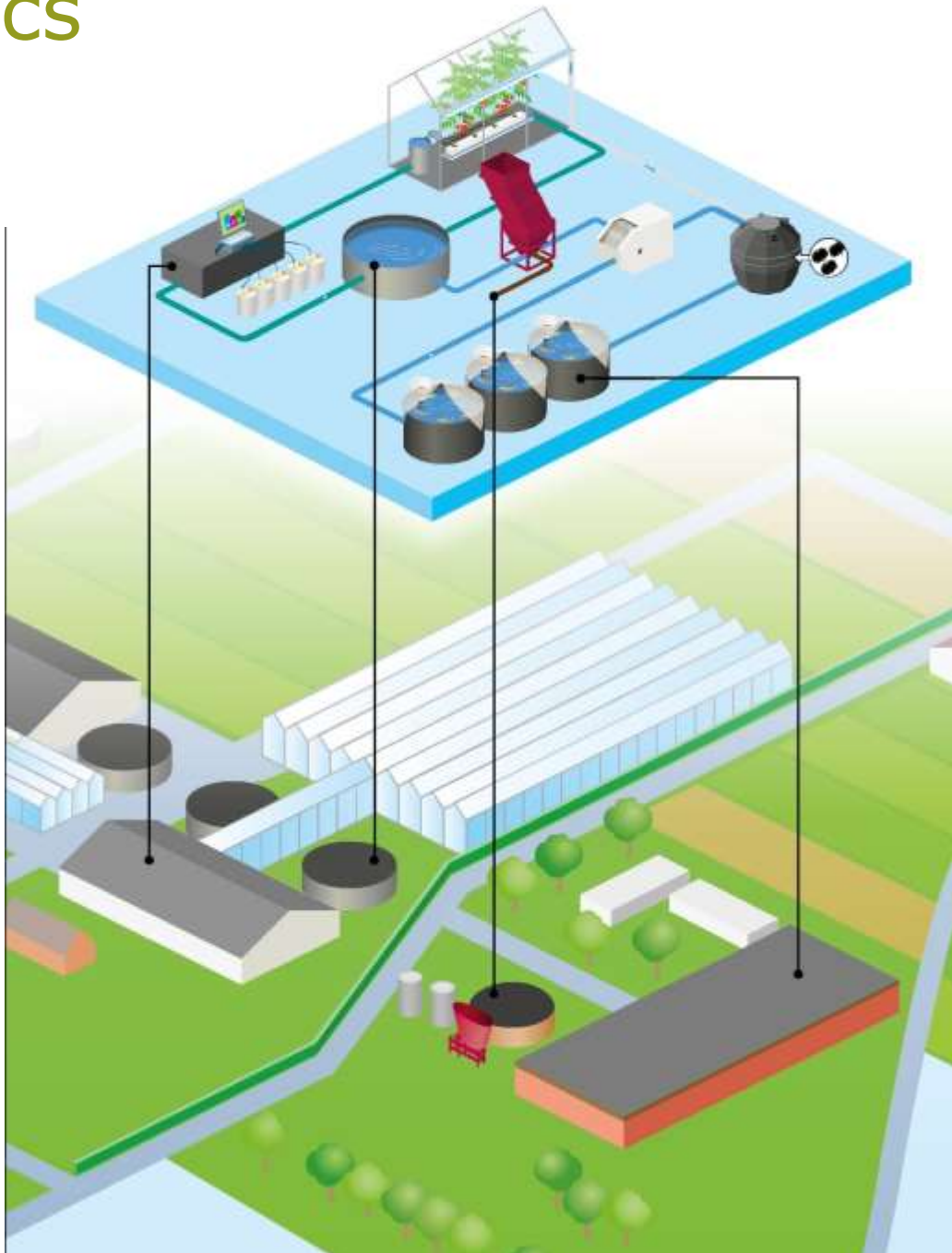
The facility can be run as control before building the 3 other rural farms and can be extended later. “



# Aquaponics realisatie in Inagro



# Aquaponics in Inagro



# Aquaponics

## Characteristics of Inagro aquaculture

### Fish:

pike perch

(*Sander lucioperca*)

Recirculating system (RAS)

### Water source:

superficial well water (5-10 m)

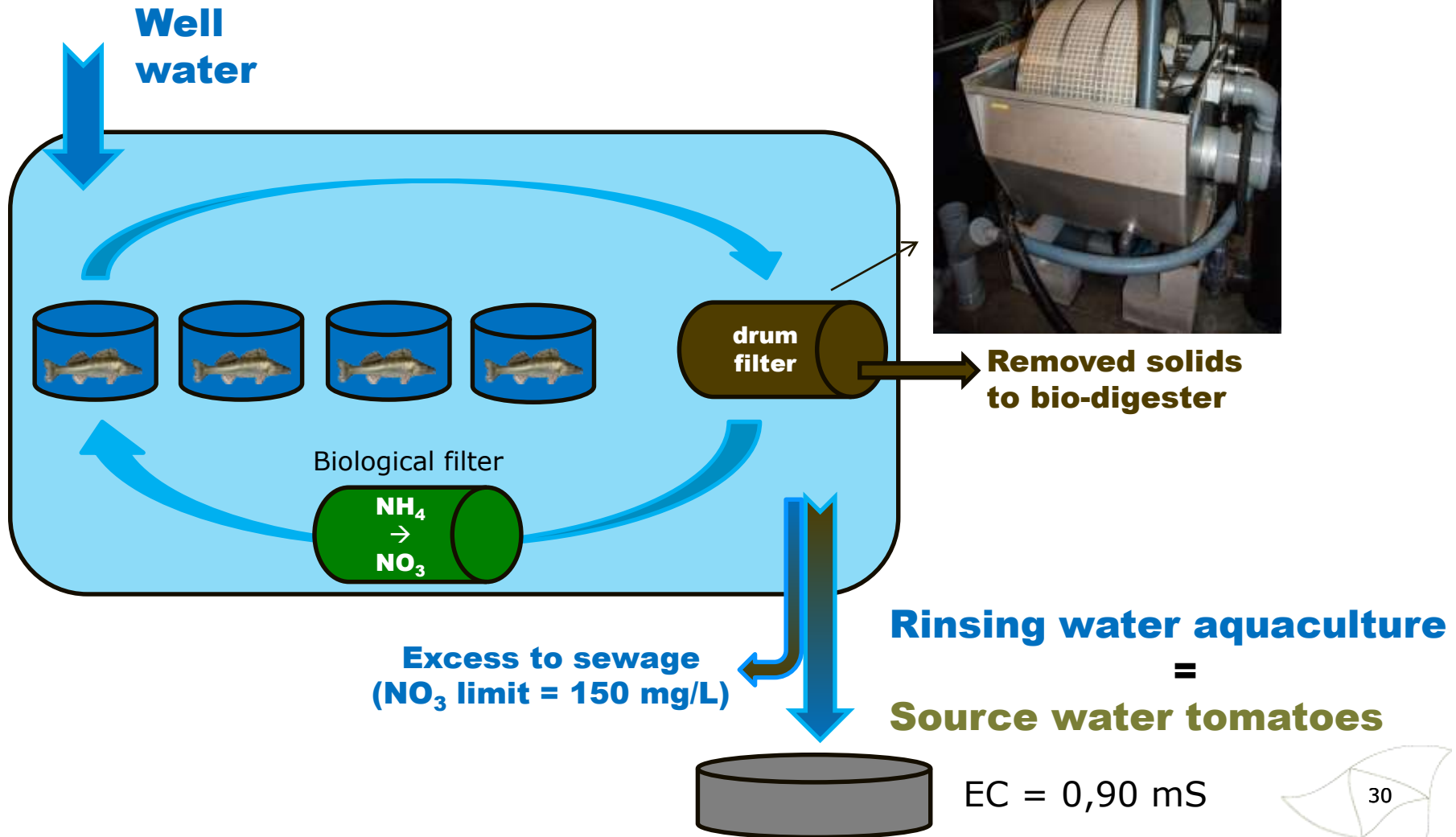
(EC = 0,8 mS/cm

contains Na (25-30 ppm), NO<sub>3</sub> (40 ppm) and Ca (120 ppm)



# Aquaponics

## Details of the Inagro RAS



# Aquaponics Characteristics of the tomato cultivation

Greenhouse compartment of 320 m<sup>2</sup>

Variety: truss tomato Foundation

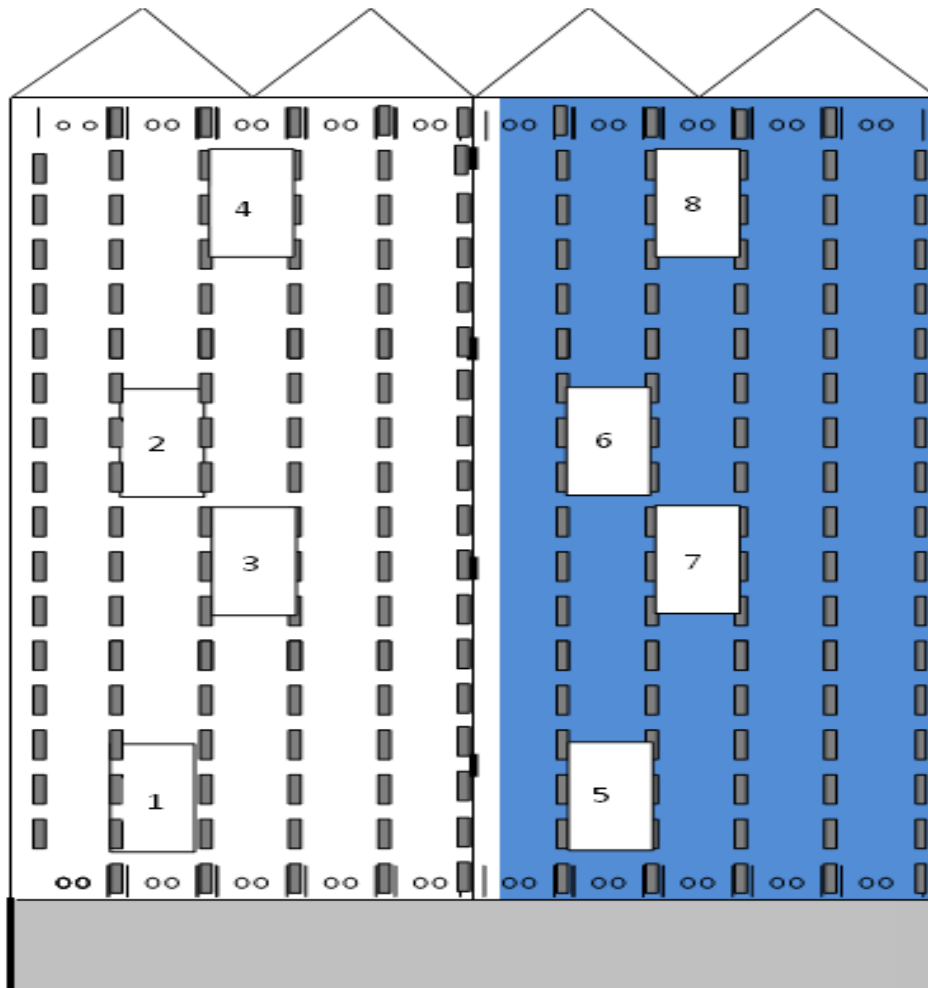
Substrate: rockwool

Reuse of drainage water



# Aquaponics

## Experimental set-up tomato greenhouse



Standard  
nutrient solution

Fish water based  
nutrient solution

Standard nutrient solution:  
made with rain water  
+ 20% tap water

Experimental plots:  
10 plants = 4,4 m<sup>2</sup>

Tomato planting:  
January 6<sup>th</sup>

Start fishwater usage:  
April 3<sup>rd</sup>

Harvest: 30/03 – 4/11



# Fish water: nutrient content

Nutrient	Content (mmol/L)
pH	7,70 – 8,00
NO <sub>3</sub>	0,50 – 2,50
SO <sub>4</sub>	0,80 – 1,35
PO <sub>4</sub>	0,05 – 0,10
K	0,20 – 0,30
Ca	3,00 – 4,40
Mg	0,65 – 1,00

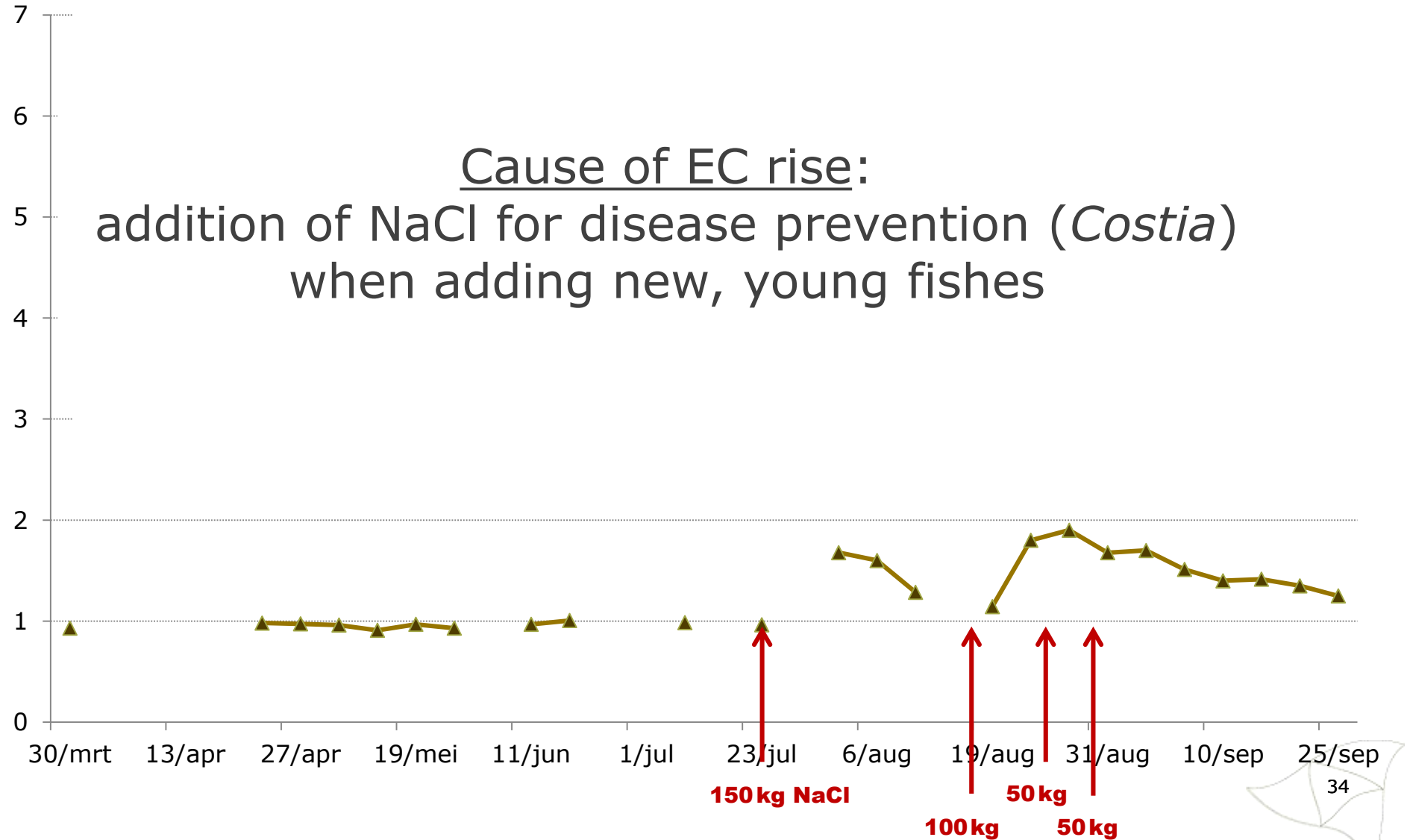


# Aquaponics

## Evolution EC fish water (mS/cm)

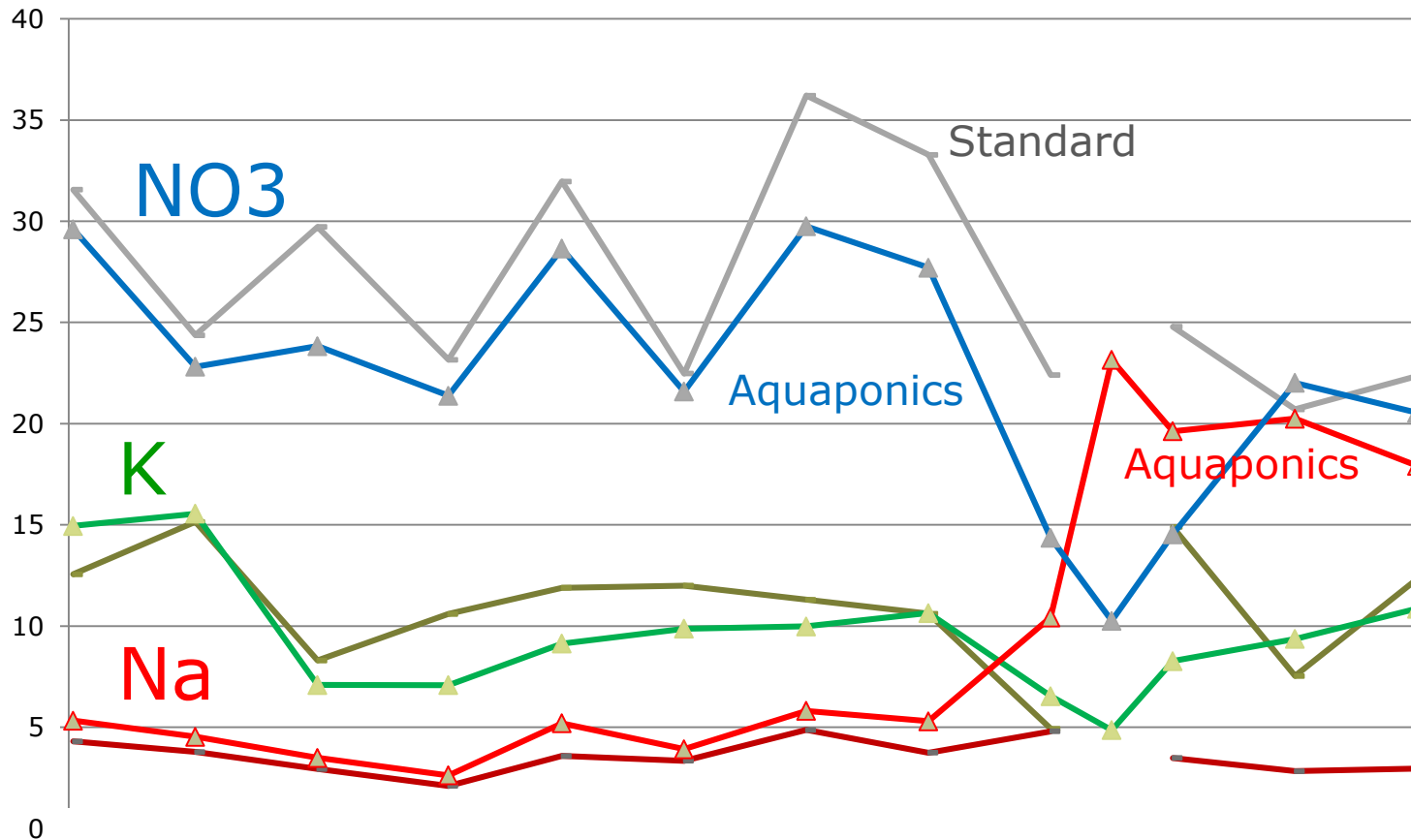
Cause of EC rise:

addition of NaCl for disease prevention (*Costia*)  
when adding new, young fishes



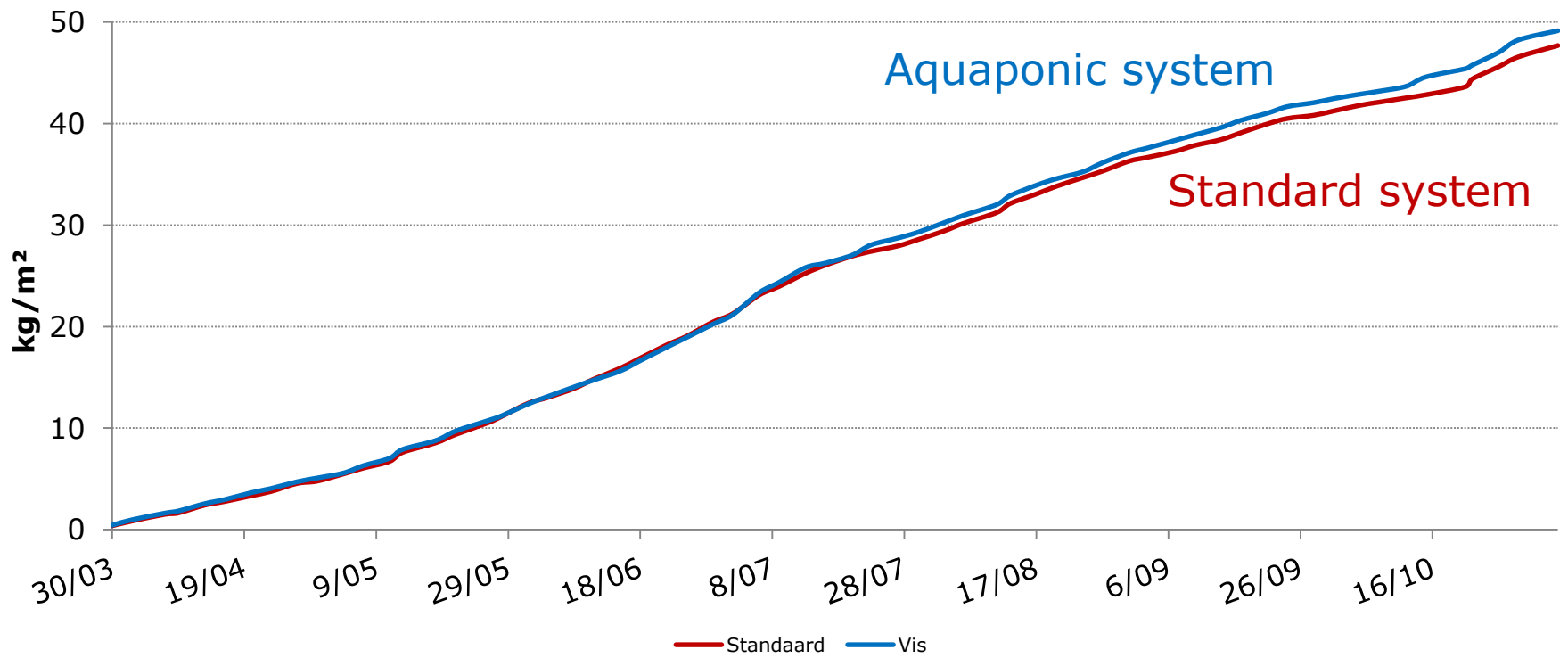
# Aquaponics Evolution $\text{NO}_3$ , K and Na in rockwool slabs

mmol/L



Nutrient content in the slabs was quite equal for both Standard and Aquaponic systems, with exception for Na and Cl

# Tomato yield



# Aquaponics

## Tomato yield and quality

### Yield

- Standard system:  $48,4 \pm 1,71 \text{ kg/m}^2$
  - Aquaponic system:  $49,5 \pm 1,05 \text{ kg/m}^2$
- difference not significant (*t.test*,  $p = 0,7842 - 4 \text{ repl.}$ )

### Blossom end rot

- Standard s.:  $0,36\% \pm 0,19\%$
  - Aquaponic s.:  $0,14\% \pm 0,19\%$
- difference not significant (*t.test*,  $p = 0,2121$ )

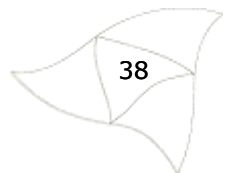


Aquaponics

# Conclusie exp. 2015

Gebruik van restwater vis voor aanmaak voedingsoplossing tomaat is mogelijk mits gebruik van NaCl in de visteelt beperkt blijft.

Zoniet: alternatief nodig voor NaCl !



# SLUITEN VAN AFVALSTROMEN

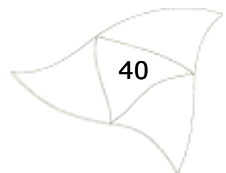
Opname zilte kruiden ?

Sluiten afvalstromen

# nut van zilte kruiden

Opstapelend element bij gesloten  
voedselproductie is vaak Na

Verwijderen uit de waterketen kan  
evt. door teelt van zilte kruiden





Zilte kruiden

# lessen uit Interreg project AquaVlan: zeekraal



Geen NaCl



+ NaCl



# Zeekraal: teelt in 'eb-en-vloed'



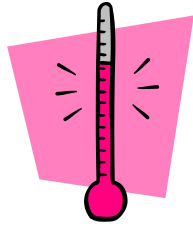
# Zeekraal: vergelijking substraten



# ENERGIEBESPARING

Temperatuurintegratie

# Temperatuurintegratie



- **Uitgangspunt**

Plantengroei plant wordt bepaald door de **gemiddelde temperatuur** over een bepaalde periode, eerder dan door de momentale temperatuur

- **Werking**

Na een warme dag mag de nachttemperatuur dalen onder de ingestelde temperatuur



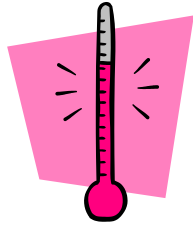
Gemeten temp –  
berekende temp >0



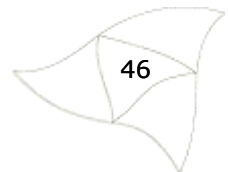
Verwarmingstemp  
's nachts ↓

# Temperatuursintegratie

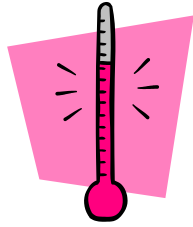
## Proef kropsla winter 2009-2010



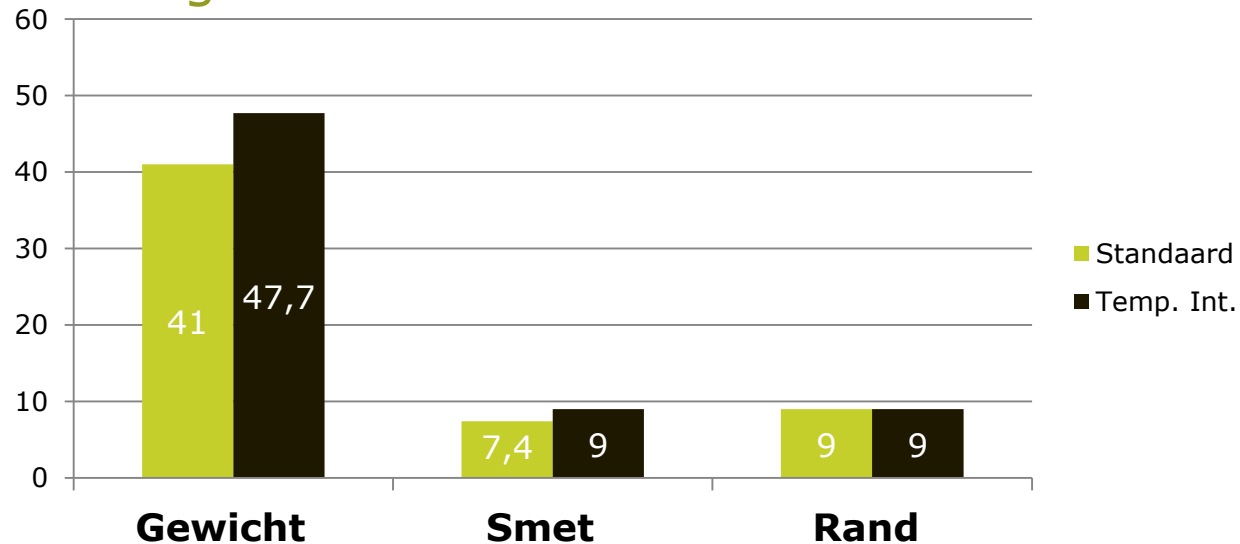
- **Instelling:**
  - Verwarmingstemperatuur:
    - Dag: 7°C
    - Nacht: 6°C
  - Integratieperiode : 3 dagen
  - Maximale negatieve compensatie: 4°C
  - Na een warme dag mag de 'opgespaarde warmte' gebruikt worden om de temperatuur tijdens de nacht te laten dalen tot minimum 2°C (6°C – 4°C )
- **Opmerking:**
  - geen calorimeters aanwezig



# Temperatuursintegratie Proef kropsla winter 2009-2010



- Waarnemingen:



- Besluit

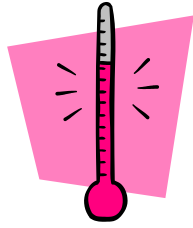
Temperatuursintegratie leverde :

- een zwaarder en gezonder gewas.
- energiebesparing (lagere nachttemperatuur)

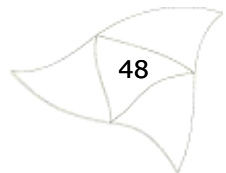
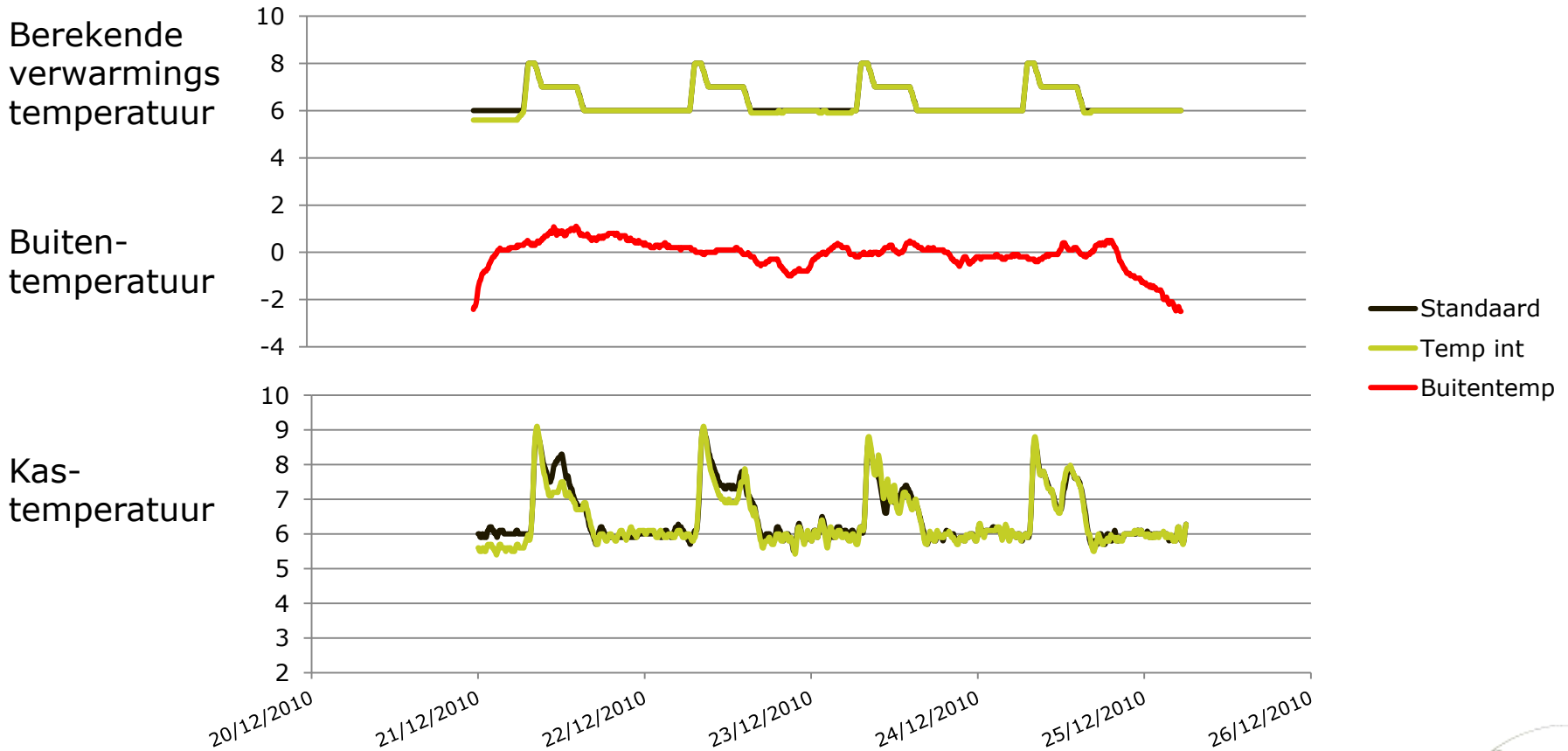


# Temperatuursintegratie

## Proef late herfst 2010-2011



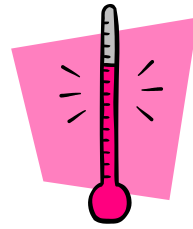
- Koude periode – geen compensatie



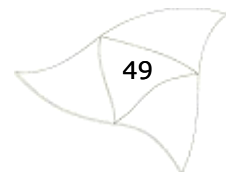
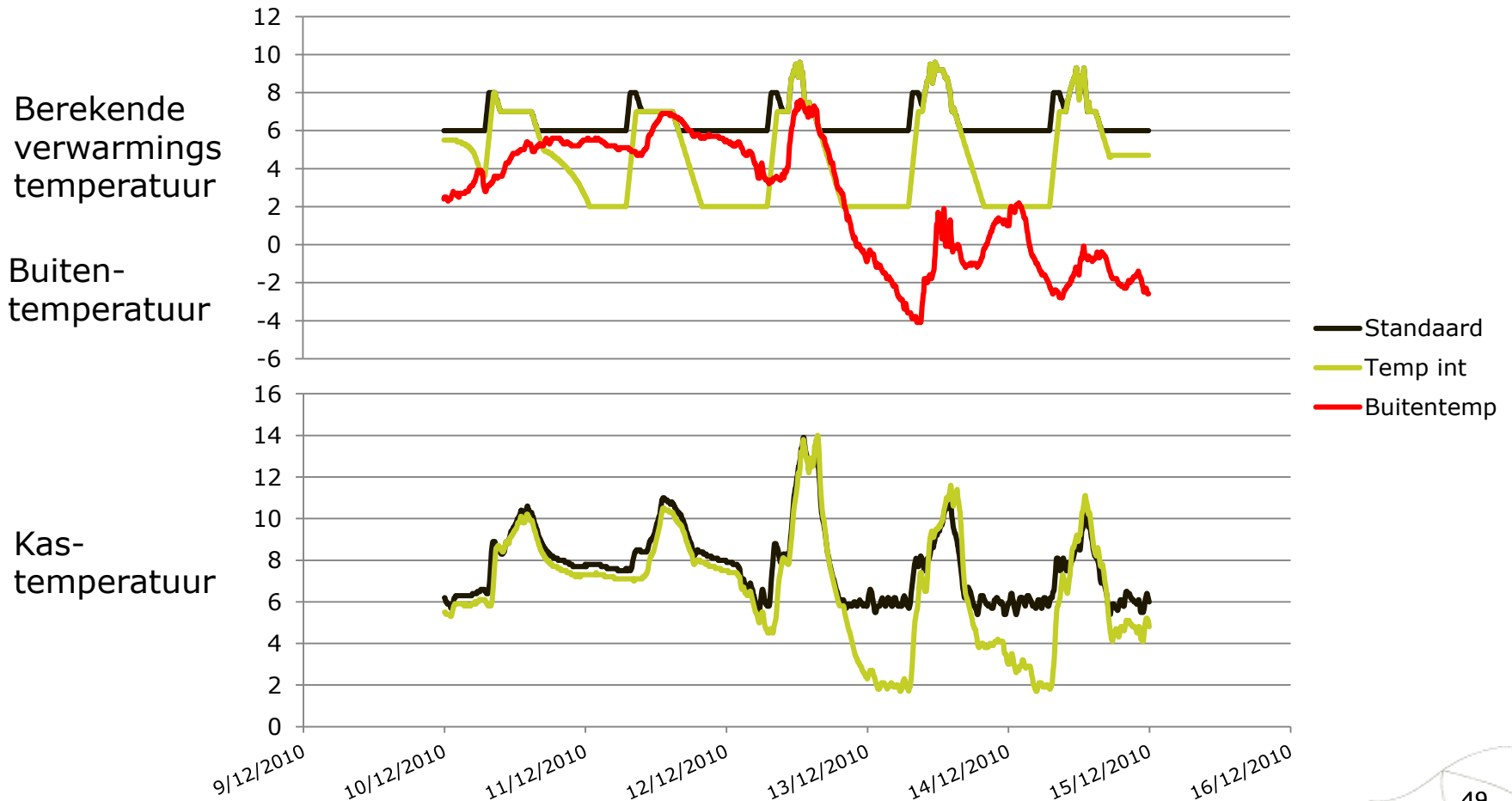


# Temperatuursintegratie

## Proef late herfst 2010-2011

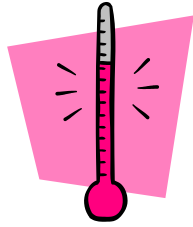


- **Warme periode**

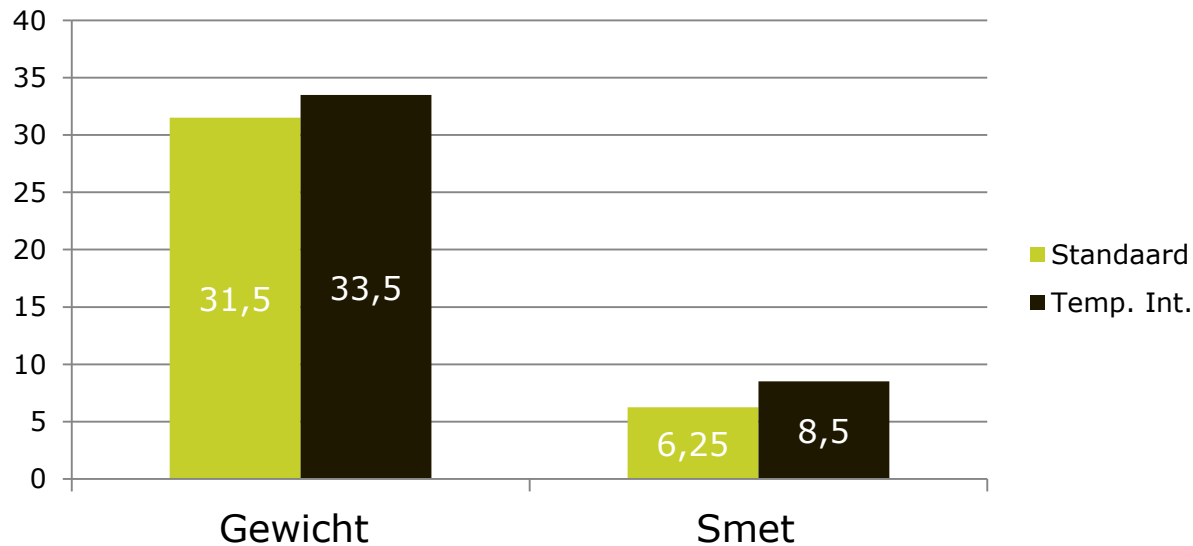


# Temperatuursintegratie

## Proef late herfst 2010-2011

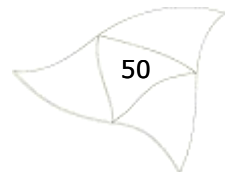


- Teeltresultaat (tussentijds)



Energiebesparing:  $\pm 13 \%$

(Gelijkaardige proef in PCG: energiebesparing 19 %)





# ONDERZOEK IVM ARTIFICIËLE BELICHTING

# Onderzoek ivm artificiële belichting

- Hydrocultuur kropsla:  
vgl Son-T met LED
- Aardbei: vervanger gloeilamp ?



# Aardbei

vgl. van verschillende types stuurlicht



Aardbei - Vgl types stuurlicht

# Proefopzet

Vroege voorjaarsteelt: plantdatum 21/12/2015

2 rassen : Sonata en Clery

4 types stuurlicht

- Gloeilamp
- Spaarlamp
- LED Philips Greenpower
- LED Philips Euroshop

Oogst: 16/03/2016 t.e.m 29/04/2016



Aardbei - Vgl types stuurlicht

# Lampkarakteristieken

Type lamp	Lumen	Kelvin	Verbruik op verpakking (W)	Gemeten verbruik in serre (W)
Gloeilamp	1340	2700	100	92,80
Spaarlamp	1140	2700	20	21,11
LED Philips Greenpower			18	16,88
LED Philips Euroshop	470	2700	6	7,56

Start belichting: 29/12/2015

Einde belichting:

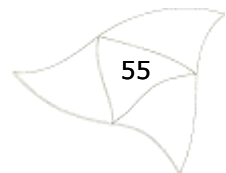
LED Philips Greenpower en gloeilamp: 10/02/2016 <sup>1</sup>

Spaarlamp en LED Euroshop: 18/02/2016 <sup>2</sup>

OPM:

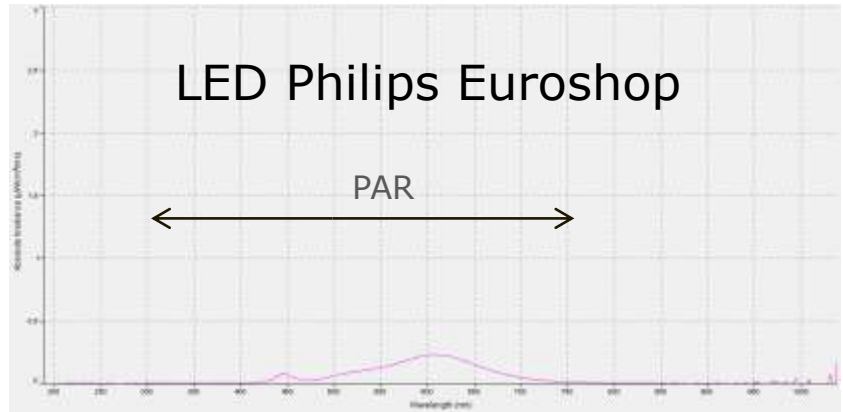
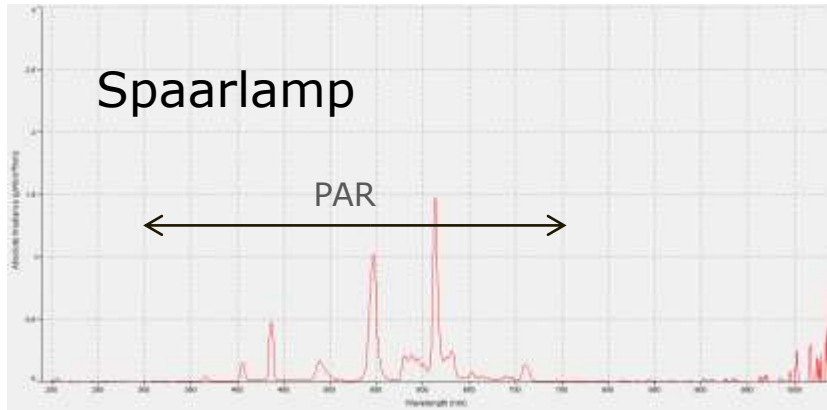
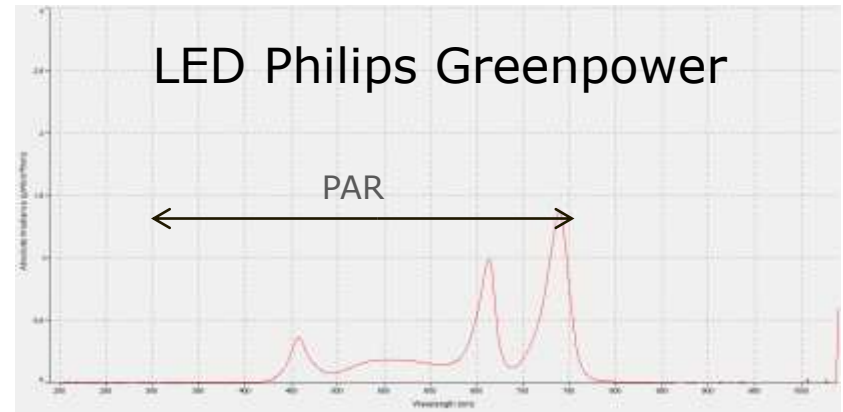
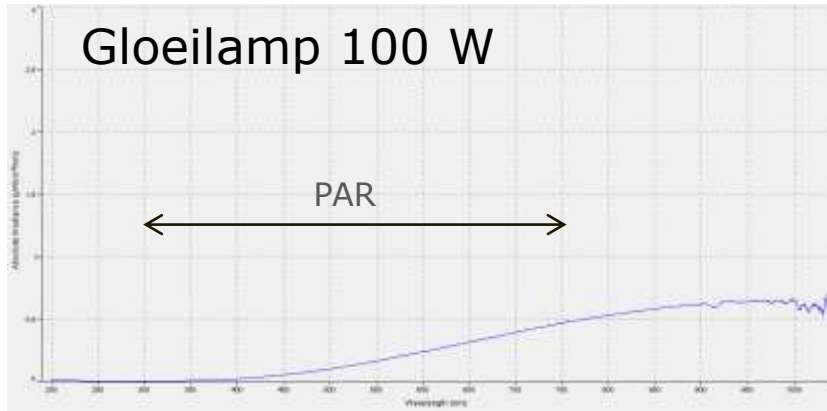
<sup>1</sup> 29/12/2015 -28/01/2016: continu, daarna cyclisch (17u30-08u00 (30 min))

<sup>2</sup>: continu



# Aardbei - Vgl types stuurlicht

## Lichtspectra



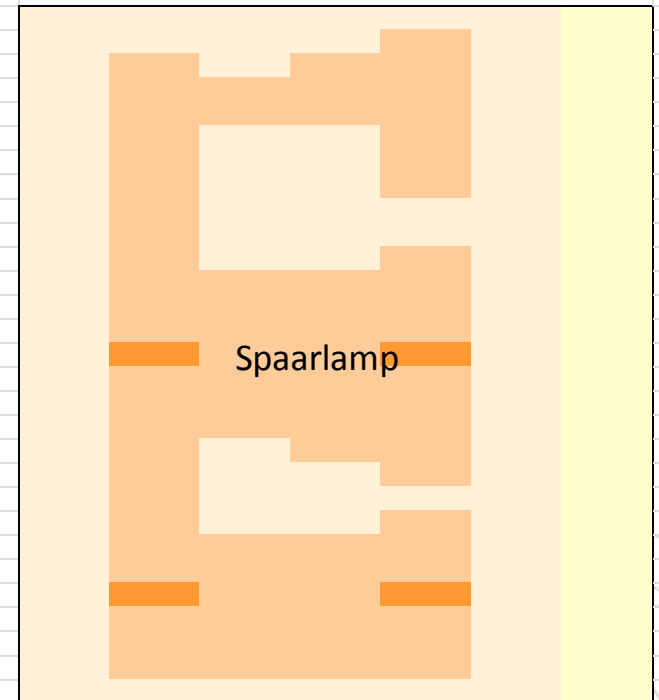
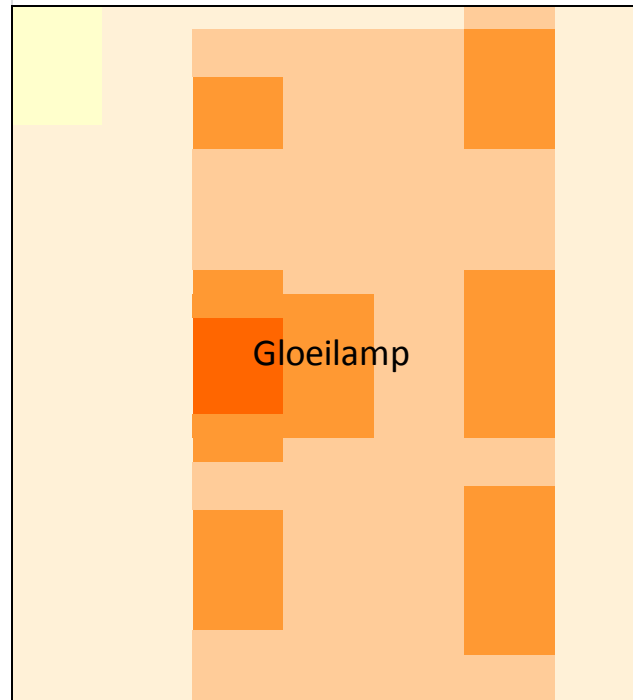
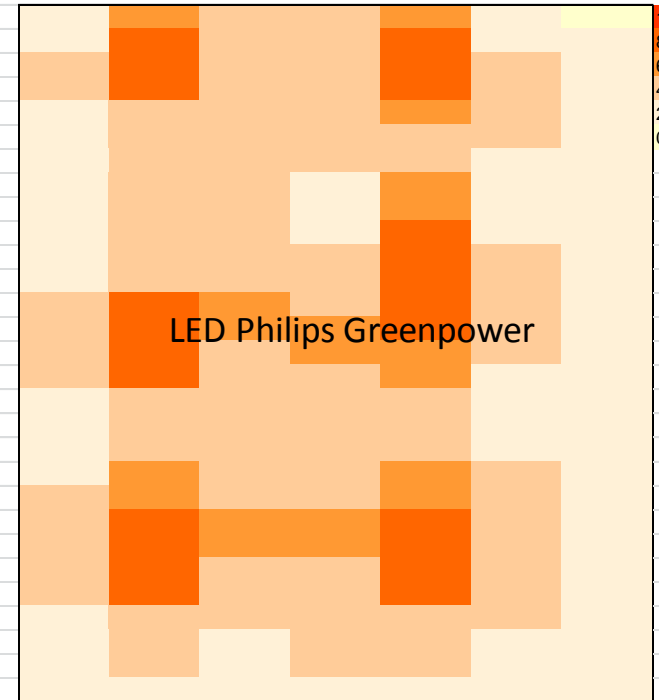
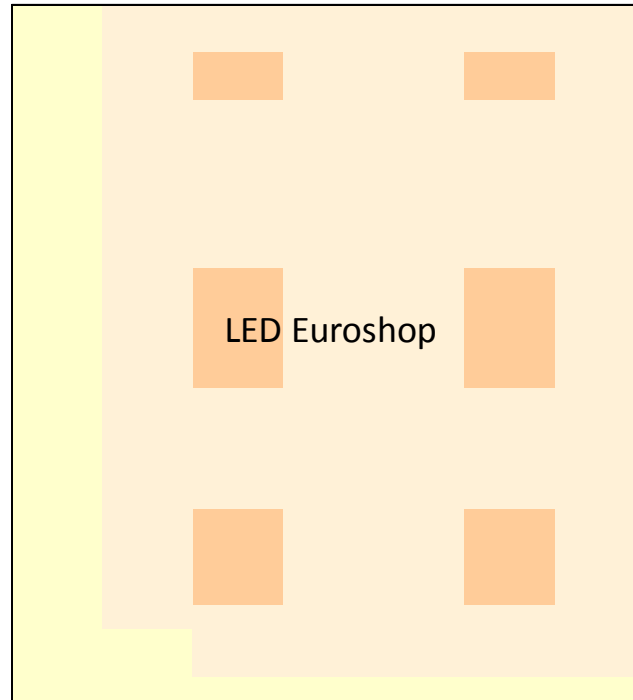


Aardbei –  
Vgl types stuurlicht

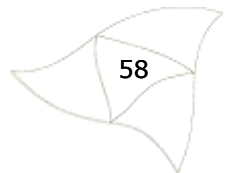
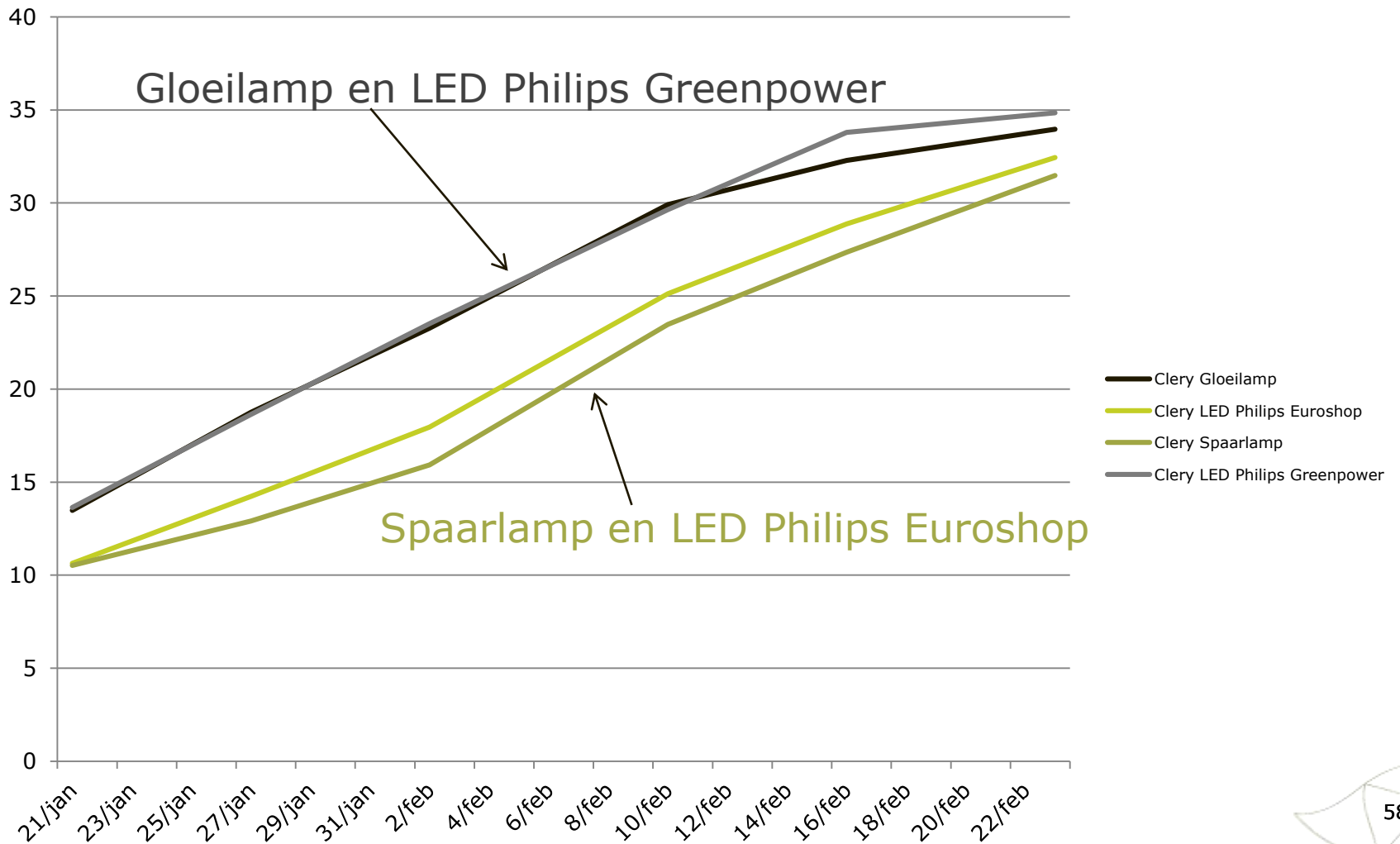
# Intensiteit Spreiding

PAR straling  
( $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ )  
Gemeten in serre  
ter hoogte van  
gewas (t.o.v 1,00  
 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ )

Hoogte lamp-gewas:  
+/- 1,80 m

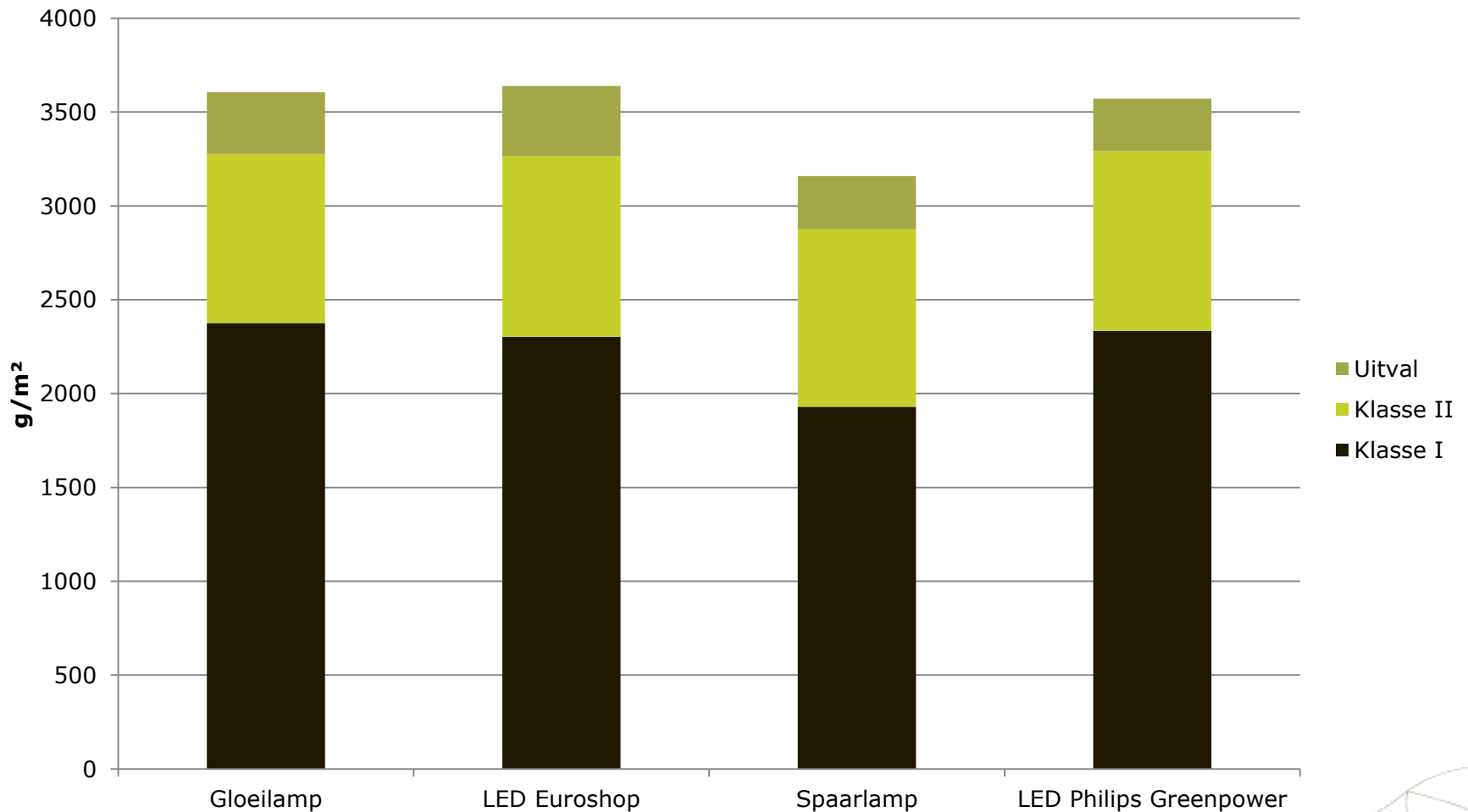


# Evolutie gewashoogte Clery



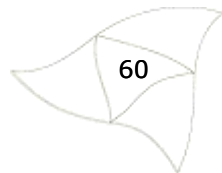
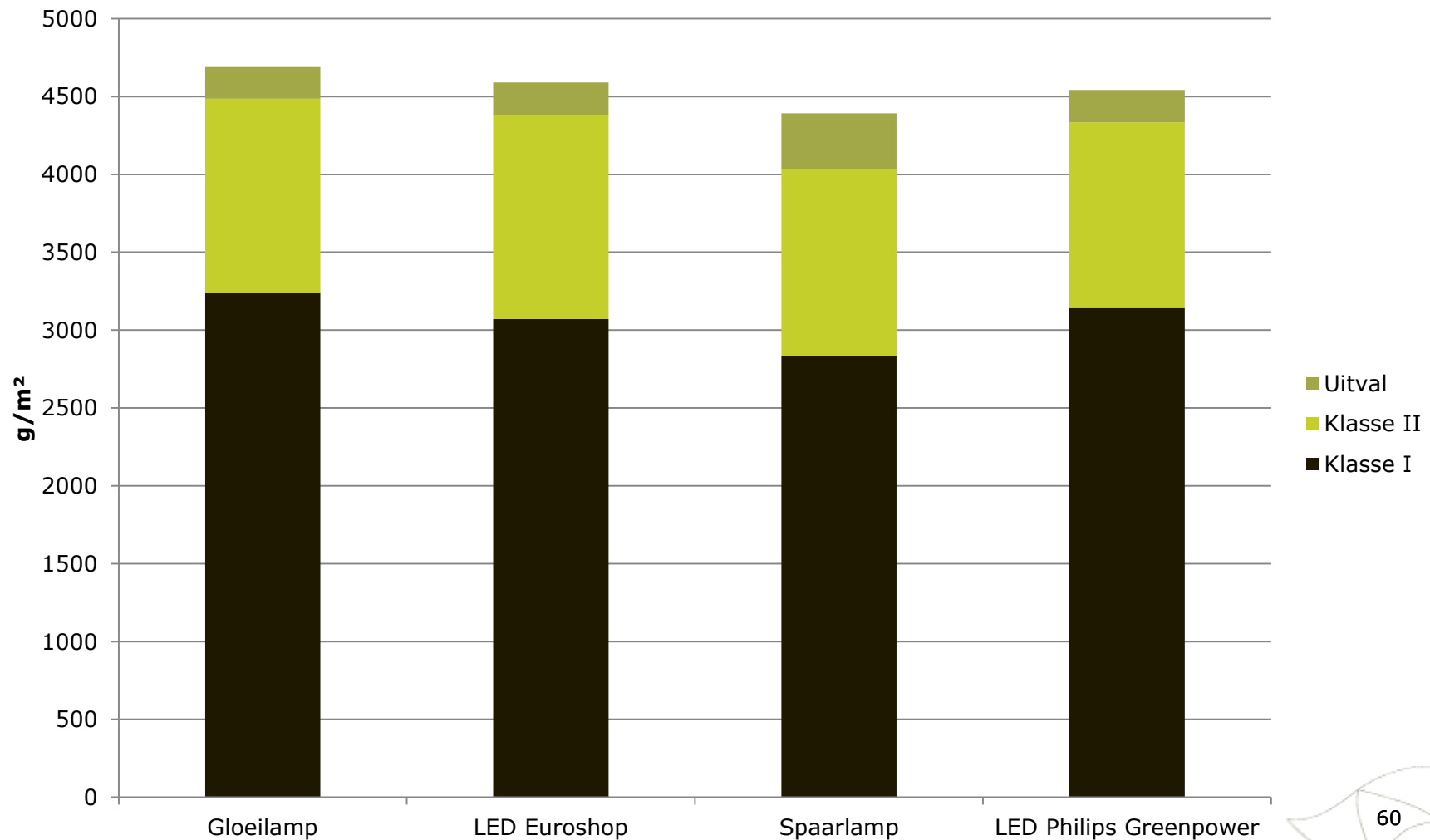
# Aardbei - Vgl types stuurlicht

## Opbrengst en sortering Sonata



# Aardbei - Vgl types stuurlicht

## Opbrengst en sortering Clery





# PLANTENSENSOREN

Plantensensoren

# Een must

Plantensensoren zijn must voor intensieve teelt in ongebufferde teeltsystemen:

- bewaking voor technische pannes
- bewaking voor optimale teeltuitvoering



Plantensensoren

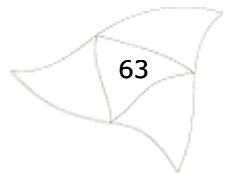
# IWT project “fytomonitoring” + opvolging

Geteste plantensensoren bij tomaat:

- Bladtemperatuur
- Vruchtdiameter
- Stengeldiameter
- Sapstroommeter

Geteste plantensensoren bij kropsla:

- Stengeldiameter,
- Bladdiktemeter (‘leafclip’)
- Bladnatmeter



## Plantensensoren

# conclusies (1)

- Bladtemperatuur: gebruik is moeilijk.  
Meetresultaat sterk afhankelijk van locatie op de plant/blad, en van invallend direct zonlicht (Combisensor).
- Meting bladnat: niet betrouwbaar.  
Drie sensortypes gaven zeer uiteenlopende resultaten; geen enkele meting gaf representatief beeld van werkelijk bladnat.



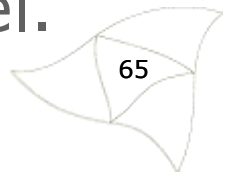


## Plantensensoren

# conclusies (2)

### Beloftevolle sensoren :

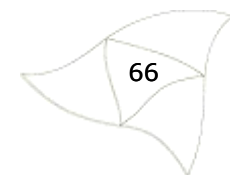
- stengeldiameter  
indicatie voor groei bij blad- en vruchtgroenten  
indicatie voor waterstress bij vruchtgroenten
- bladdiktemeter  
indicatie voor waterstress bij bladgroenten
- sapstroommeter  
indicatie voor wateropname uit de bodem; niet toepasbaar bij bladgroenten met korte stengel.



# plantensensoren

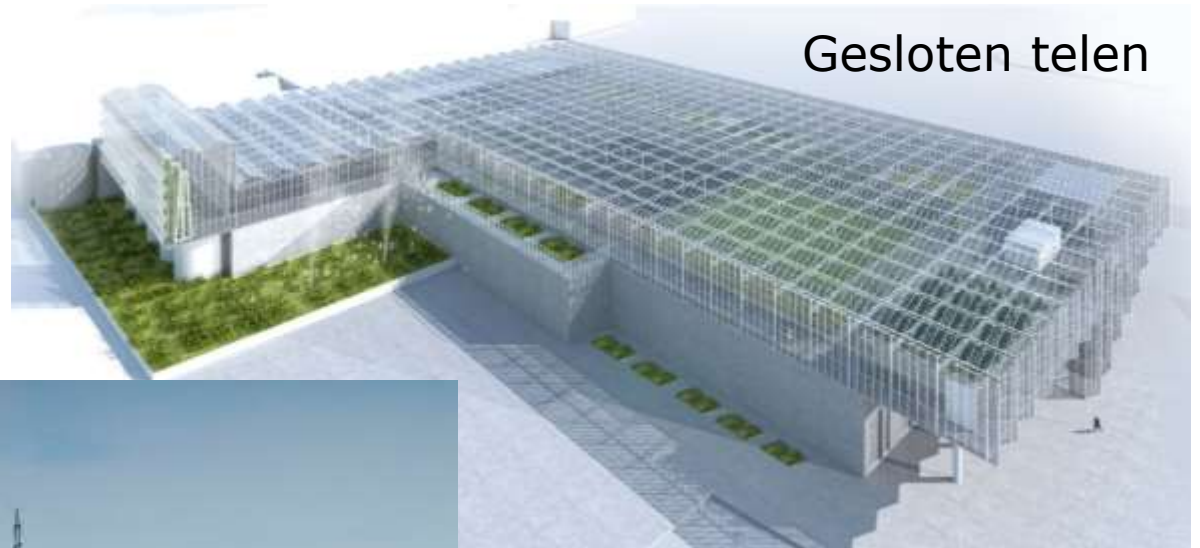
## werkpunten

- behoefte aan sensibilisatie/demonstratie
- aantrekkelijkheid verhogen door koppeling sensorgebruik aan andere applicaties
- kostprijsverlaging

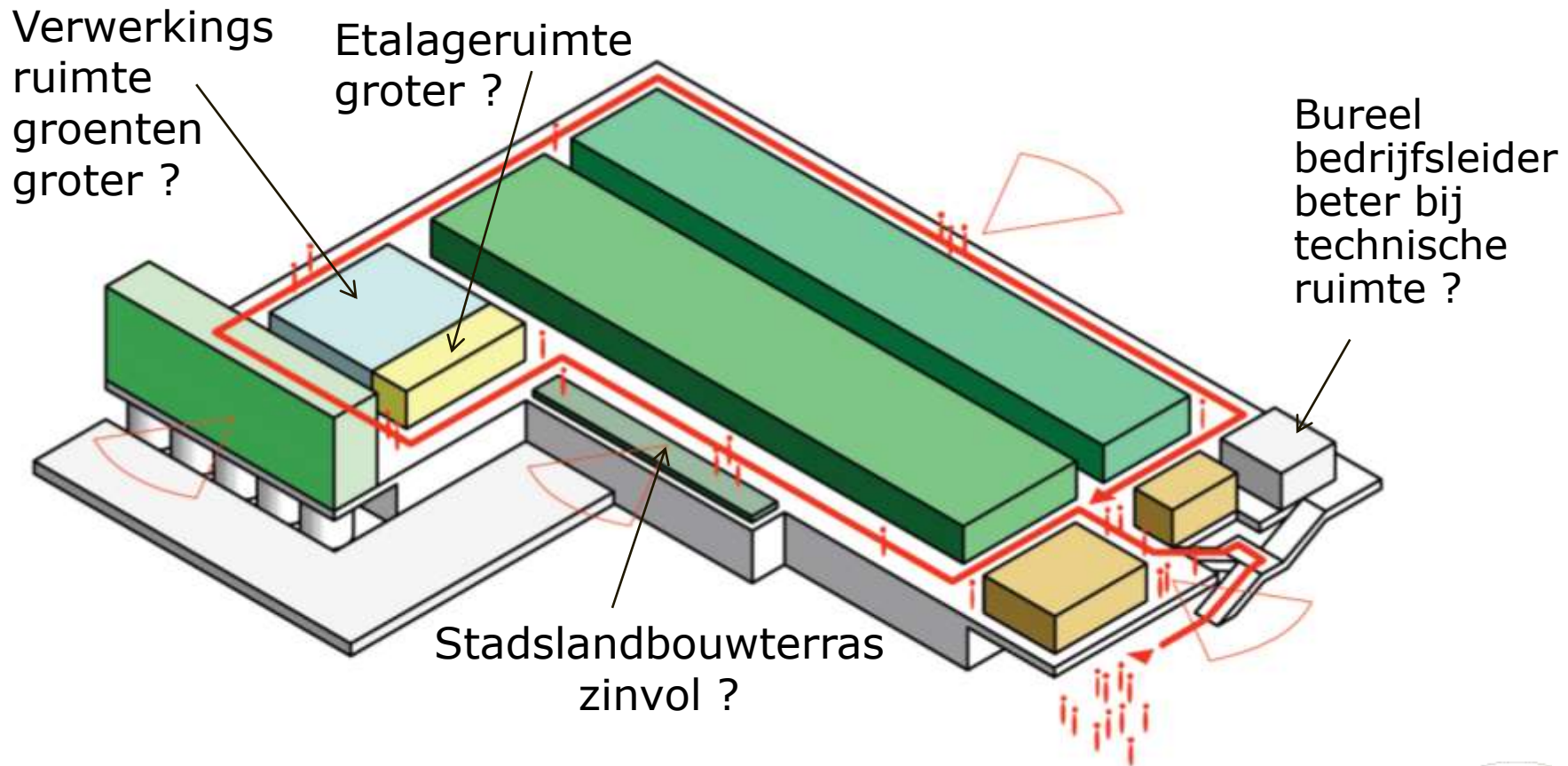




# Werken aan toekomst

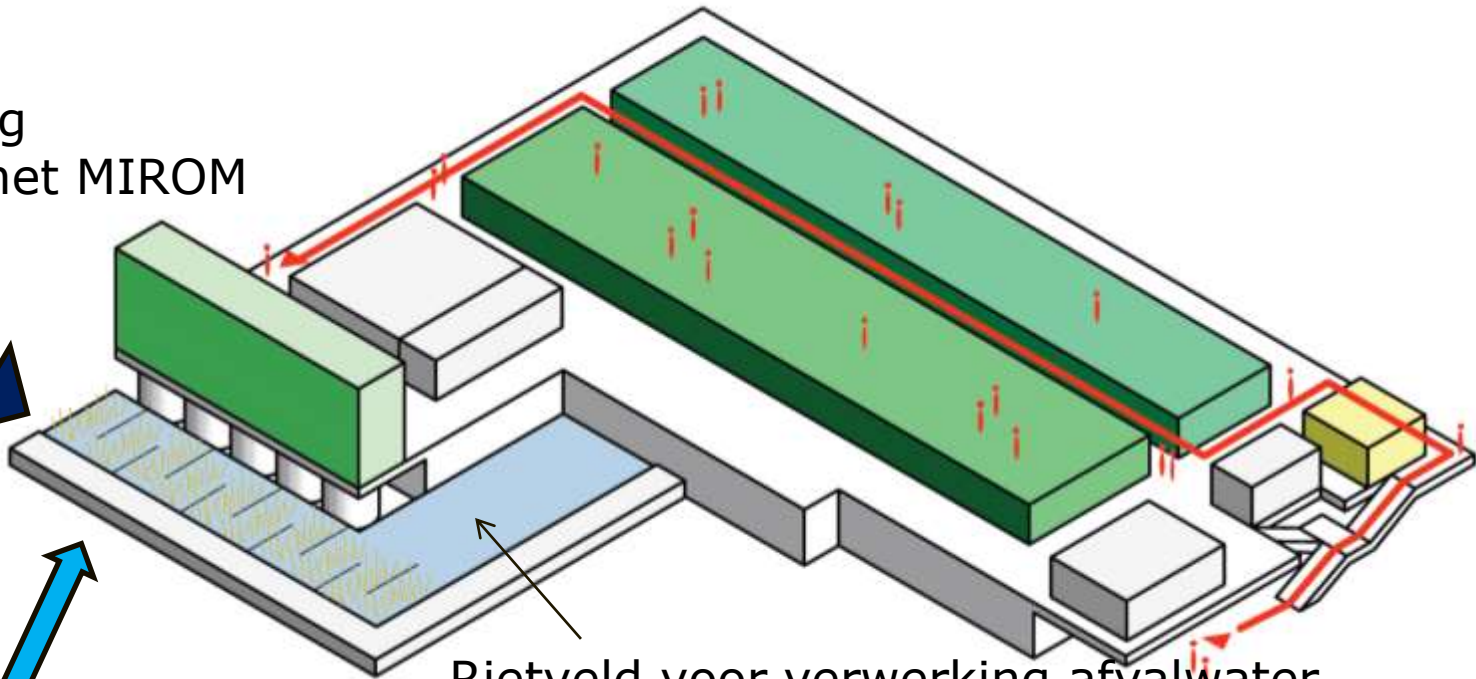


# Dakserre - programma



# Dakserre – hoe 'gesloten' maken ?

Aftakking  
warmtenet MIROM



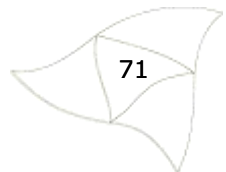
Rietveld voor verwerking afvalwater

- Efficiënt ?
- C-bron toevoegen ?

CO2 uit verbrandingsgassen MIROM

# Dakserre - Europese projecten in voorbereiding

- **Waste2Grow** (Interreg NWE – bureauBUITEN - ronde 2)
- **Connecting horticulture, cities and society** (Interreg NWE - bureau Haute Equipe – indienen 27 mei)
- **Crop on Top** – het platform voor co-creatie van innovatieve urban farming technologie (EFRO - ingediend)
- **Demonstration farms** (Netwerk Horizon 2020 - oproep RUR-12 – in ontwikkeling)



# Infrastructuurwerken

bunkers Fase I





## Insectenruimte + meerlagige groenteteelt

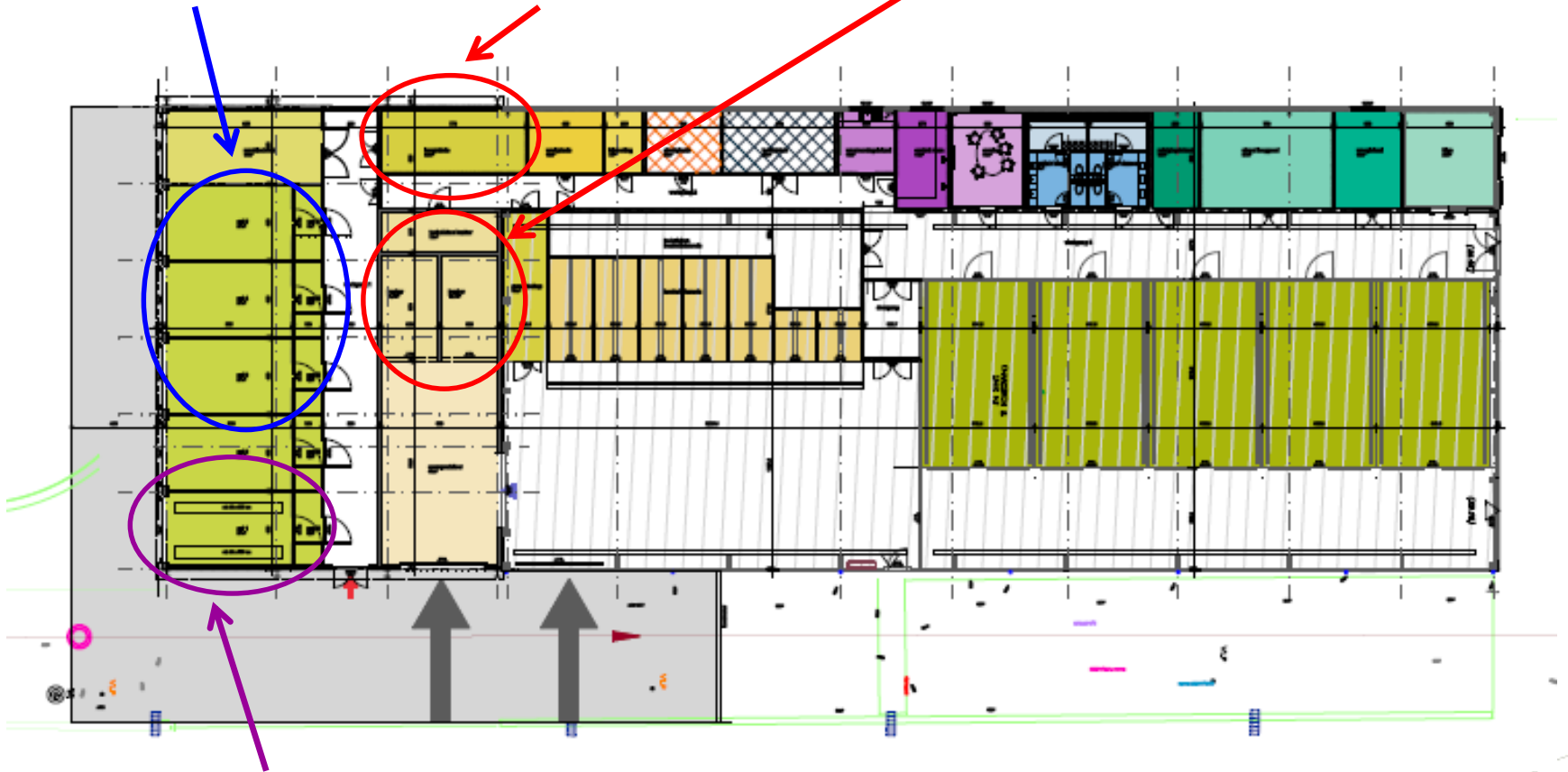


# Infrastructuurwerken

kweekcellen met sas

bunkers Fase I

strobed



insectenruimte + meerlagige groenteteelt