

# Systemimpact glastuinbouw door inzet flexibel vermogen

*Verkenning*

Onderzoek door BlueTerra

In 2025 onderzocht adviesbureau BlueTerra in opdracht van Alliander de potentiële bijdrage van de glastuinbouwsector aan het lokale energiesysteem. Specifiek richtte het onderzoek zich op de inzet van flexibel vermogen (energieopwek en -verbruik) door tuinders, met als doel de belasting van het lokale elektriciteitsnet te verlichten en daarmee ruimte te creëren. Deze inzet wordt hierna aangeduid als: een systeemrol voor de glastuinbouw\*.

BlueTerra analyseerde drie onderstations in verschillende gebieden en verkreeg zo kwantitatief inzicht in het aandeel van de glastuinbouw in de lokale netbelasting. Op basis hiervan is een datamodel ontwikkeld. Dit model simuleerde het beschikbare flexibele vermogen én de inzet hiervan voor netondersteuning in de huidige praktijk (2024) en in 2040.

## Belangrijkste inzichten

- De flexibiliteit van de glastuinbouw is uitstekend inzetbaar voor netondersteuning: hierbij is een hoofdrol weggelegd voor de WKK en belichte teelt met LED. Indien de glastuinbouw in de toekomst afscheid neemt van de WKK, kan deze beschikbaar blijven als back-up voor de tuinder en voor netondersteuning.
- Uit de casussen komt naar voren dat de glastuinbouw een grote bijdrage kan leveren aan het toekomstige energiesysteem. Met de inzet van flexibiliteit uit de glastuinbouw kan de wachtrij voor onderstations met een aandeel glastuinbouw worden verkort en het net én bovenliggende netvlakken structureel worden ontlast. **Als vuistregel kan worden aangenomen dat 1 hectare kas ongeveer 0,5 MW aan flexibel vermogen kan leveren.**
- Een lokale win-win-win tussen tuinders, omliggende bedrijven/woningen en de netbeheerder is mogelijk wanneer de glastuinbouw, het energiesysteem en de fysieke ruimte integraal worden geoptimaliseerd.
- Het ontsluiten van de flexibiliteit is lokaal maatwerk omdat er goed moet worden gekeken naar nettopologie, mogelijke bronnen, leveringszekerheden en organisatie. Ook is er een verdiepingsslag nodig naar nieuwe aansturingsmogelijkheden. Een pilot om dit op detailniveau verder uit te werken is wenselijk.

*\*Een systeemrol kan ook andere vormen aannemen; voorliggend onderzoek focust op een systeemrol via flexibel vermogen.*

# Inhoud

1. Managementsamenvatting
2. Onderzoeksopzet
3. Casus GreenPort Aalsmeer
4. Casus Bommelerwaard
5. Casus Bemmelland
6. Toepasbaarheid en implicaties
7. Inzichten en vervolg

## Bijlagen



# Onderzoeksopzet

**De glastuinbouwsector is één van de meest flexibele grootverbruikersectoren van Nederland.** Tuinders beschikken over assets zoals WKK's, belichting, warmtepompen en -buffers die – mits slim aangestuurd – flexibel elektriciteit kunnen afnemen of leveren, waarmee tuinders lokaal een belangrijke bijdrage leveren aan de stabiliteit van het net. Bovendien staat de sector voor een verduurzamingsopgave, wat grote impact heeft op haar toekomstig energieverbruik.

**Alliander ziet potentieel om een systeemrol\* voor de glastuinbouw op korte en lange termijn te definiëren waardoor de glastuinbouw het energiesysteem lokaal kan ondersteunen.**

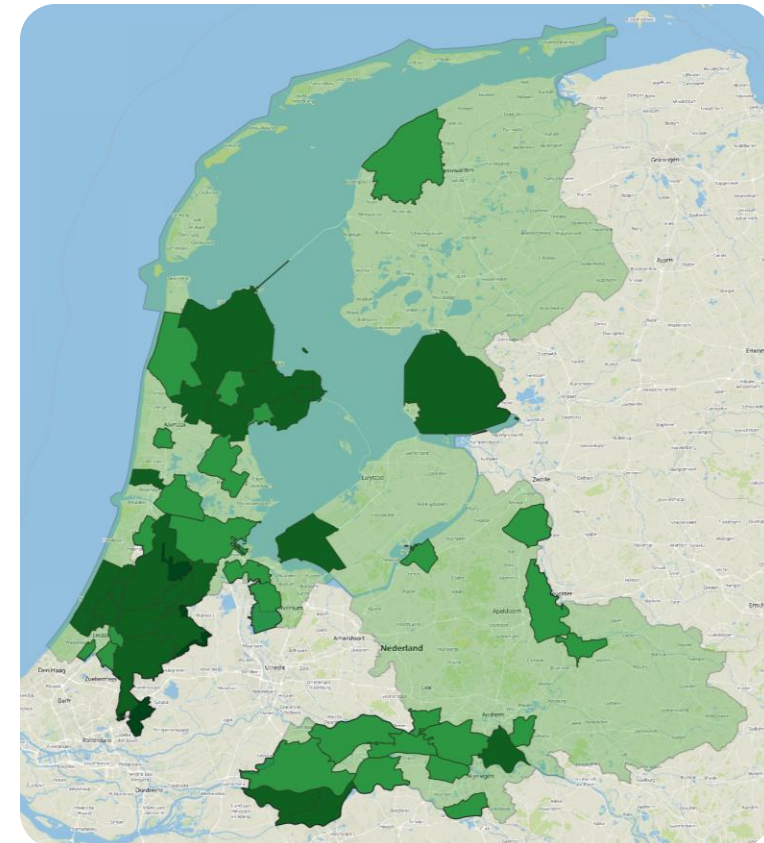
Daardoor is er minder netcongestie, kan de wachtrij sneller worden verkleind en wordt de aanspraak op ruimte en middelen verkleind.

**De glastuinbouw kan hierdoor haar rol als lokale systeemspeler versterken** en de lokale verduurzaming versnellen met optimaal gebruik van ruimte. Dit is een win-win-win voor glastuinbouw, omgeving en de netbeheerder.

Het doel van dit onderzoek was om:

- De flexibiliteit van de glastuinbouw te kwantificeren en te onderzoeken hoe deze nu en in de (duurzame) toekomst kan bijdragen aan lokale netondersteuning;
- De haalbaarheid en potentie van een systeemrol voor de glastuinbouw inzichtelijk te maken;
- Concreet handelingsperspectief te ontwikkelen voor het in de praktijk brengen van deze systeemrol.

*\*NB: een systeemrol kan ook andere vormen aannemen, maar voorliggend onderzoek focust op een systeemrol via flexibel vermogen.*



*Glastuinbouw in Alliander-gebied. De kleuren geven relatieve dichtheid van GTB bedrijven weer (in m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>); donkere vlakken hebben een hogere dichtheid.*

# Onderzoeksvragen en aanpak

## Hoofdvraag

*Hoe kan het flexibele vermogen van de glastuinbouw worden ingezet ten gunste van het bredere energiesysteem, nu en in de toekomst?*

## Deelvragen

1. Hoe ziet deze systeembijdrage eruit, en kan deze worden gekwantificeerd?
2. Hoe realiseren we een win-win, ook voor omliggende afnemers?
3. Hoe kan het potentieel worden ontsloten?

## Aanpak

In drie casusgebieden werd één onderstation geanalyseerd. De gebieden verschillen in karakteristieken, zodat het potentieel van een systeemrol breed kan worden geduid. BlueTerra heeft een datamodel ontwikkeld dat het beschikbare flexibel vermogen en de inzet van flexibiliteit voor netondersteuning simuleert in de huidige situatie (2024) en in 2040-scenario's. Aanvullend is onderzocht met welke optimalisaties de impact van de systeemrol kan worden verbreed en worden vergroot, bijvoorbeeld door vergroten van de warmtebuffer of toevoegen van een accu.

Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijkheden en impact voor betrokken partijen, is gekeken naar drie regelstrategieën:

- A. Markt leidend: tuinders benutten hun flexibiliteit op economisch optimale uren en benutten bijkomende warmte-opwek.
- B. Markt leidend + ondersteuning voor het net: tuinders benutten hun flexibiliteit primair op economisch optimale uren, en aanvullend voor lokale netondersteuning. Warmtevernietiging is daarbij toegestaan.
- C. Net leidend: tuinders zetten hun flexibiliteit primair in voor lokale netondersteuning. Warmtevernietiging is daarbij toegestaan.

# Toelichting datamodel en werkwijze

Met het ontwikkelde datamodel kan de huidige en toekomstige inzet van flexibiliteit van tuinders worden gesimuleerd en geoptimaliseerd.

Belangrijkste variabelen in het model:

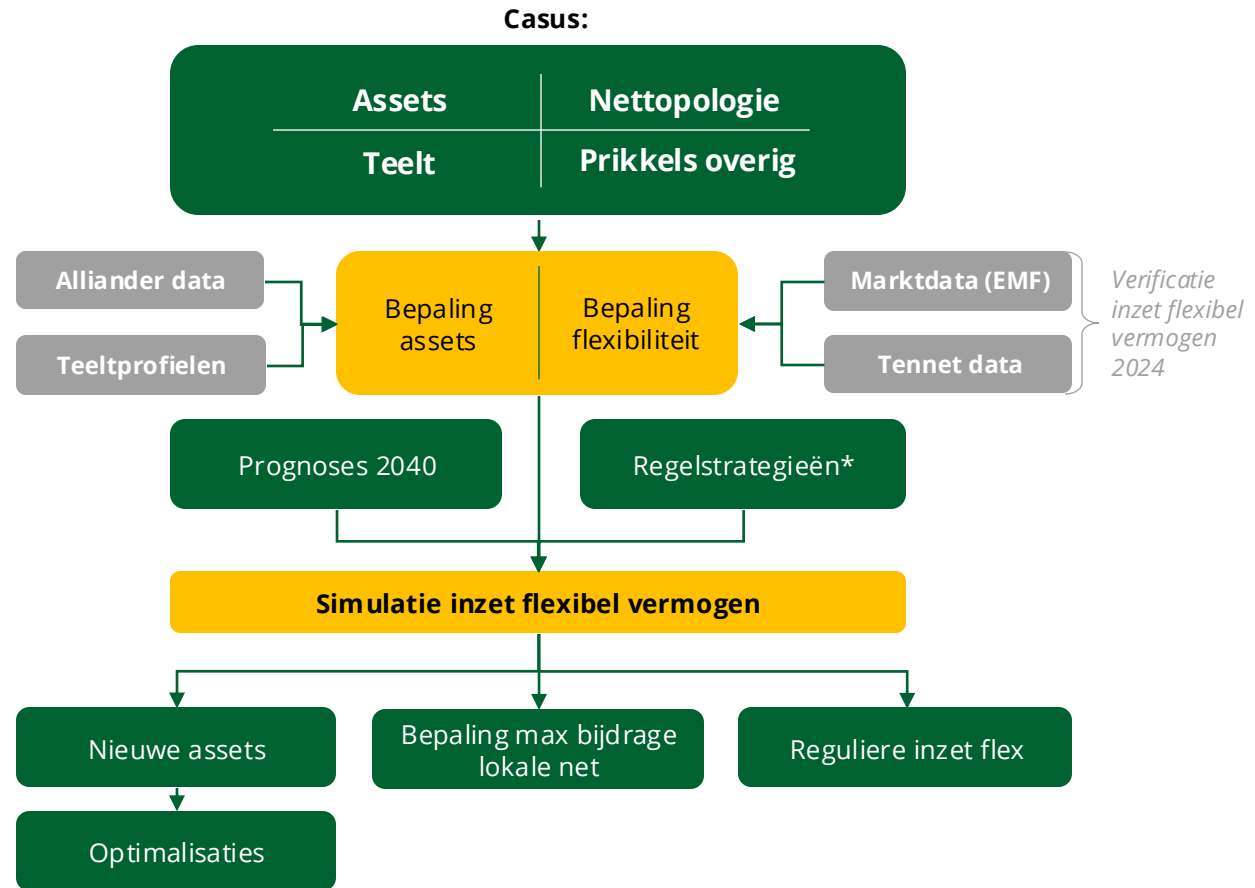
- Flexibele assets van de glastuinbouw
- Huidige en verwachte vraagprofielen in 2040 van glastuinbouw en andere verbruikers
- Marktprijzen gebaseerd op EMF-model BlueTerra en prijsdata TenneT
- Regelstrategieën

In de figuur rechts is de werking van het model schematisch weergegeven.

Voor elke casus is het volgende stappenplan doorlopen:

1. Afbakening netgebied i.s.m. met netanalist Alliander
2. Inladen data 2024 - profielen voor kleinverbruik, grootverbruik en glastuinbouw
3. Parametrisering glastuinbouw assets o.b.v. gerealiseerd profiel 2024
4. Verificatie asset- & inzet-model t.o.v. glastuinbouw-profiel 2024
5. Inladen data 2040: wachtrij + verwachte autonome groei
6. Analyseren van impact regelstrategieën

NB. Verdere toelichting op het model en de werkwijze is opgenomen in de bijlage.



\*Regelstrategieën:

- A. Markt leidend
- B. Markt leidend + netondersteuning
- C. Net leidend

## **Aannames en afhankelijkheden in de onderzoeksopzet t.a.v. toekomstige inzet WKK en bijbehorende flexibiliteit**

- De inzet van WKK's zal in de huidige beleidslijn op lange termijn (2040+) afnemen door een toename van windturbines en batterij-inzet en hogere kosten voor aardgas. Hierbij kan de WKK beschikbaar blijven als back-up. Tegelijkertijd kan lokale behoefte aan flexibel vermogen aanleiding zijn om de inzet van WKK's voort te zetten, al dan niet met duurzame brandstof.
- De glastuinbouw zet haar flexibiliteit nu in op verschillende rollen in de elektriciteitsmarkt. Met een systeemrol komt er een nieuwe rol voor netondersteuning bij. Tuinders zullen in de toekomst een afweging moeten maken hoe zij deze drie deelmarkten willen en kunnen bedienen:
  1. Eigen gebruik / marktgedreven via EPEX markt.
  2. TenneT diensten zoals de FRR markt.
  3. Diensten voor het lokale net.

## **Aannames t.a.v. de regelstrategie**

Het onderzochte potentieel voor Alliander wordt gebaseerd op regelstrategie C. Hierbij zijn de volgende aannames gemaakt:

- Warmtebehoefte van de glastuinbouw wordt primair duurzaam ingevuld door warmtepomp, restwarmte, geo- en/of datathermie;
- Het opgestelde WKK-vermogen is behouden voor back-up; er is dus geen geplande inzet van de WKK;
- In dit model-scenario draaien de WKK's uitsluitend voor Alliander, wanneer nodig bij tekort aan netcapaciteit;
- Door inzet van WKK is er minder inzet van de warmtepomp, dit levert een additionele vermogenswinst op 5-10%, deze is niet gemodelleerd.

# Selectie casusgebieden

De casusgebieden zijn geselecteerd op relevantie met een verwachte congestie in het gebied. Daarbij is aandacht geweest voor de diversiteit om het potentieel van de systeemrol van de GTB zo breed mogelijk te onderzoeken. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste karakteristieken weergegeven.

Casusgebied	Kenmerken gebied	Kenmerken glastuinbouw in gebied
Greenport Aalsmeer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gemengd gebruik (bedrijven en gebouwde omgeving)</li><li>• Energie-intensief</li><li>• Onderdeel van groter tuinbouwgebied</li></ul>	Meerdere tuinders met belichte teelt met WKK
Bommelerwaard	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vraag gebouwde omgeving</li><li>• Energie-intensief</li><li>• Veel duurzame opwek van zon en wind</li></ul>	Meerdere tuinders met belichte teelt met WKK
Bemmel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Individuele tuinder en gebouwde omgeving</li></ul>	Belichte teelt met WKK

# Greenport Aalsmeer

Casus

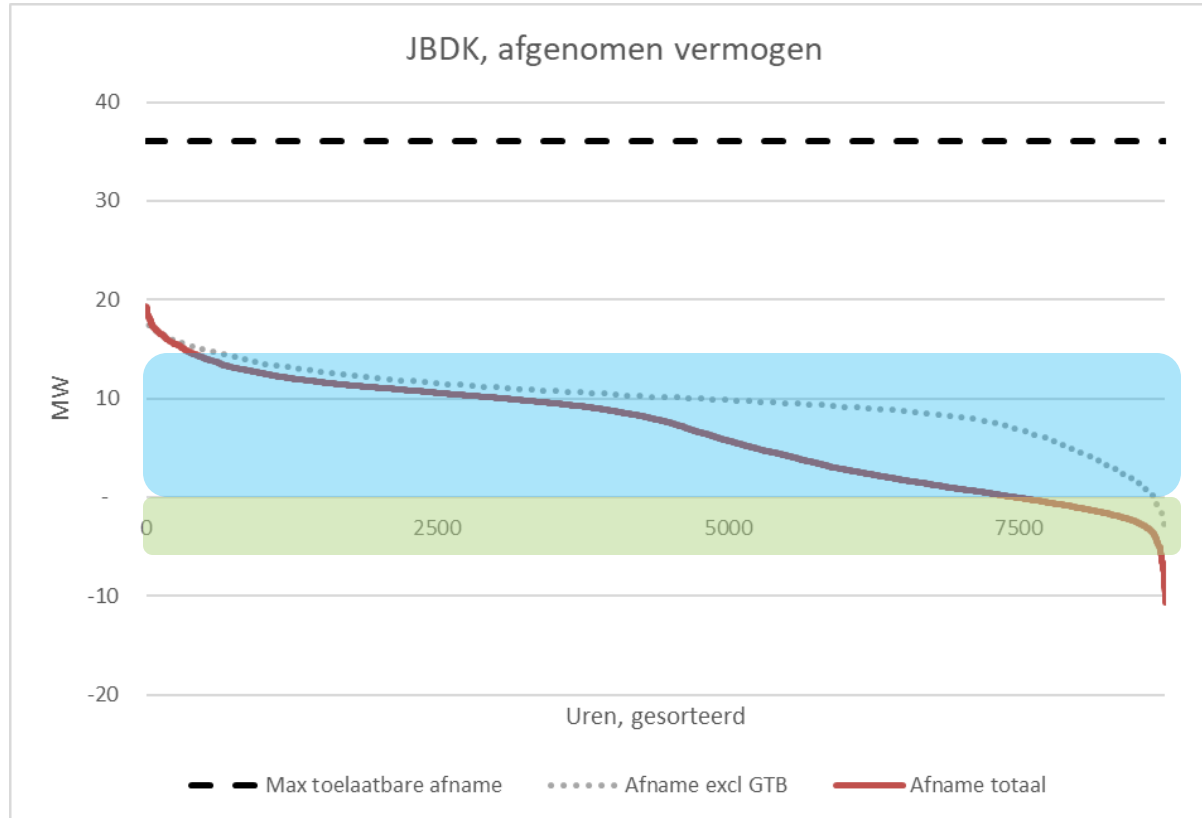
# Potentie systeemrol

## Casus GP Aalsmeer

- **De glastuinbouw kan met haar flexibiliteit een belangrijke systeemrol vervullen in het energiesysteem van Greenport Aalsmeer,** met een forse reductie van de piekbelasting op het onderstation. Dit maakt aansluiting van meer gebruikers mogelijk en verkleint de wachtrij.
- **De flexibiliteit wordt geleverd uit meerdere assets die tezamen voor een betrouwbare levering kunnen zorgen,** mits goed georganiseerd met gepland onderhoud en de juiste aansturing en zekerheden. Afhankelijk van gewenste leveringszekerheid/ betrouwbaarheid kunnen aanvullende assets geplaatst worden.
- **Om volledig in de voorspelde vraag (2040) te kunnen voorzien is, naast de inzet van flexibel vermogen van de glastuinbouw, een combinatie van ingrepen nodig;** mogelijkheden hiervoor zijn netverzwaring, vraagsturing/gedragsafspraken en additionele assets (bv. accu's).
- **Een optimale systeembijdrage vraagt om een langdurige inzet van flexibel vermogen van de glastuinbouw, ca 2.000 vollasturen per jaar.** De hoofdrol is hierbij weggelegd voor het WKK vermogen, dat in winterweken langdurig wordt ingezet. Dit is haalbaar wanneer WKK's gevoed kunnen worden met duurzaam gas, omdat dit ook leidt tot duurzame warmteproductie. In het geval van back-up WKK's gevoed met aardgas is de inzet van 2000 vollasturen fors maar voorstelbaar, afhankelijk van de schaarste en urgentie.

# 2024: Analyse

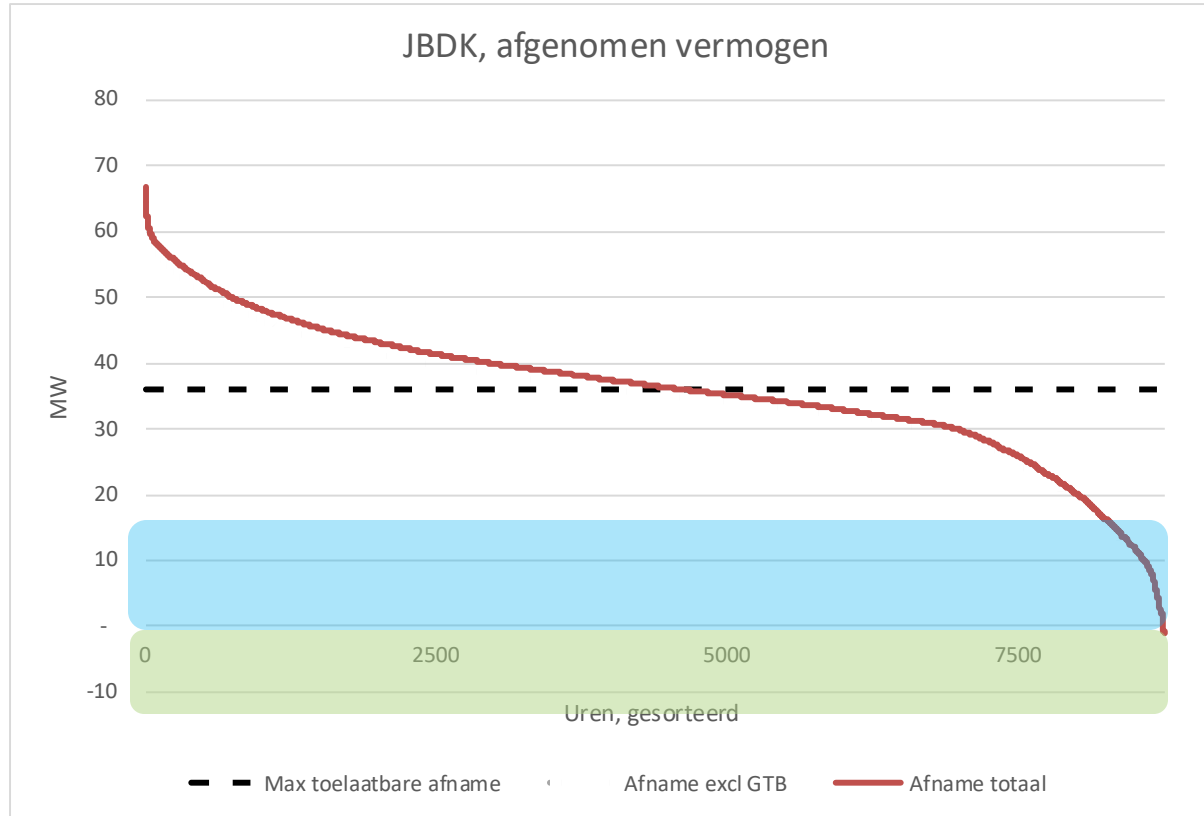
## Casus GP Aalsmeer



- De rode lijn geeft het waargenomen verbruik op het onderstation weer.
- Lokale productie van elektriciteit die direct wordt geconsumeerd achter de meter is zichtbaar.
- In de huidige situatie geen tekorten.
- Verificatie van de data toont het huidige maximale inzetbare flexibele vermogen van de glastuinbouw:
  - 7 MW LED (weergegeven als groene balk).
  - 15 MW WKK (weergegeven als blauwe balk).
- De verhouding tussen vraag naar en inzet van flexibel vermogen is in de huidige situatie is bijna 1:1 → met momenteel nog wel ruimte voor uitzetten WKK's.

# 2040: Simulatie

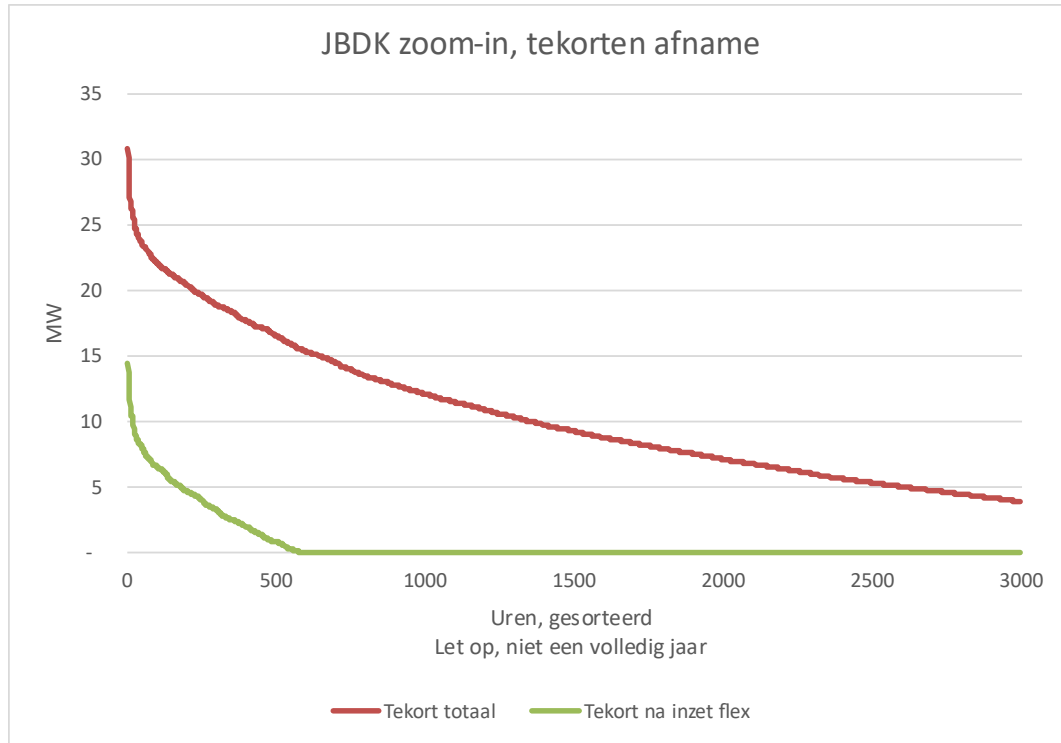
## Casus GP Aalsmeer



- We simuleerden 2040, met de insteek dat het flexvermogen volledig ingezet wordt op behoefte van het elektriciteitsnet. Hieronder ligt de aanname dat de tuinder is geëlektrificeerd, maar de WKK nog heeft staan.
  - Hoewel de WKK primair draait voor net, mag hij ook draaien voor de markt, en is warmtevernietiging toegestaan.
- We zien op dit onderstation een grote wachtrij voor 2040, gedreven door elektrificatie van woningbouw, grootverbruik, bedrijven en elektrische mobiliteit.
- De verwachte piekvermogensvraag bedraagt 67 MW.
- >4000 uur per jaar wordt de maximale toelaatbare afname overschreden.
- Het verschil in “totale afname” en “afname exclusief GTB” wordt nu bepaald door warmtepompen in de glastuinbouw.
- Capacitieve flex (blauw) en vraagflex (groen) neemt toe door extra flexibiliteit van LED, warmtepompen, MTO en DAC.

# 2040: Bijdrage flexibel vermogen aan nettekort

## Casus GP Aalsmeer



- Het lokale capaciteitstekort kan bij maximale inzet (netgerichte regelstrategie) worden teruggebracht met ca 50%, het urentekort met 87%.
- De resterende tekorten: korte vermogenspieken en vermogensvraag t/m 500 bedrijfsuren kunnen mogelijk verder worden weggenomen door integrale aanpak met andere gebruikers: instellingen klimatiseren, apparaat gebruik, netbewust laden etc.
- De piek gaat grofweg omlaag met het vermogen van de WKK.
- WKK maakt 2.000 vollasturen. Dit is vrij veel in geval van inzet van een back-up WKK, maar voorstelbaar afhankelijk van de mate van schaarste en urgentie.

Samenvatting tekorten		Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	30,9	14,5	53%
# uren tekort per jaar	h/jr	4.618	588	87%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	35.081	2.218	94%

# Bommelerwaard

Casus

# Potentie systeemrol

## Casus Bommelerwaard

- **De glastuinbouw kan met inzet van haar flexibele vermogen een belangrijke systeemrol vervullen in het energiesysteem van het onderzochte deel van de Bommelerwaard.** Hiermee wordt een forse reductie van de piekbelasting van het onderstation bereikt, zowel voor afname als voor invoeding. Dit maakt aansluiting van meer gebruikers en meer (duurzame) opwek mogelijk, en verkleint de wachtrij.
- **De beschikbare flexibiliteit kan de hoogste vermogenspiek qua afname niet geheel oplossen, maar wel terugbrengen tot 5,4 MW en tot slechts 6 uren per jaar overschrijding.**
- **De flexibiliteit wordt geleverd uit meerdere assets die tezamen voor een betrouwbare levering kunnen zorgen,** mits goed georganiseerd met gepland onderhoud en de juiste aansturing en zekerheden. Afhankelijk van gewenste leveringszekerheid/betrouwbaarheid kunnen aanvullende assets geplaatst worden.
- **Een optimale systeembijdrage vraagt om een langdurige inzet van flexibel vermogen van de glastuinbouw, ca 1.200 vollasturen per jaar.** Indien deze met een duurzame brandstof kan worden ingevuld is dit realiseerbaar omdat warmte dan duurzaam wordt geproduceerd. In het geval van back-up WKK's gevoed met aardgas is de inzet van 1.200 vollasturen fors maar voorstelbaar, afhankelijk van de schaarste en urgentie.

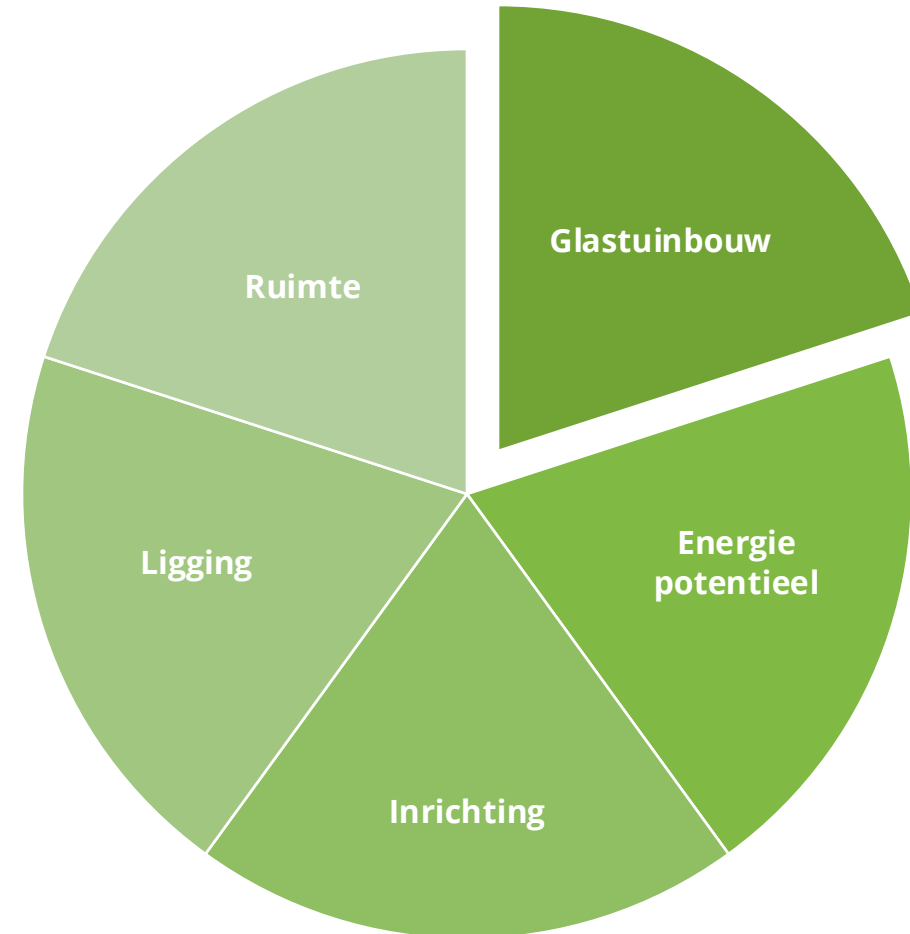
# Gebied

## Casus Bommelerwaard

### Duiding

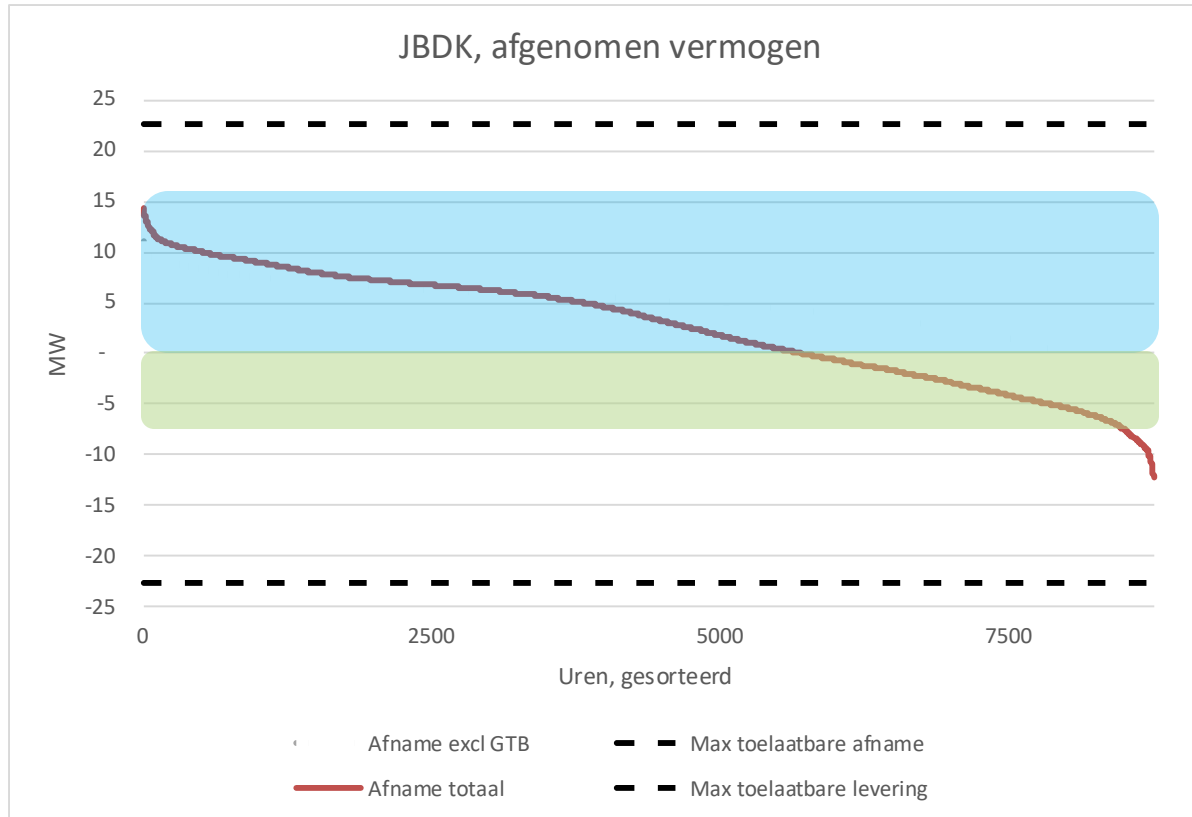
De nettopologie rond Bommelerwaard is complex, met op dit moment relatief weinig overschrijdingen. Er is één onderstation geselecteerd; dit profiel is voor 2040 aangevuld met kleinverbruik en zonnepanelen om potentiële nieuwbouw van woningen en realisatie van zonneparken te simuleren. Hierdoor ontstaat een profiel met zowel afname- als invoedingcongestie.

In verschillende netvlakken van Bommelerwaard is veel duurzame opwek vanuit zon en wind. Hierdoor is er sprake van congestie voor zowel invoeding als afname op diverse onderstations. Over het gehele gebied Bommelerwaard is er netto geen transportprobleem (in de assets van Alliander).



# 2024: Analyse

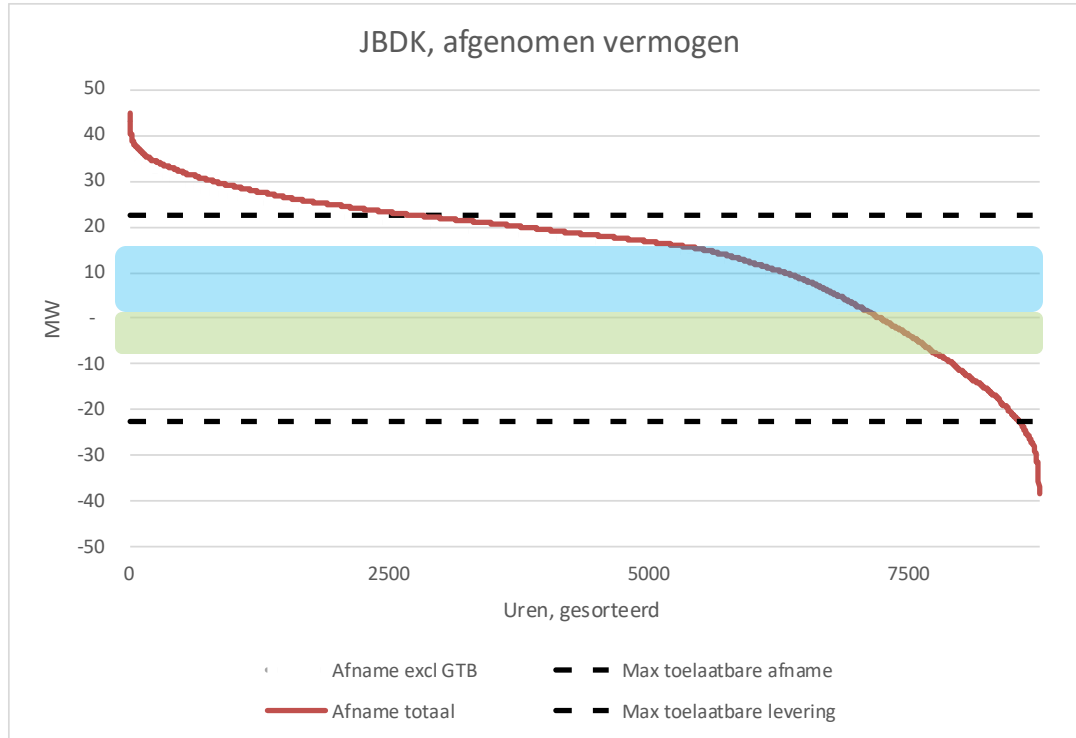
## Casus Bommelerwaard



- De rode lijn geeft het waargenomen verbruik op het onderstation weer.
- Lokale productie van elektriciteit die direct wordt geconsumeerd achter de meter is zichtbaar.
- In de huidige situatie zien we geen tekorten.
- Verificatie van de data toont het huidige maximale inzetbare flexibele vermogen van de glastuinbouw:
  - 7,5 MW LED (weergegeven als groene balk)
  - 16,5 MW WKK (weergegeven als blauwe balk)
- Duurzame opwek, zowel wind als zonPV, is aangesloten op het onderstation

# 2040: Simulatie

## Casus Bommelerwaard



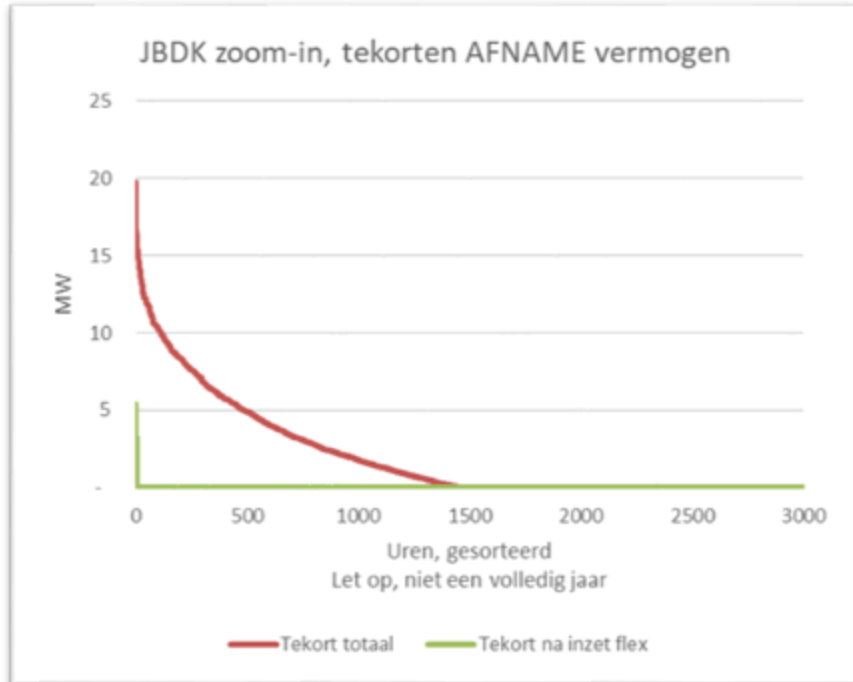
- We simuleerden 2040, met de insteek dat het flexvermogen volledig ingezet wordt op behoefte van het elektriciteitsnet. Hieronder ligt de aanname dat de tuinder is geëlektrificeerd, maar de WKK nog heeft staan.
  - Hoewel de WKK primair draait voor net, mag hij ook draaien voor de markt, en is warmtevernietiging toegestaan.
- We zien op dit onderstation toegenomen verbruik, sterk gedreven door toegenomen vraag uit woningbouw, met daarin overschrijdingen in zowel verbruik als teruglevering. Het resulterende tekort is betrekkelijk klein, minder dan 2500 uur.
- Het capacitieve flexvermogen van de glastuinbouw is hier ca 16 MW, dit is 75% van het tekort (blauwe balk).
- Vraagflex (groene balk) neemt toe door extra flexibiliteit van LED, warmtepompen, MTO en DAC.
- Reductie van capaciteitstekort door de glastuinbouw voor afname 76% en voor invoeding 48%

Samenvatting tekorten AFNAME		Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	22,4	5,4	76%
# uren tekort per jaar	h/jr	2.704	6	100%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	14.564	15	100%

Samenvatting tekorten INVOEDING		Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	15,8	8,3	48%
# uren tekort per jaar	h/jr	188	40	79%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	770	93	88%

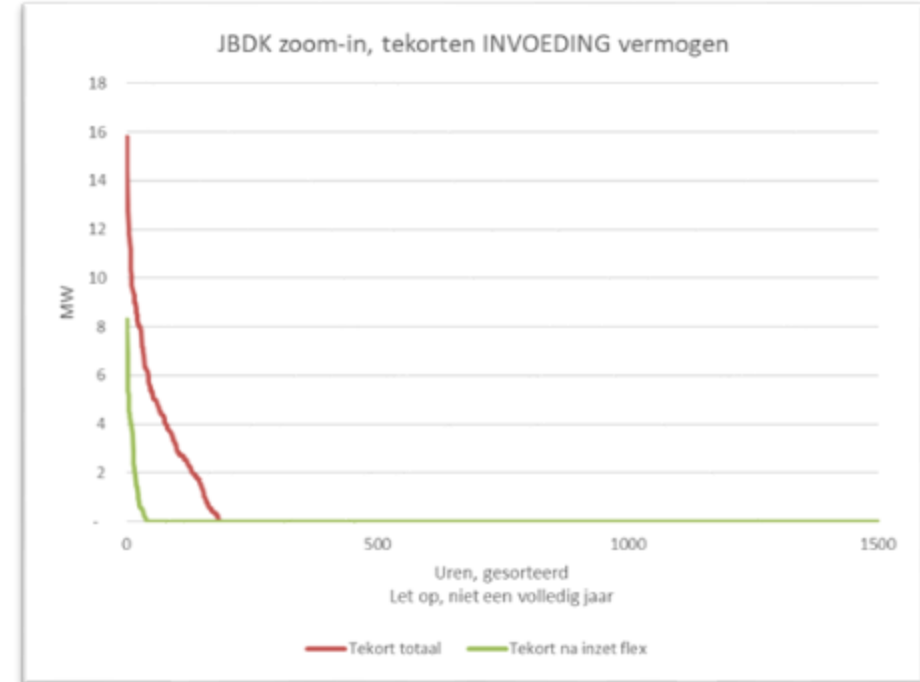
# 2040: Bijdrage flexibel vermogen aan nettekort

## Casus Bommelerwaard



### Afname

- Max C tekort van 22,4MW naar 5,4 MW, 76% reductie
- Uren tekort van 2704u naar 6u, 100% reductie
- **Max vm van 45,1 MW naar 28,1 MW, 38% reductie**



### Invoeding

- Max C van 15,8MW naar 8,3MW, 48% reductie
- Uren tekort van 188u naar 40u, 79% reductie
- **Max vm van 38,5 MW naar 22,7 MW, 41% reductie**

# Bemmel

Casus

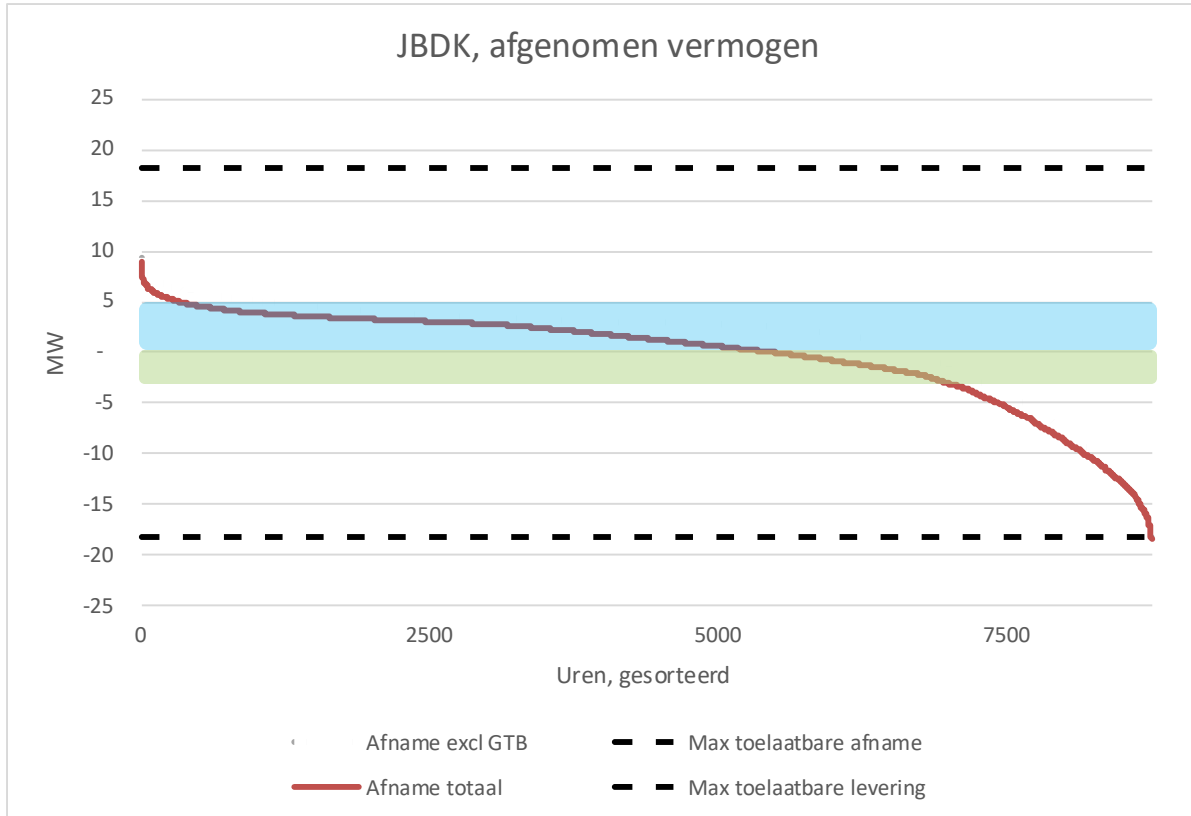
# Potentie systeemrol

## Casus Bommel

- Een individuele glastuinder in Bommel kan met haar flexibele vermogen een systeemrol vervullen binnen de kaders van het betreffende onderstation.
- De tuinder benut deze ruimte door overgebleven vermogen (naast eigen verbruik) binnen zijn aansluiting beschikbaar te stellen aan andere energiegebruikers, in ruil voor een vergoeding. Vanuit systeemperspectief leidt dit tot vraagreductie: er wordt een energievraag ingevuld die anders op een andere plek in het net was gedaan.
  - Vanuit perspectief van de netbeheerder is dit een 'lichte' route om een systeemrol te realiseren, maar tegelijk zijn de sectorale impact en systeembijdrage in deze opzet beperkter: een individuele tuinder heeft simpelweg minder vermogen en kan dus minder impact maken.
- De additionele flexibiliteit wordt zeer beperkt benut vanwege de beperkte vraag. Mogelijk zou er nog meer belasting op het onderstation kunnen worden toegevoegd.

# 2024: Analyse

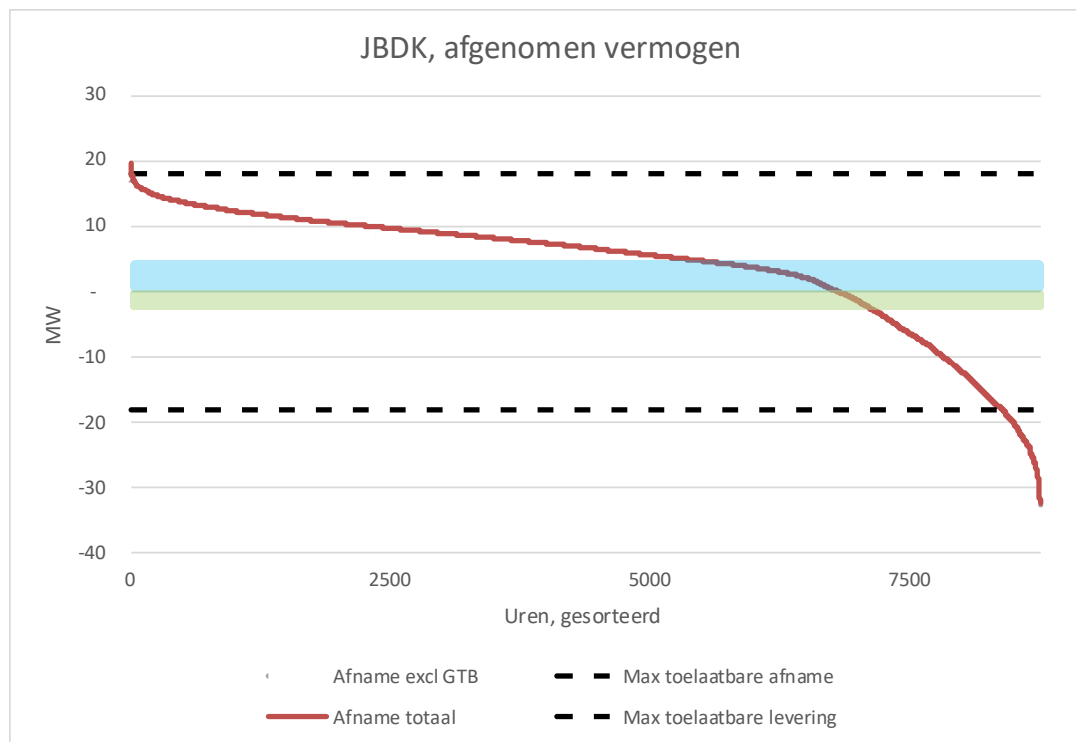
## Casus Bemmel



- De rode lijn geeft het waargenomen verbruik op het onderstation weer.
- Lokale productie van elektriciteit die direct wordt geconsumeerd achter de meter is zichtbaar.
- Bijdrage glastuinbouw komt voornamelijk van één bedrijf.
- Het inzetbare flexibele vermogen herleid uit data is ca. 5 MW WKK (blauwe balk) en 2,5 MW LED (groene balk).
- Capaciteitsbeperkingen op dit onderstation zijn het gevolg van beperkingen op hoger gelegen netvlakken.

# 2040: Simulatie

## Casus Bommel



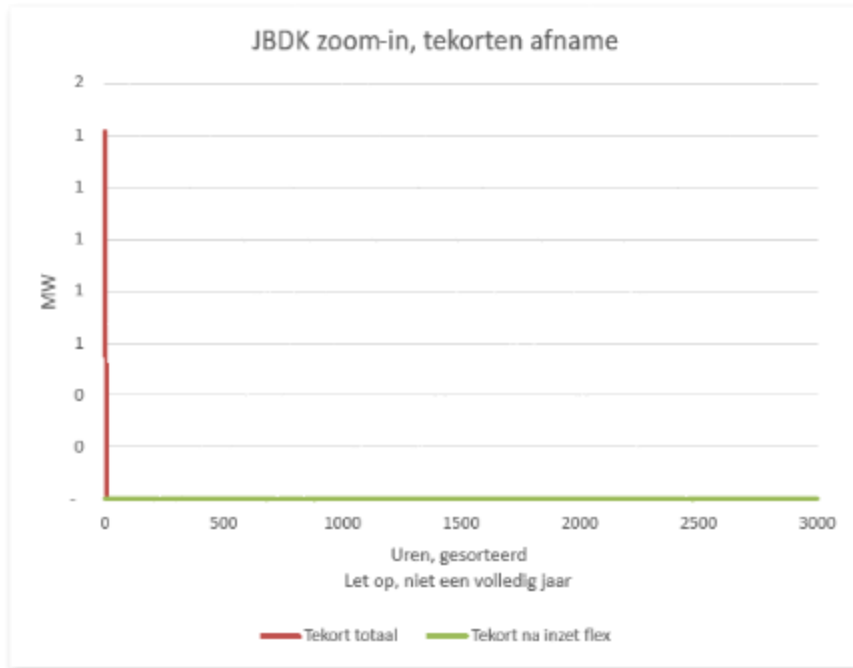
- We simuleerden 2040, met de insteek dat het flexvermogen volledig ingezet wordt op behoefte van het elektriciteitsnet. Hieronder ligt de aanname dat de tuinder is geëlektrificeerd, maar de WKK nog heeft staan.
  - Hoewel de WKK primair draait voor net, mag hij ook draaien voor de markt, en is warmtevernietiging toegestaan.
- De vraag is in 2040 is fors toegenomen als gevolg van elektrificatie van de woningbouw en glastuinbouw zelf.
- Voor invoeding van zonPV en wind is geen toename voorzien.
- Vooralsnog is er sprake van een zeer geringe afnamecongestie in 2040.
- Wel is er sprake van enige invoedingscongestie.

Samenvatting tekorten AFNAME		Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	1,4	0	100%
# uren tekort per jaar	h/jr	5	0	100%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	4	0	100%

Samenvatting tekorten INVOEDING		Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	14,2	11,7	18%
# uren tekort per jaar	h/jr	355	236	34%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	1.556	852	45%

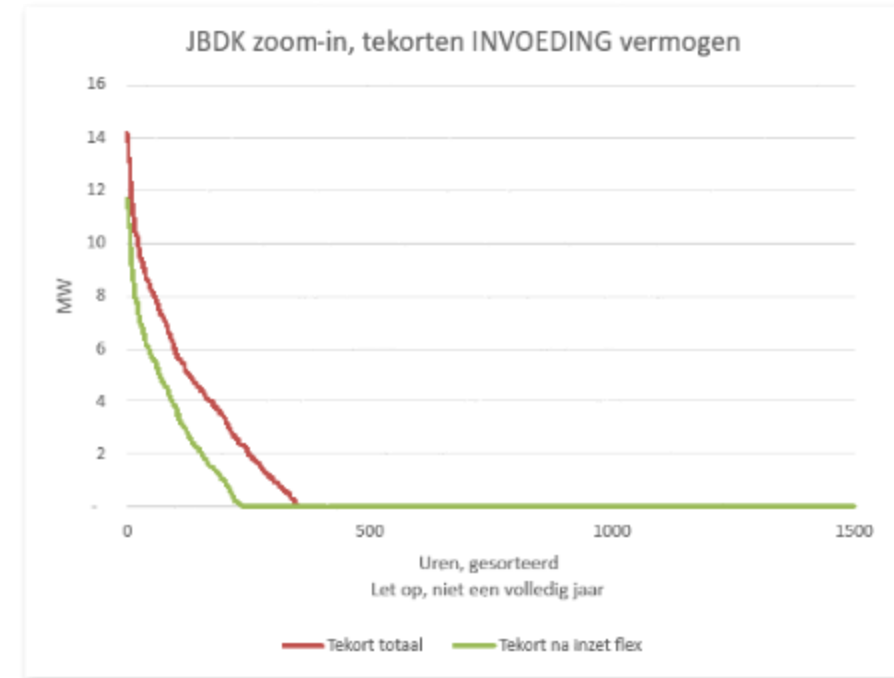
# 2040: Bijdrage flexibel vermogen aan nettekort

## Casus Bommel



### Afname

- Max C tekort van 1,4MW naar 0MW, 100% reductie
- Uren tekort van 5u naar 0u, 100% reductie



### Invoeding

- Max C van 14,2MW naar 11,7MW, 18% reductie
- Uren tekort van 355u naar 236u, 34% reductie

# Toepasbaarheid & Implicaties

# Toepasbaarheid en optimalisatie

## Vuistregels toepasbaarheid

- De glastuinbouw heeft veel flexibel vermogen tot haar beschikking. Deze kent wel afhankelijkheden:
  - Opgestelde assets
  - Type teelt/ teeltprofiel
  - Isolatie niveau van de kas
  - Type ventilatie (warmteterugwinning).
- **Als vuistregel kan worden aangenomen dat 1 ha kas met belichte teelt ca 1 MW aan flexibel vermogen kan leveren voor korte duur.**
- **Als vuistregel kan worden aangenomen dat 1 ha kas met belichte teelt ca 0,5 MW aan flexibel capaciteif vermogen kan leveren voor langere duur.**
- **Uit de casestudies blijkt dat 1 MW aan flexibel vermogen ca 1 MW aan trafovermogen kan uitsparen bij volledige dekking van het vermogenstekort.**

## Vergroten impact: optimalisaties

Er zijn vier optimalisaties beschouwd om de impact van de systeemrol van de glastuinbouw te vergroten:

- integrale aanpak met andere gebruikers: in Greenport Aalsmeer is de zeer hoge, korte piek (week 13) weg te regelen door pieken slimmer op elkaar af te stemmen.
- toevoegen van opslagcapaciteit (accu): draagt niet (significant) bij aan het verder verkleinen van nettekorten.
- vergroten warmtebuffer: draagt niet (significant) bij aan het verder verkleinen van nettekorten.
- vergroten WKK capaciteit op dezelfde warmtevraag: levert nog meer capaciteif (flex)vermogen op en draagt dus bij aan het verkleinen van nettekorten.

Volledige uitwerking van de optimalisaties is opgenomen in de bijlage.

# Implicaties (1/2)

## Voor Alliander

De impact van een systeemrol van de glastuinbouw door inzet van flexibel vermogen is tijdsgebonden en lokaal verschillend. Onderstaande tabel geeft de belangrijkste factoren weer:

	Korte/middellange termijn	Lange termijn
<b>HS-niveau</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mogelijk meer sturing op lokaal afnameprofiel &amp; optimalisatie inzet hoogspanningsstations</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Minder vermogensvraag en aanspraak op firm HS vermogen (N+1)</li></ul>
<b>MS/LS niveau</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mogelijk meer sturing op lokaal afnameprofiel &amp; optimalisatie inzet transformatoren/onderstations</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Verminderd aantal transformatoren</li><li>Uitsparen netverzwaring vanuit bovenliggende netvlakken</li></ul>
<b>Integraal systeem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Betere spreiding mogelijk in aanpak congestiegebieden → wachtrij-klienten sneller aansluiten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Meer nadruk op regelrol Alliander op lokaal niveau</li><li>Mogelijk faciliteren nieuwe ontwikkelingen (e.g. woningbouw)</li></ul>
<b>Kosten</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kosten afhankelijk van additionele inzet en benutting warmte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Kosten afhankelijk van beschikbaarheid duurzaam gas</li></ul>

### Implicaties voor productontwikkeling

Een sectorale systeemrol vraagt om zekerheid voor alle betrokkenen: flexibel vermogen dient ontsloten te worden op een manier die een systeembehoefte voorziet én de tuinder voldoende zekerheid/perspectief biedt. Indien alle vermogens firm zijn gecontracteerd, dan moet het vereiste vermogen van de glastuinbouw ook werkelijk geleverd kunnen worden op de juiste termijn en met voldoende looptijd zodat er alternatieven kunnen worden ontwikkeld indien nodig. Het vrijwillig aanbieden van vermogen op een congestiemarkt is hier waarschijnlijk niet toereikend voor, aangezien deze geen voorspelbaarheid biedt over het jaar én voor langere looptijden.

Er zijn verschillende oplossingen denkbaar:

- Bilaterale contracten tussen tuinders en netbeheerder
- Directe aansturing van assets door netbeheerder
- Nieuwe contractvormen/ verdienmodellen

# Implicaties (2/2)

## Voor tuinders

Om een inschatting te maken van de economische impact voor tuinders is de inzet van de WKK weergegeven voor regelstrategie A,B en C in de casus Greenport Aalsmeer, voor zowel de situatie back-up WKK als de duurzame WKK in 2040.

Regelstrategie	A Markt	B Markt + Net	C Net
Back-up fossiele WKK	0-500 uur per jaar	Nvt	2.200 uur per jaar
Duurzame WKK (geen warmtepomp)	2.000 uur per jaar	2.000+1000 uur per jaar	2.200 uur per jaar
Gemiddelde marktprijs	109 €/MWh	100 €/MWh	101 €/MWh (uitsparing warmtepomp)

Inzet van een back-up WKK voor netondersteuning kan leiden tot een nieuw verdienmodel voor tuinders, mits de vergoeding/prikkel afdoende is om de tuinders hiernaar te bewegen en restwarmte vervolgens nuttig gebruikt wordt. In geval van de inzet van een duurzame WKK wordt de bedrijfstijd vergroot ten opzichte van alleen de marktoptimalisatie. Voor de tuinder is regelstrategie B dus de optimale strategie. De gemiddelde marktprijs voor regelstrategie C ligt ca 10% lager dan bij regelstrategie A en dus kan bij voldoende warmtebenutting tegen beperkte meerkosten de elektriciteit lokaal worden opgewekt in plaats van deze af te nemen via het centrale elektriciteitsnet.

### Concurrentie inzet flexibiliteit

De flexibiliteit van de glastuinbouw wordt nu ook al ingezet voor de day-ahead markt en balanceringsmarkten van TenneT. De vraag varieert per dag en seizoen maar we zien wel dat er in winter op alle markten vraag is naar flexibiliteit. Op dagniveau geldt dat de avondpieken de belangrijkste vraag naar flexibiliteit oplevert. Naarmate er meer vraag komt naar lokale congestiediensten zal er meer concurrentie ontstaan tussen deze deelmarkten. De toenemende activiteit van batterij-systemen op de flexibiliteitsmarkten is een potentiële bedreiging voor de marktpositie van flexibiliteit van de glastuinbouw, omdat dit de opbrengsten zal doen afnemen.

# Inzichten en vervolg

- **De glastuinbouw heeft veel potentieel om met inzet van haar flexibele vermogen een bijdrage te leveren aan het energiesysteem.**
  - Analyse van de casussen laat zien dat de sector zowel in intensief belaste netgebieden als in meer afgelegen gebieden een systeemrol kan vervullen.
- **Dit potentieel is toekomstbestendig.**
  - Inzet van flexibel vermogen kan op korte termijn bijdragen aan het oplossen van congestie en schaarste, én biedt een bouwsteen voor ontwikkeling van integrale en efficiënte inrichting van het energiesysteem op de langere termijn. Hierin is het vermogen om lokale systeembehoefte (opgaves) te vertalen naar een passende systeemrol voor glastuinbouw essentieel. Met andere woorden: vraag en aanbod dienen lokaal afgestemd en verbonden te worden.
- **Realisatie van het potentieel, een optimale systeembijdrage van de glastuinbouw, vereist:**
  1. **Ontwikkeling van integraal beleid.** Inzet van WKK's bepaalt in grote mate het flexibele vermogen van tuinders, huidig beleid de-stimuleert dit. Tegelijkertijd kan schaarste/ behoefte aan flexibel vermogen aanleiding geven om inzet van WKK's te continueren, al dan niet door (het beschikbaar stellen van) een duurzame brandstof.
  2. **Afstemming met de ontwikkeling van het brede energiesysteem.** Landelijke (strategische) keuzes en kaders dienen richting te geven aan lokale uitwerking.
  3. **Verduurzaming als randvoorwaarde** voor toekomstbestendige invulling van een systeemrol. Dit geeft tuinders perspectief en zekerheid (om te investeren).
  4. **Lokaal maatwerk** om te borgen dat lokale karakteristieken (infrastructuur, behoeften, mogelijkheden en vermogen/beweegruimte van de glastuinbouw) worden vertaald naar een optimale sectorale bijdrage.
  5. **Inachtneming van groeiende flexibiliteitsconcurrentie** door alternatieve bronnen (bv. batterijen), met gevolg voor inzet van de glastuinbouw; hier moet op geanticipeerd worden in beleids- en contractvorming.
  6. **Ontwikkeling van passende middelen** om de systeembijdrage te faciliteren. Hierbij valt te denken aan contactvormen, marktprikkels, aansturingmogelijkheden, etc..

**Kortom: het potentieel is duidelijk, maar niet direct toepasbaar.** Pilots zijn nodig om impact en invulling van de sectorale systeemrol in de praktijk te verkennen. Op basis hiervan kan een robuuste operationele strategie worden gedefinieerd, waarmee zowel de tuinder als het energiesysteem perspectief krijgt voor de toekomst.

# Vervolg

## Visie op sectorale systeemrollen

- Flexibiliteit, en daarmee flexibel vermogen, is een belangrijke component van de sectorale systeemrol, maar blijft **onderdeel van een breder pallet aan mogelijkheden waarmee de tuinder zijn beweegruimte kan benutten om een systeembijdrage te leveren**. De figuur hiernaast geeft een indicatie.
- De lokale invulling van een systeemrol is maatwerk om te borgen dat lokale impact en optimalisatie wordt gerealiseerd. Tegelijkertijd is dit een kans om de ontwikkeling van energiesysteem te sturen; om stil te staan bij hoe we ons toekomstige systeem willen inrichten en hiernaar te handelen. Dit vraagt gerichte (en onderbouwde) positionering en sturing, vanuit diverse stakeholders.
- De studie laat zien dat, mits slim gestuurd, de (duurzame) ontwikkeling van de glastuinbouwsector het brede energiesysteem kan optimaliseren, waarbij het systeem flexibeler, robuuster en autonomer wordt, én tegelijker lokaal opgaves zoals congestie het hoofd kunnen worden geboden. Maar landelijke kaders en sturende keuzes zijn hierbij randvoorwaardelijk, om richting te kunnen geven aan lokale uitwerking.
- Sectorale systeemrollen hoeven niet beperkt te blijven tot de glastuinbouw. Ook andere sectoren die gebruik maken van grote, stuurbare vermogens, kunnen via hun flexibiliteit of anderszins een systeemrol spelen. De inzichten uit de glastuinbouw kunnen hier uiteraard voor worden benut.

### Mogelijke invulling van sectorale systeemrol

Flexibel vermogen  
gericht inzetten

Overstap naar  
andere  
energiedrager

Koppelkansen  
benutten (diverse  
energiedragers)

Uitnutting GTV t.b.v.  
het energiesysteem

...

...

# Vervolg

## Pilots: intekenen van een glastuinbouw systeemrol

alliander

- Op basis van de studie is Alliander gestart met twee pilotgebieden waar we de systeemrol gaan intekenen: **Greenport Aalsmeer & Bommelerwaard**.
- Doel van deze pilots: definiëren van een systeemrol voor de glastuinbouw volgens win-win win insteek.
- **Aanpak van de pilots**
  1. We brengen de vertreksituatie in kaart: tuinders, topologie, inrichting ruimte, politieke keuzes, plannen, ontwikkeling, etc.
  2. We definiëren mogelijke invullingen van een systeemrol, en toetsen ze aan de integrale ontwikkeling van het energiesysteem.
  3. De passende invullingen nemen we mee naar de praktijk, om te onderzoek hoe deze gerealiseerd kunnen worden

*NB. De pilots zijn een leerschool waarvan we hopen dat ze tot integraal resultaat leiden, maar waaraan geen rechten ontleend kunnen worden.*



## Jessica Hofmann

Sectorlead Landbouw  
Energieplanologie

+31 6 48413668  
jessica.hofmann@alliander.com



## Joke Thijssen

Consultant sectorale transitie  
Energieplanologie

+31 6 24691137  
joke.thijssen@alliander.com

# Bijlagen

B1. toelichting methodiek

B2. toelichting flexibiliteit assets

B3. optimalisaties

B4. huidig gedrag



# Methodiek

## Algemene werkwijze

### Asset inzet algoritme:

1. Teelt-gebonden seizoenprofiel
2. Kosten-optimalisatie inzet assets, per kalenderdag

### Stappenplan parametrisering glastuinbouw asset vermogen:

Doel: Nabootsen van het gemeten glastuinbouw profiel voor een casus

1. Vaststellen jaarbelastingduurkromme gemeten glastuinbouw-profiel
2. 5% en 95% uurwaarden bepalen
3. Bij 0%, 5%, 95%, 100% uurwaarden vermogen aflezen
4. Afgelezen waarde herleiden tot asset vermogen parameters
5. Verificatie a.d.h.v. gemetenprofiel op dag, week en jaarbasis

*Bovengenoemde stappen worden op de volgende bladzijdes verder toegelicht.*

# Methodiek

## Asset inzet algoritme

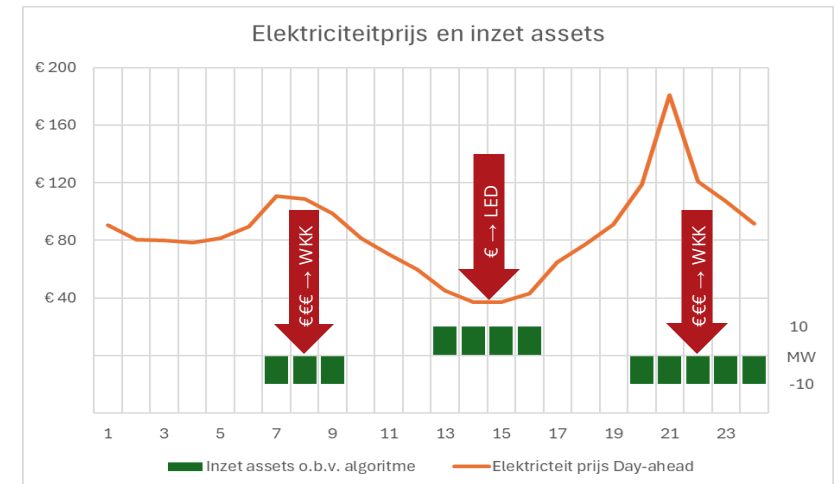
### Stap 1: Teelt-gedreven seizoenprofiel

- Het type teelt bepaalt de seizoensgebonden warmte- en lichtbehoefte.
- We gaan uit van verwarmde belichte teelt. Het seizoenprofiel is in het model verwerkt als een aantal (vollast)draaiuren per etmaal.
- We nemen aan dat deze draaiuren binnen een etmaal vrij in te plannen zijn door toepassing van bijv. een warmtebuffer.
- Deze parameter (maand-uur) is per asset en per maand ingevuld o.b.v. praktijkprofielen van tuinders en literatuurbronnen en is vervolgens geschaald naar verwachte aantal inzet uren per jaar, vanuit het Energy Market Forecast model van BlueTerra.

Warmte- en lichtbehoefte in draaiuren (uur/etmaal)		
Maand	WKK	LED
Januari	12	16
Februari	12	16
Maart	10	12
April	8	8
Mei	8	6
Juni	4	0
Juli	4	0
Augustus	4	0
September	8	6
Oktober	8	8
November	10	12
December	12	16
Totaal (uren/jaar)	3.042	3.042

### Stap 2: Kosten-optimalisatie inzet assets

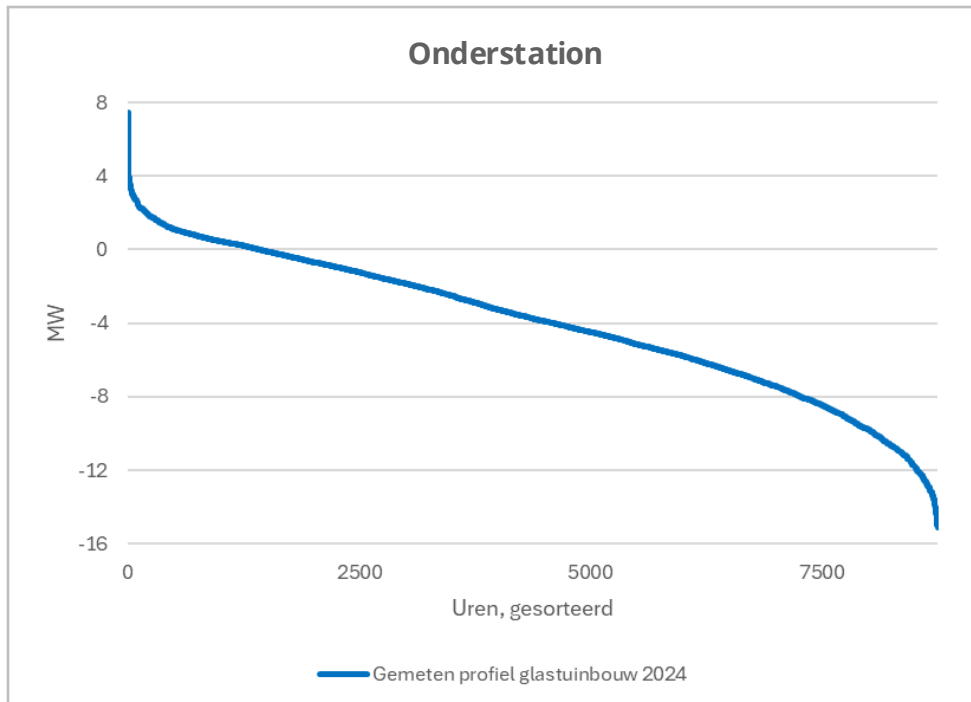
- Binnen elk etmaal wordt de inzet van flexibel vermogen gepland o.b.v. de day-ahead marktprijs van elektriciteit.
- Hierbij worden de meerkosten van netafname (nl. energielasting en netkosten) t.o.v. het gebruik van eigen opgewekte elektriciteit meegewogen voor de planning van de inzet van de belichting.



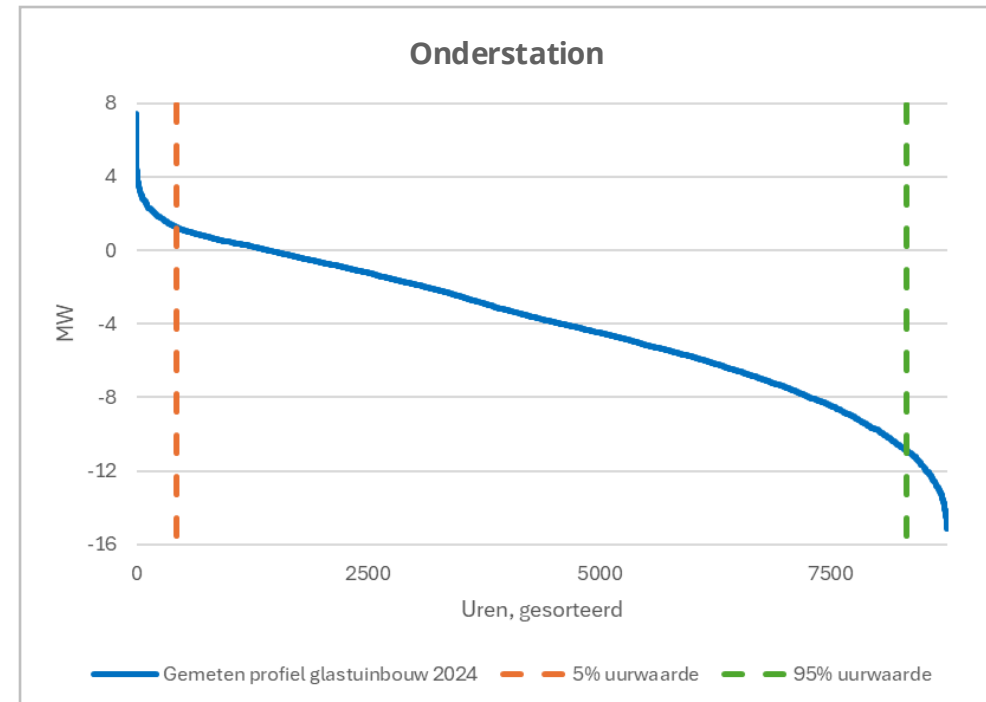
# Methodiek

## Parametrisering glastuinbouw asset vermogens – stap 1 & 2

Stap 1: de jaarbelastingduurkromme van de glastuinbouw herleiden uit de meet-data van 2024



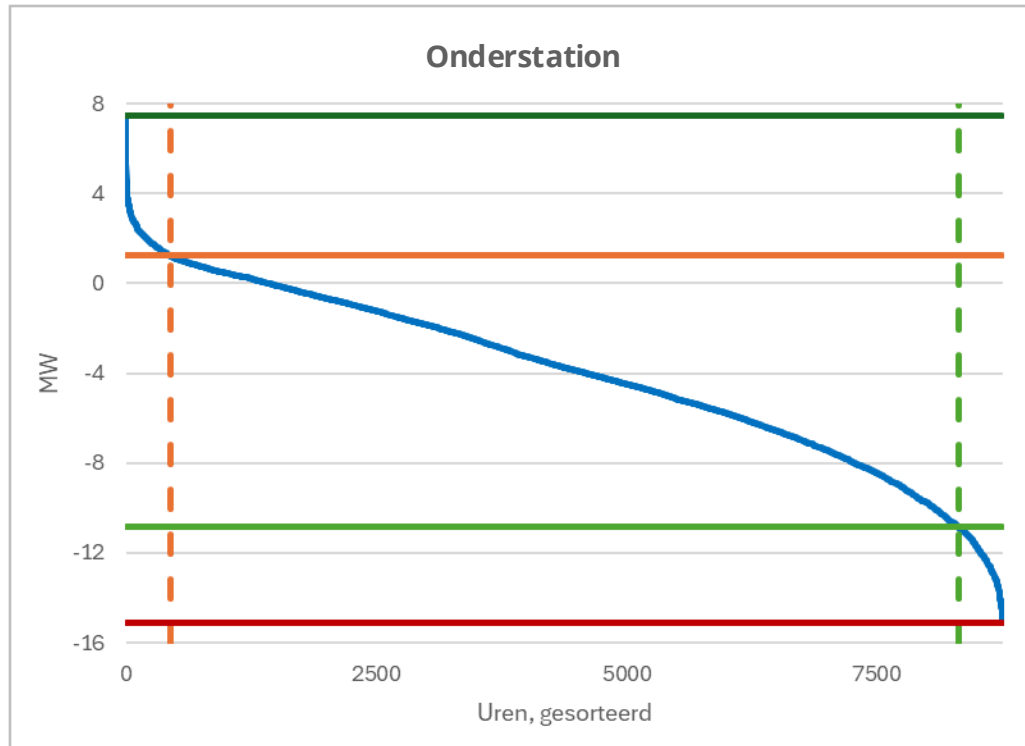
Stap 2: Bepalen van de 5% en 95% waarde (op uren, d.w.z. uur 438 en 8.277)



# Methodiek

## Parametrisering glastuinbouw asset vermogens – stap 3 & 4

Stap 3: De vermogens voor 0%, 5%, 95% en 100% bepalen



Stap 4: De vermogen-parameters toewijzen aan assets

Waarde	Vermogen	Asset
0%	7,5 MW	LED totaal
5%	1,2 MW	LED regulier
95%	-10,9 MW	WKK regulier
100%	-15,1 MW	WKK totaal

Asset	Vermogen
LED regulier	1,2 MW
LED piek	6,2 MW
WKK regulier	10,9 MW
WKK piek	4,3 MW

- **Regulier** vermogen wordt door het asset inzet algoritme ingepland.
- **Piek** vermogen wordt niet ingepland maar is wel *aantoonbaar* aanwezig.
- Het totale vermogen is voor flex-inzet beschikbaar.

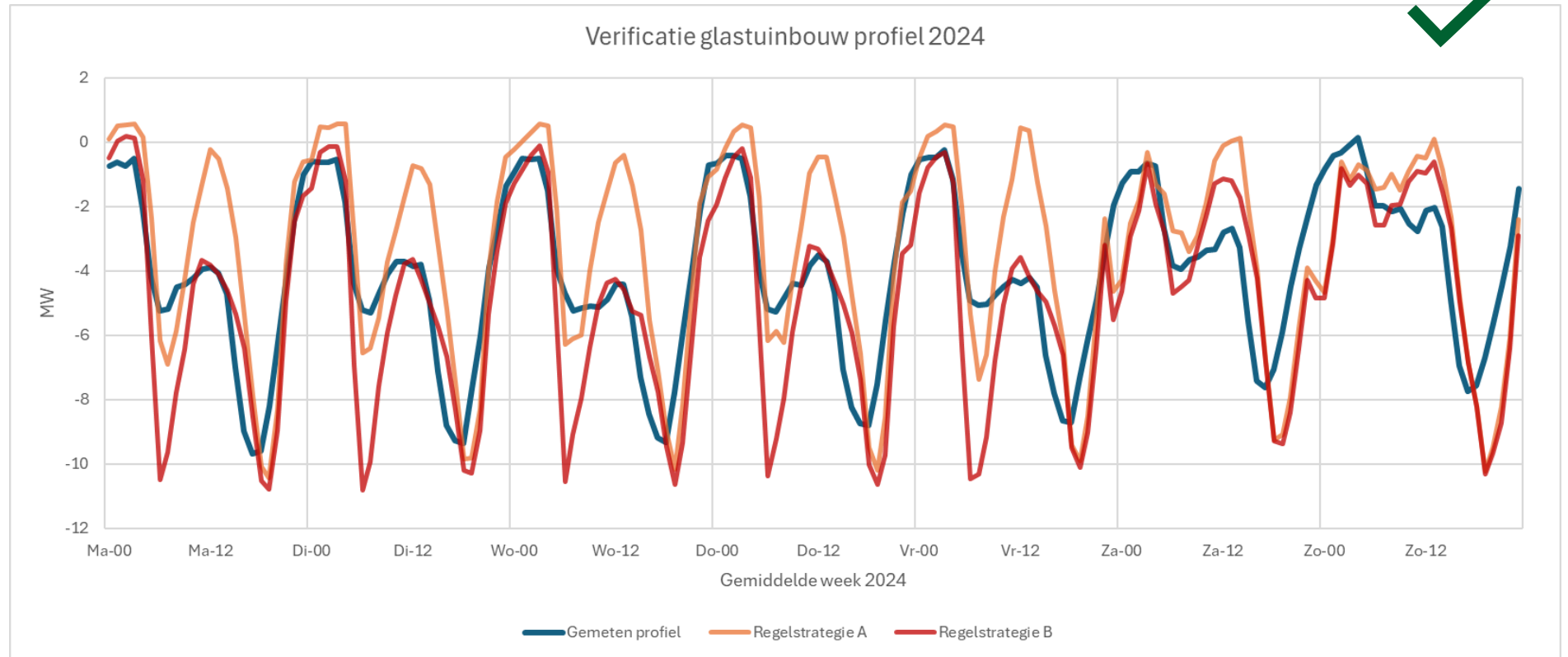
# Methodiek

## Parametrisering glastuinbouw asset vermogens – stap 5

Stap 5:

Als controleslag wordt het door het profiel, gegenereerd door het inzet-algoritme, vergeleken met het daadwerkelijke glastuinbouw-profiel van 2024.

Het gegenereerde profiel is wat extremer dan het daadwerkelijk profiel maar volgt de inzet trend goed. Onderstaand een voorbeeld van casus GreenPort Aalsmeer.



# Flexibiliteit per asset

## Overzicht



	Richting	Vermogen per ha (E)	Duur	beschikbaarheid	Inzetbaarheid	
WKK	↑	Leveren (indien niet gepland)	500 kW per ha	Onbeperkt bij geen warmtebenutting	Jaarrond	75% van de tijd beschikbaar
	↕	Later/eerder inschakelen dan gepland	500 kW per ha	8-24 uur per dag met warmtebenutting	September - maart (teeltafhankelijk)	Niet geschikt voor FCR
	↓	Niet-leveren (wel gepland)	500 kW per ha	Beperkt vanwege warmtebehoefte	September - maart	
LED	↕	Later/eerder inschakelen dan gepland	500 kW per ha	4-12 uur per dag	September - maart (zeer teeltafhankelijk)	
WP	↕	Later/eerder inschakelen dan gepland	20 kW per ha	X draaiuren per dag nodig, tijdstip staat vrij	September - maart	Niet geschikt voor FCR
	↑	Niet-aanzetten (warmte uit gasketel)	20 kW per ha	Onbeperkt	September - maart	
	↓	Wel aanzetten (warmte naar buffer)	20 kW per ha	Beperkt door buffercapaciteit		
E-boiler	↑	Niet-aanzetten (warmte uit gasketel)	500 kW per ha	Onbeperkt	September - maart	
	↓	Wel aanzetten (warmte naar buffer)	500 kW per ha	Beperkt door buffercapaciteit		
DAC	↕	Later/eerder inschakelen dan gepland	50 kW per ha		Maart - augustus (teelt afhankelijk)	Niet geschikt voor FCR/FRR
Geothermie restwarmte	↕	Later/eerder inschakelen dan gepland	20 kW per ha		September - maart	Niet geschikt voor FCR/FRR

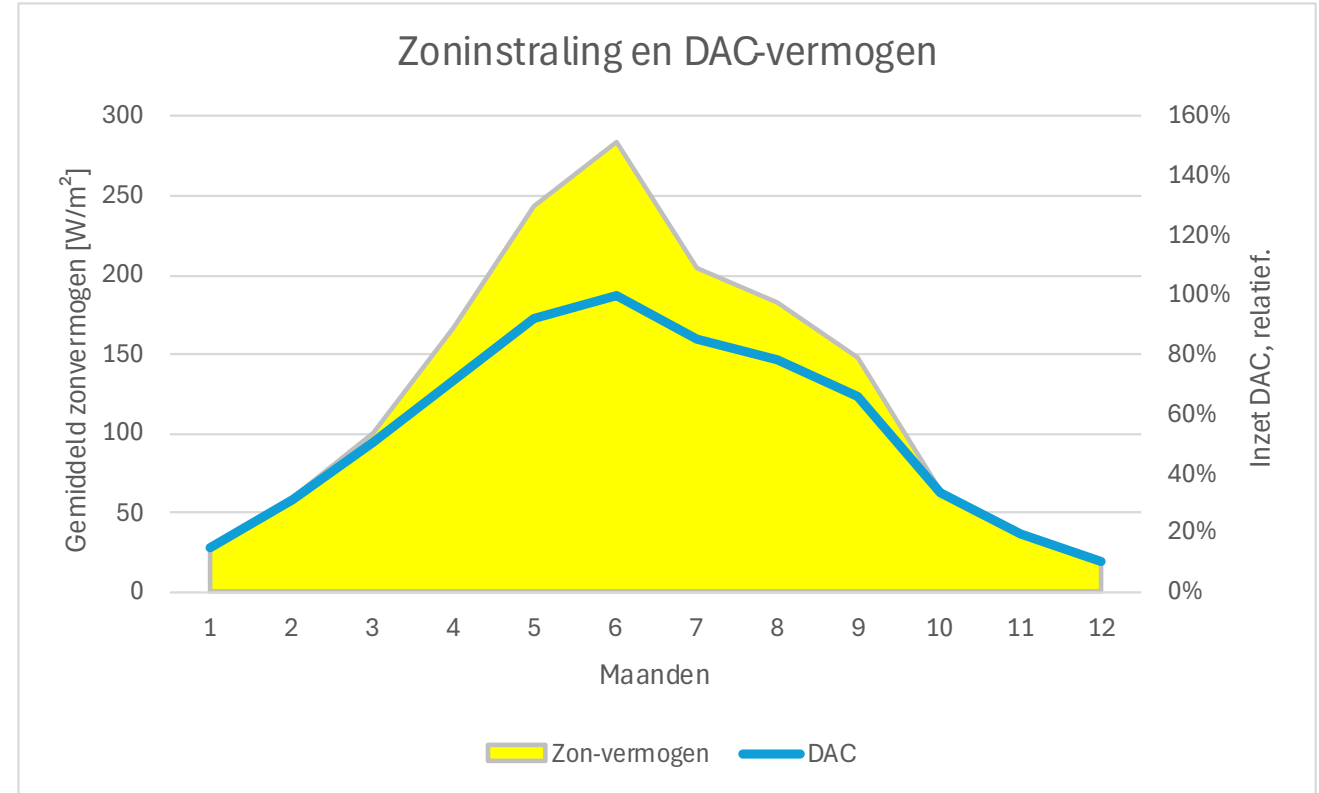
# Toekomstige rol decentrale CO<sub>2</sub>-productie

## Verdieping

Tuinders die overgaan op warmtepompen hebben vaak een alternatieve bron van duurzame CO<sub>2</sub> nodig. Dat kan met behulp van systemen die CO<sub>2</sub> uit de buitenlucht halen: Direct Air Capture.

De eerste demonstratieprojecten worden nu gerealiseerd. Qua vermogen zit DAC nu op 80 kWe/ha, maar dit zal naar verwachting nog 50% dalen. DAC volgt in hoge mate een zonPV opwekkingsprofiel en is daarmee goed inpasbaar in situaties met lokale opwek van zonPV zonder het verbruik te laten groeien cq de nettekorten te verhogen.

DAC voegt, mits slim aangestuurd, daarom naar verwachting weinig toe aan een lokaal nettekort. Wel kan de DAC helpen om een transitie naar warmte te faciliteren, door hierbij de CO<sub>2</sub> behoefte in te vullen. Dit vermindert vraag op het elektriciteitsnet.



# Optimalisaties

## Vergroten van toepasbaarheid

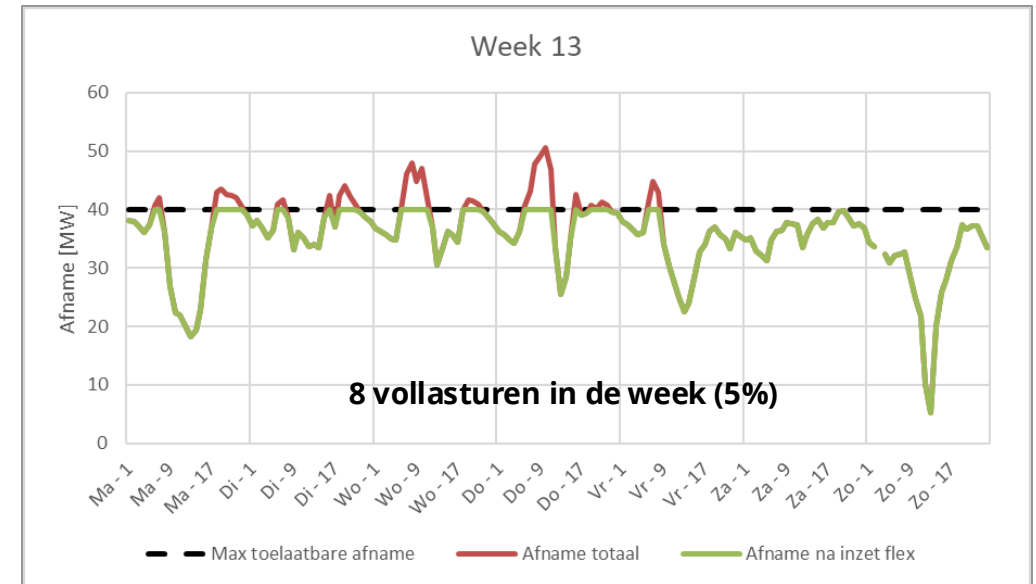
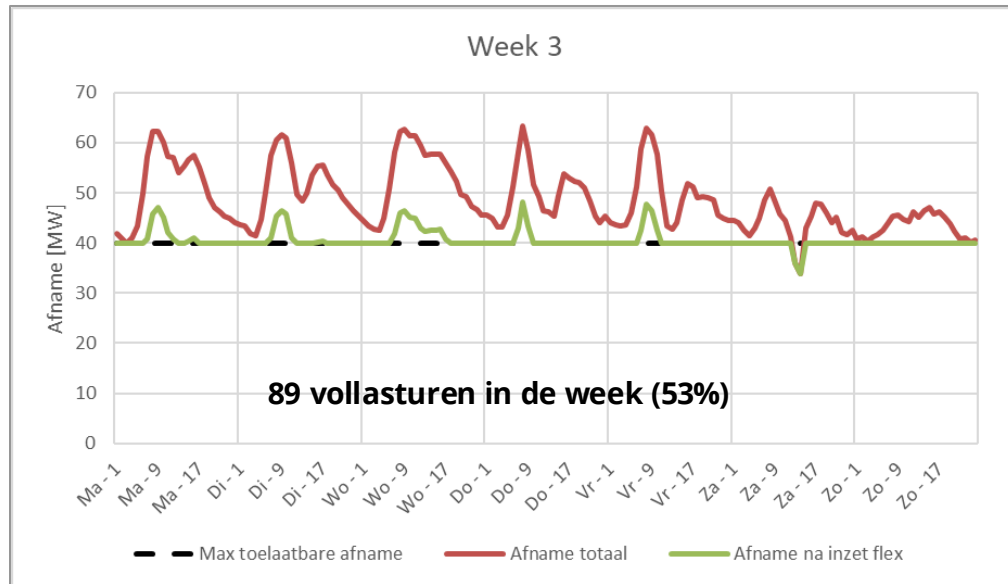


Op de volgende bladzijdes beschouwen we een viertal optimalisaties om de systeemrol van de glastuinbouw nader te onderzoeken:

1. Integrale aanpak met andere gebruikers
2. Toevoegen accu
3. Vergroten warmtebuffer
4. Vergroten WKK capaciteit op dezelfde warmtevraag

# Integrale aanpak met andere gebruikers

## Casus Greenport Aalsmeer

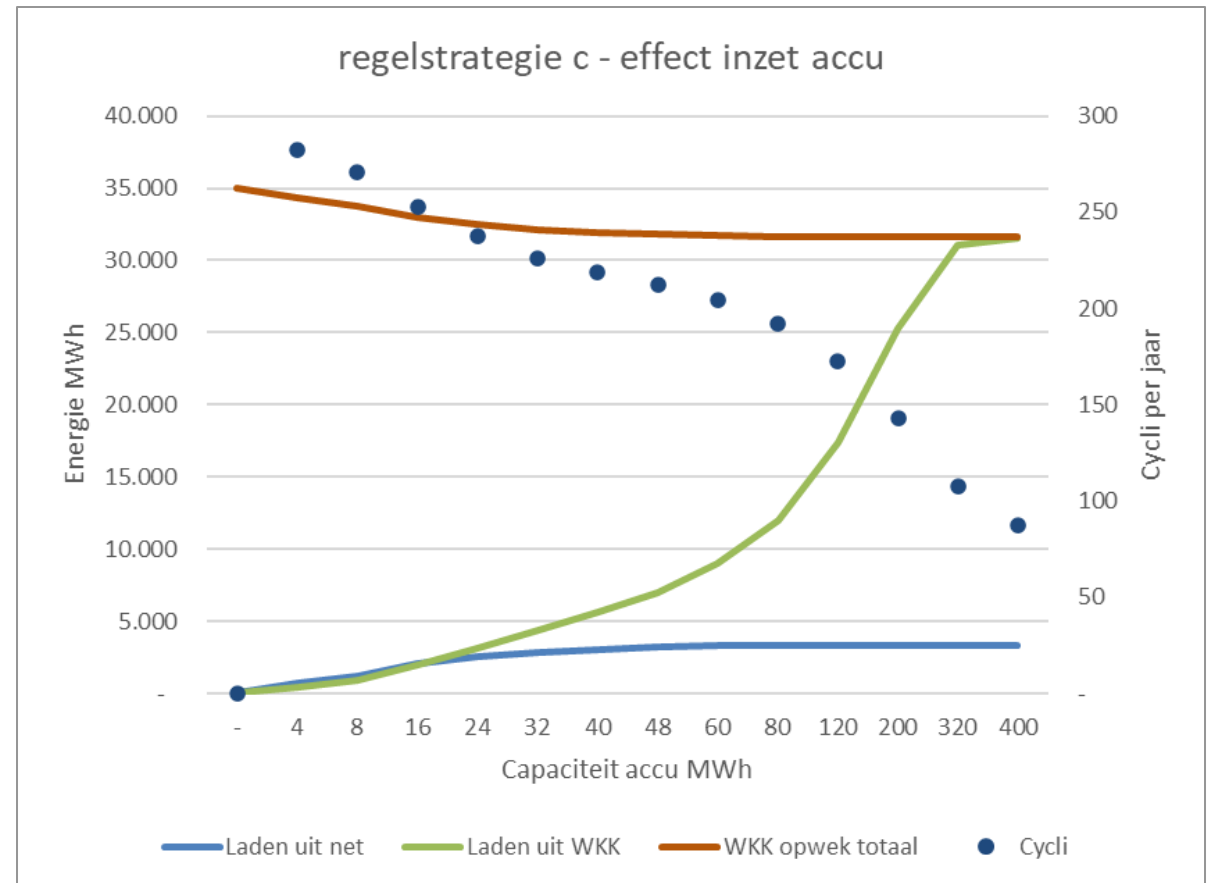


- Het huidige energiesysteem kent een gebrek aan integraliteit; ze omvat 'hokjesbenadering' (iedere speler eigen beleid/ aanpak), wat integrale optimalisatie in de weg zit.
- Om te bepalen wat de mogelijkheden zijn om in samenwerking met andere gebruikers de volledige piek in te vullen, zoomen we in op een aantal weekprofielen van de casus Greenport Aalsmeer.
- In de wintermaanden met een groot aandeel klimaatgebonden verbruik vanuit warmtepompen zien we een vrij structureel en groot vermogenstekort gedurende een week, zie het voorbeeld van week 3 hierboven. Dan is meer dan de helft van de week vermogen nodig. Dit is lastig oplosbaar door slim te regelen.
- In de jaarbelastingduurkromme zagen we ook een zeer hoge piek voor korte duur. Die zien we terug in week 13 als de algehele vraag lager is. Deze vraag is wel beter weg te regelen door pieken slimmer op elkaar af te stemmen.

# Toevoeging van accu

## Situatie 2040: regelstrategie c met batterij

- Een accu kan 2 rollen spelen in het verminderen van tekorten:
  1. Minder WKK uren door beter gebruik van netcapaciteit
  2. Verlagen tekort door beter gebruik flex vermogen
- Uit een nadere analyse blijkt dat bij inzet van batterijen t/m 24 MWh nauwelijks een extra effect optreedt: net en WKK worden vol belast. Pas bij zeer grote capaciteit batterijen wordt er extra geladen maar bij een zeer laag aantal laad- ontladcycli. Dit maakt deze oplossing niet kosteneffectief.
- Mogelijk kan in de toekomst meer worden bereikt met batterijen met goedkope en hoge volumecapaciteit (bv flowbatterijen)



# Vergroten warmtebuffer en WKK vermogen

## Bredere toepasbaarheid

alliander

- Het vergroten van de WKK vermogens bij gelijkblijvende warmtevraag is interessant omdat er meer capacitef vermogen beschikbaar is. Een nieuwe warmte-geïntegreerde WKK (bijv. bij glastuinbouw) is beter dan een stand-alone gasmotor voor congestiemanagement.
- Een WKK kan ook geplaatst worden bij niet-belichte teelt voor benutting van de warmte vanwege gelijktijdige seizoensgebonden vraag tussen warmte en elektriciteit.
- Het vergroten van de warmtebuffer (tankbuffer) helpt niet bij het verder verkleinen van het nettekort.

<b>Regulier vermogen (10+5 MW, regulier + piek)</b>					
Samenvatting tekorten		Huidig	Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	24,5	24,5	13,2	46%
Aantal uren tekort per jaar	h/jr	2.680	2.680	455	83%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	14.594	14.594	1.541	89%
Samenvatting Integraal		Huidig	Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max vermogen	MW	60,5	60,5	49,2	19%
Afname behoefte	MWh/jr	275.090	275.090	275.090	
Tekort relatief	%	5,3%	5,3%	0,6%	

<b>Dubbel vermogen (20+10 MW)</b>					
Samenvatting tekorten		Huidig	Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max tekort	MW	29,5	29,5	-	100%
Aantal uren tekort per jaar	h/jr	3.025	3.025	-	100%
Energie tekort per jaar	MWh/jr	19.982	19.982	-	100%
Samenvatting Integraal		Huidig	Totaal	na inzet flex	reductie flex
Max vermogen	MW	65,5	65,5	36,0	45%
Afname behoefte	MWh/jr	274.971	274.971	274.971	
Tekort relatief	%	7,3%	7,3%	0,0%	

# Huidig gedrag

## Glastuinbouw in huidige situatie al congestieverzachtend

- Een hoge netbelasting (afname) valt bijna altijd samen met een hoge elektriciteitsprijs.
- De glastuinbouw plant de inzet van energie-assets ook o.b.v. energieprijzen. Hierdoor werkt de glastuinbouw nu al in hoge mate (95%) congestieverzachtend, met name in de ochtend en avondpiek. Dit is te zien in de grafiek rechts.
- Toch zijn er momenten dat de glastuinbouw juist congestieverzwarend opereert. De vraag is hoe er in die situaties alsnog netvriendelijk geopereerd kan worden.
- Het huidige politieke beleid stuurt weg van inzet van de WKK vanuit duurzaamheidsambitie. Dit zal leiden tot minder inzet van de WKK en daarmee minder waarde voor het energiesysteem; met andere woorden, de glastuinbouw zal een minder “dempende werking uitoefenen” op het energiesysteem.
- De vraag is of dit wenselijk is, gezien huidige tekorten en congestie.

