



hoogheemraadschap  
Hollands  
Noorderkwartier

# Praktijkervaring Sturen op Energie

JIP Slim malen  
14 maart 2019

# Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier



## Waterbeheer:

- 20.000 km polderwater
- 530 km boezemwater
- 361 poldergemalen
- 3 boezemgemalen
- 4.000 stuwen

## Waterveiligheid

- 341 km dijken
- 84 km zandige kust
- 1016 km regionale waterkering

## Schoonwater

- 100 mln m<sup>3</sup> afvalwater zuiveren per jaar
- 15 rioolwaterzuiverings-installaties
- 1 slibdrooginstallatie
- 560 km persleiding
- 241 rioolgemalen

## Wegbeheerder

- 1440 km openbare weg:
- 200 km fietspad

## In deze presentatie

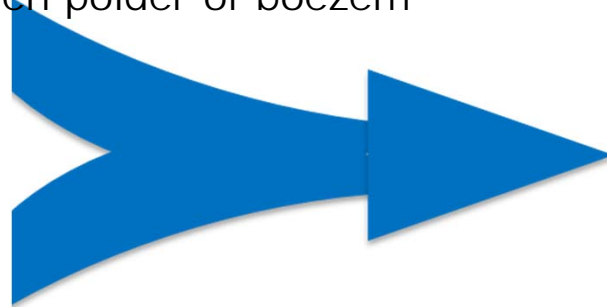
- Geschiedenis van watersysteem als elektriciteitsbuffer naar slim malen.
- Resultaten pilot Wieringermeer.
- HHNK gaat verder, project Texel



# Watersysteem sturing ontstaan door twee ontwikkelingen

Optimalisatie watersysteem:

- Gebiedsregelingen
- Afstemmen inlaten stuwen en gemalen in één polder of boezem



Watersysteem als elektriciteitsbuffer

Energiesturing:

- programmaverantwoordelijkheid
- Besparen op energierekening



# Optimalisatie watersysteem

2006 winnaar prijsvraag HHNK

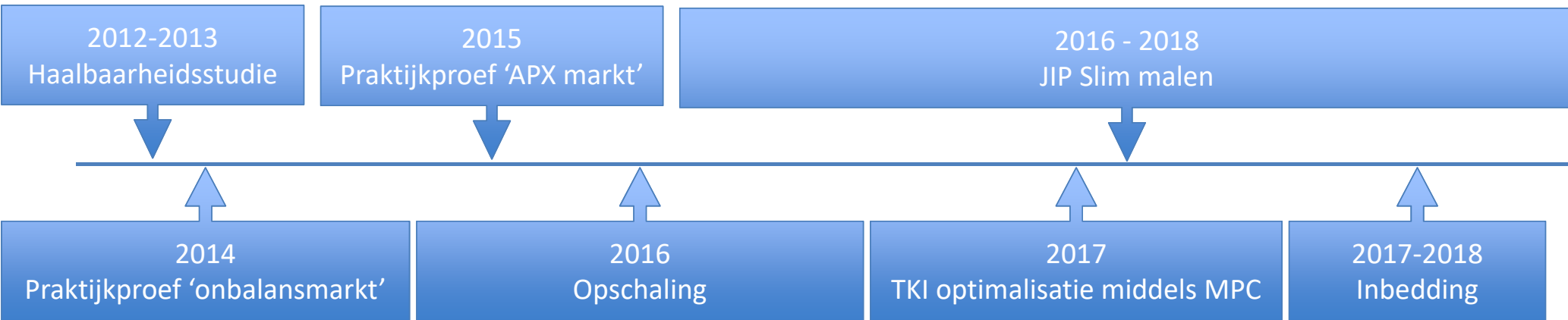
- Efficiëntie in peilbeheer door inzet gebiedsregelingen
- Afstemmen inzet gemalen, stuwen en inlaten.
- Minder doorspoelen, minder gebiedsvreemd water, minder energiegebruik.

2008, ontwikkeling ControlNext

- Sturing door gebruik van neerslag afvoermodellen.
- Ontwikkeld door Deltaris en Nelen & Schuurmans

# Waar komen we vandaan?

Van analyse tot opschaling



# Waar komen we vandaan?

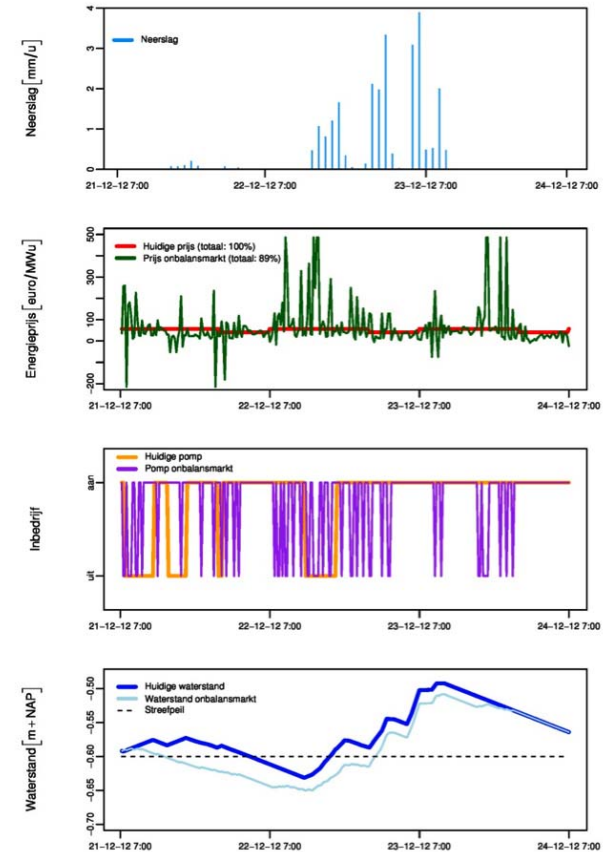
## 2012-2013

Haalbaarheidsstudie:

- Analyse over het jaar 2011
- Artikel H2O: duurzaam peil- en energiebeheer

## Conclusies

Potentiële besparing van 25% in energiekosten



# Waar komen we vandaan?

## 2014

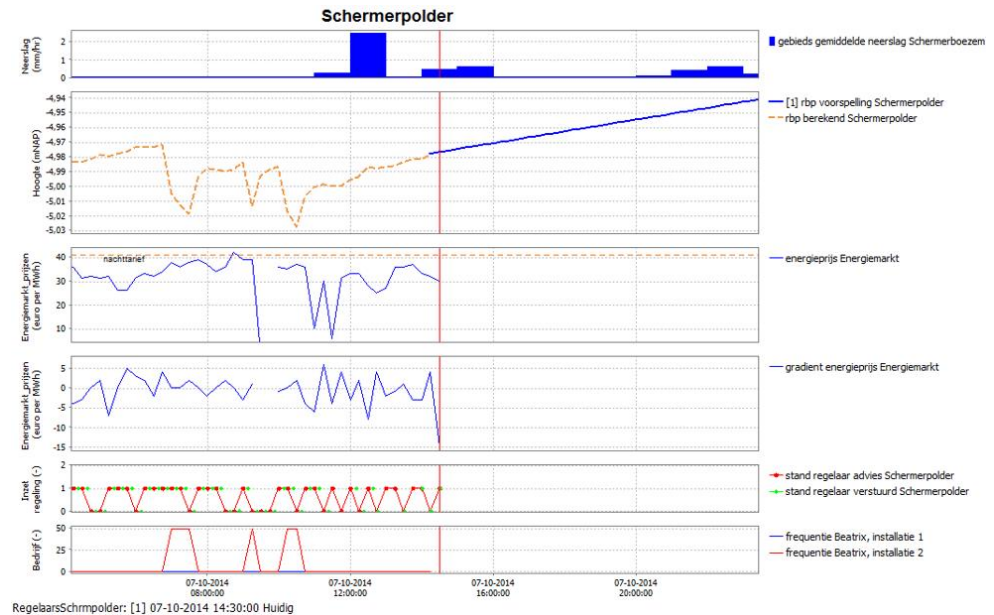
Praktijkproef:

- Sturen op de 'onbalansmarkt' voor Beatrix gemaal
- Artikel H2O: Pompen als het waait

## Conclusies

Besparing van 15%

Te hoog frequent schakelen





# Waar komen we vandaan?

2015

Praktijkproef:

- Sturen op de 'APX markt' voor Waterlandse boezem



## Conclusies

85% van de tijd vasthouden aan aangegeven energieafname

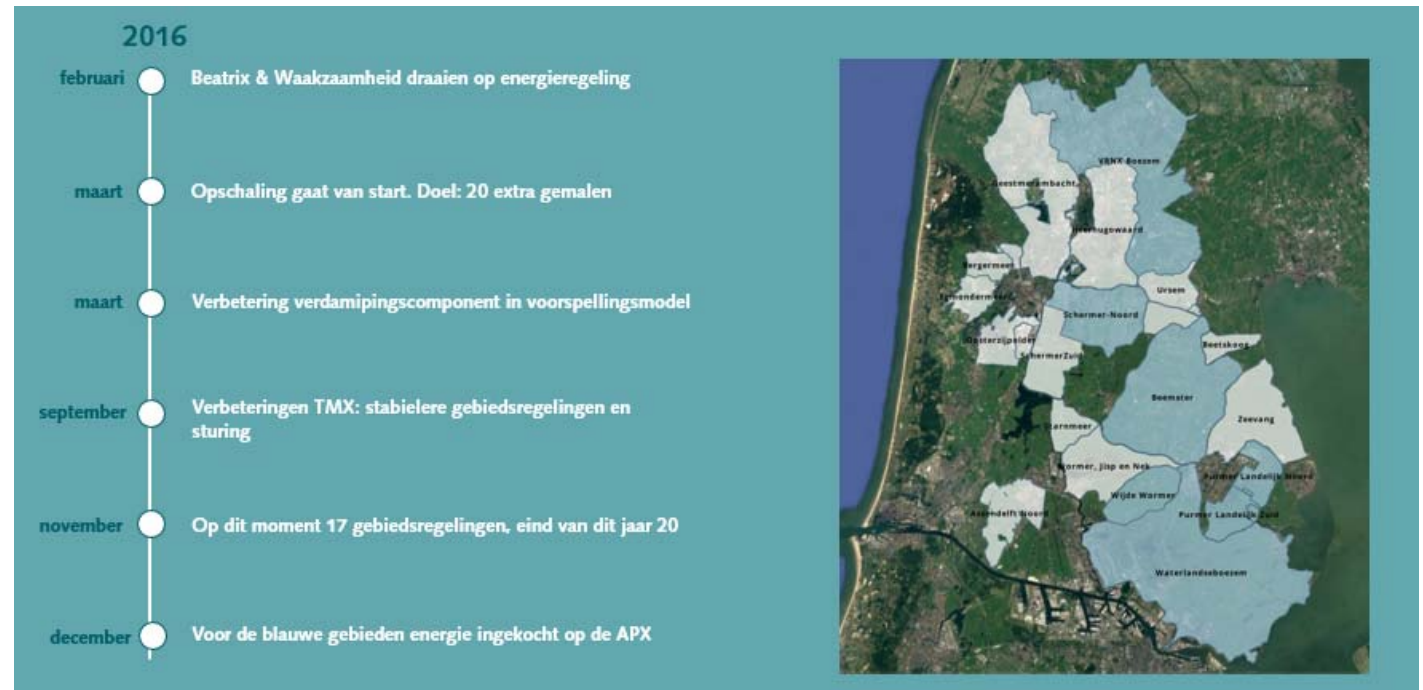
Energiemarkt	Energieprijs	Dynamiek
vast tarief	vast	
dag-nachttarief	vast	
APX markt	dag van tevoren	
onbalansmarkt/regelvermogen	instantaan	

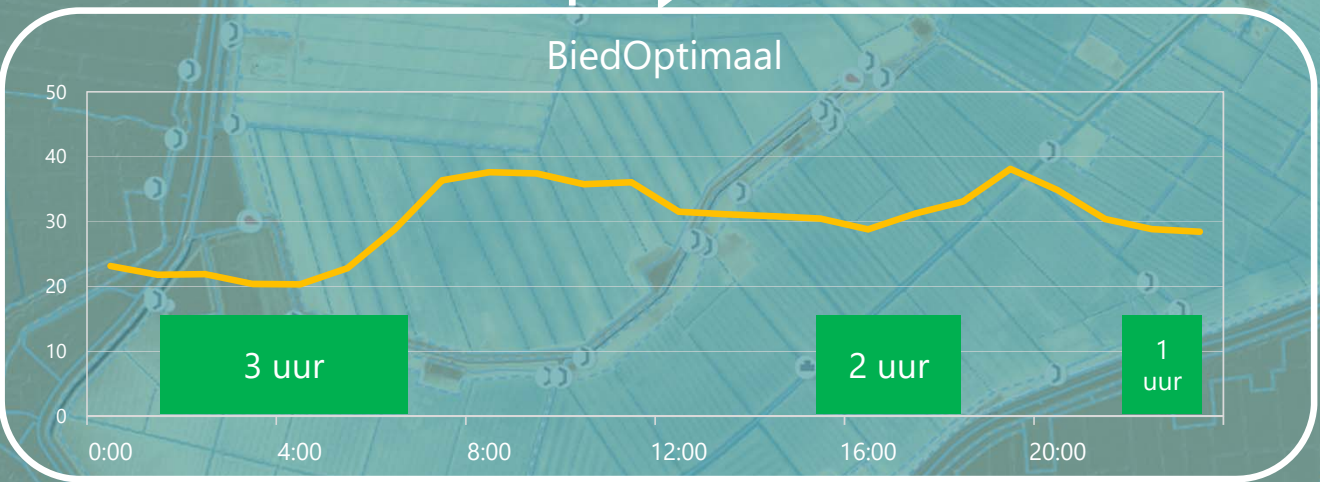
# Waar komen we vandaan?

## 2016

Opschaling fase 1:

- Opschalen naar 20 gemalen





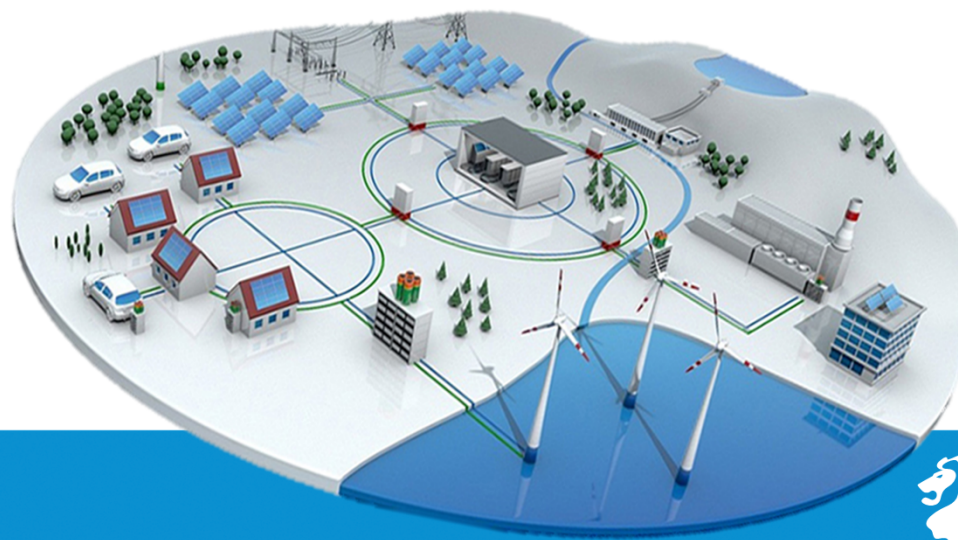
## Deelname slim malen, doet HHNK mee?

- Idee van Waterschap Zuiderzeeland
- Software ontwikkelen voor inzet gemalen op basis van:
  - Optimalisatie peilbeheer
  - Energieprijzen
  - Pompdement nieuw
- Samen met Universiteit Eindhoven, Deltares, Nelen& Schuurmans, andere nog uit te benaderen waterschappen.
- Post Doctoraal gaat wetenschappelijk onderbouwen.



## Waarom meedoen?

- Op hoog rendement malen betekent minder energieverbruik
- We willen omschakelen naar duurzame energiebronnen.
- Aanbod van zon en wind lopen niet gelijk met ons ritme van energieverbruik.
- Elektriciteit is moeilijk op te slaan. Vraag en aanbod moeten in balans.
- Balancering is misschien wel de grootste uitdaging van de hele energietransitie.
- Energieverbruik afstemmen op aanbod levert ook nog eens geld op.



## Deelname HHNK.

- Is vervolg op inzet watersysteem als electriciteitsbuffer.
- Sluit aan op ambitie HHNK in 2025 100% CO2 neutraal.
- Ontwikkeling verbetering ControlNext.

### Ja HHNK doet mee !

- We willen een pilot deelnemer zijn
- Brengen Wieringermeer in als cases
  - Diepe polder
  - Grootste energieverbruiker van Watersystemen.
  - Sluit uit op Waddenzee, dus onder invloed van eb en vloed.
- Voorwaarden willen echte implementatie dus echt sturen.



hoogheemraadschap  
**Hollands**  
**Noorderkwartier**

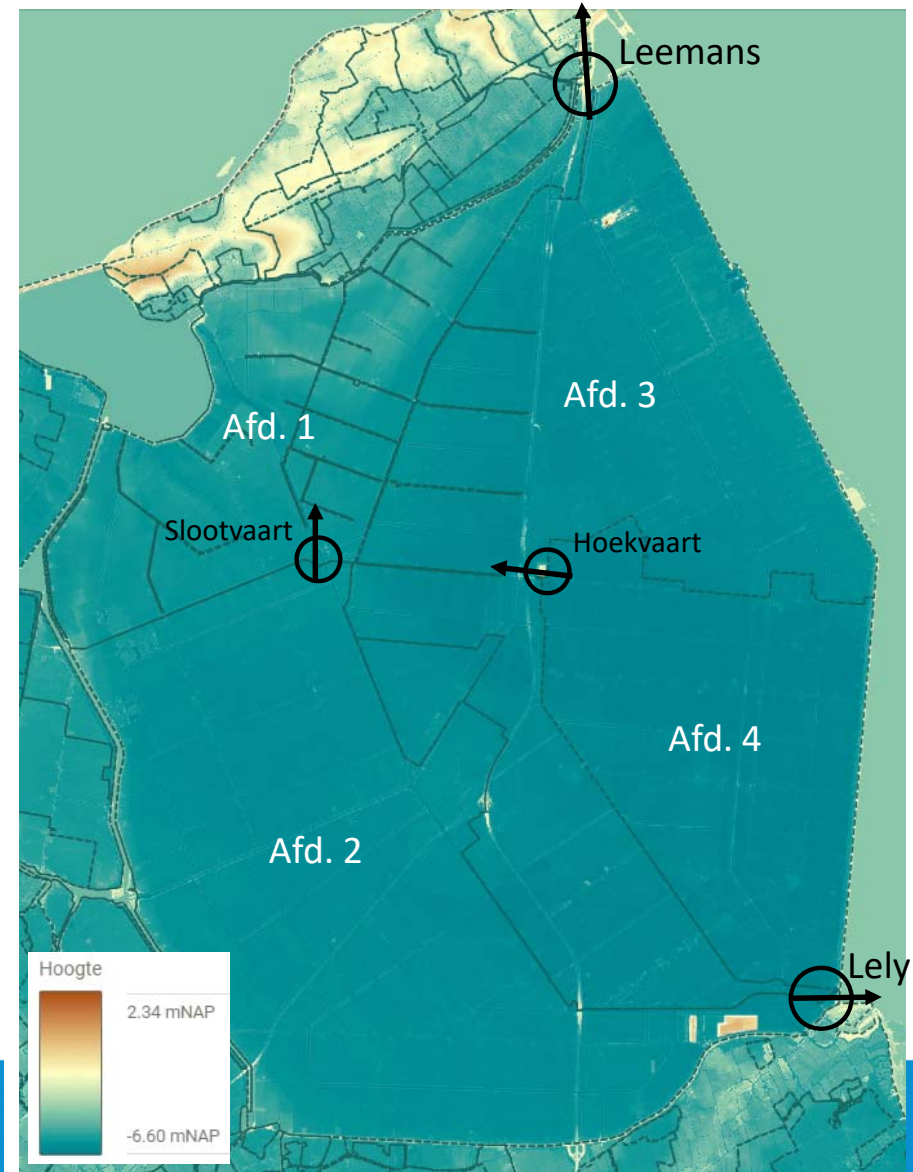


# Waar komen we vandaan?

## Pilot Wieringenmeer

### Kenmerken van het gebied

- Vier afdelingen (totaal 19.764 ha.)
- Diepe polder:
  - Afd. 1: -4.60 mNAP
  - Afd. 2: -5.40 mNAP
  - Afd. 3: -6.10 mNAP
  - Afd 4: -6.70 mNAP
- 4 gemalen



# Waar komen we vandaan?

## Pilot Wieringenmeer

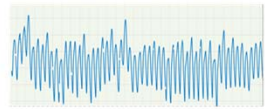
### Doelen:

- Handhaving van het peilbesluitpeil en de vastgelegde marges in de vier afdelingen;
- Pompen op tijden wanneer energie goedkoop is, op basis van de APX-markt;
- Pompen wanneer de rendementscurve (Q-H-kWh) optimaal is.



# Waar komen we vandaan?

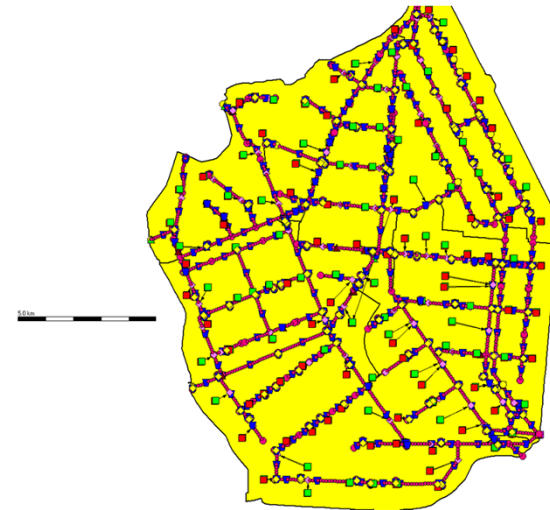
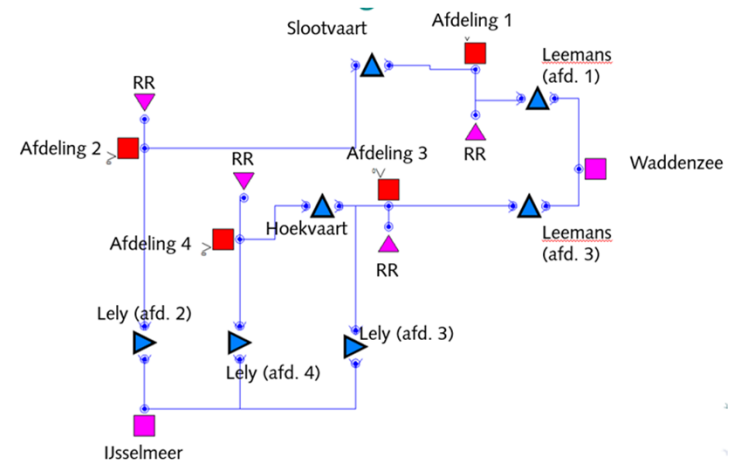
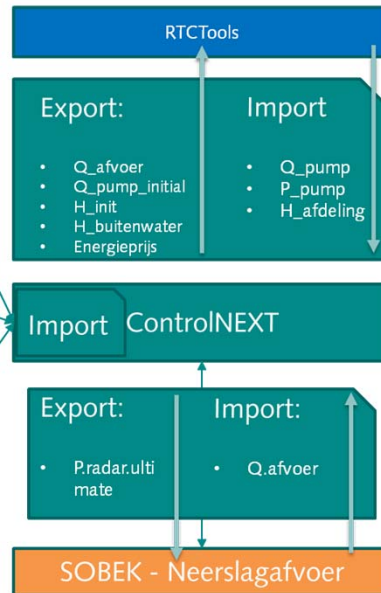
## Pilot Wieringenmeer



Buitenwaterstanden

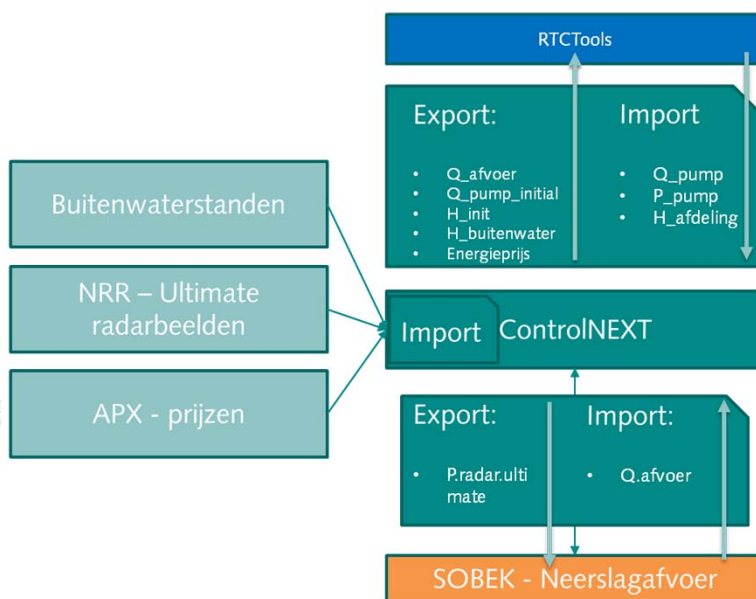
NRR – Ultimate radarbeelden

APX - prijzen

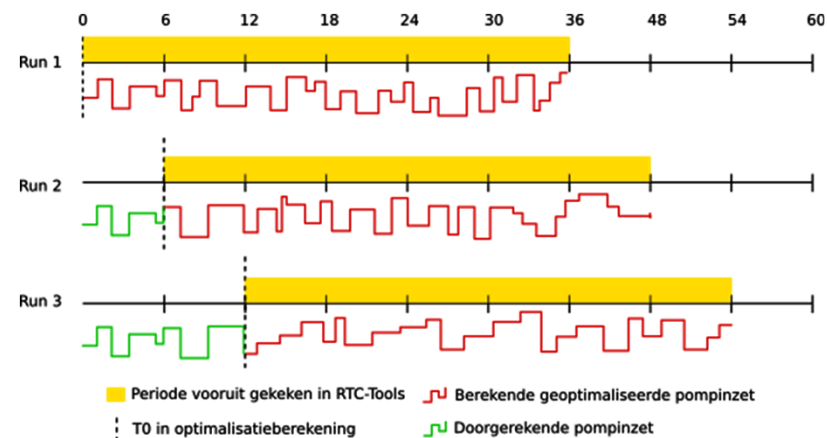
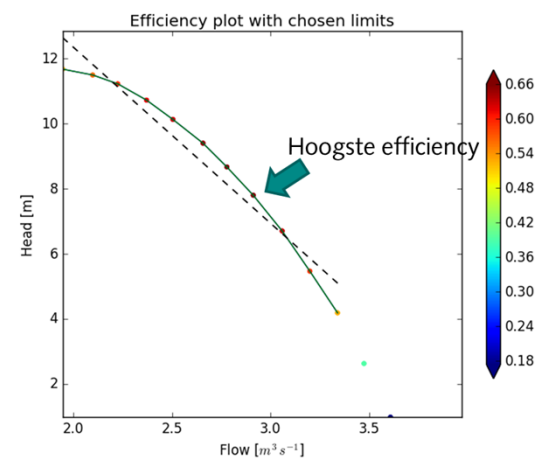


# Waar komen we vandaan?

## Pilot Wieringenmeer



Leemans (ard. 3)



# Waar komen we vandaan?

Pilot Wieringenmeer

	Meting	Optimalisatie	Afname
Som draaiuren Leemans, Lely, Slootvaart en Hoekvaart (uur/Mm <sup>3</sup> )	163.45	53.28	67%
Som verbruik Leemans, Lely, Slootvaart en Hoekvaart (MWh/Mm <sup>3</sup> )	24.28	20.41	16%
Som kosten Leemans, Lely, Slootvaart en Hoekvaart (€/Mm <sup>3</sup> )	980.43	696.60	29%

## Resultaten van de modelstudie

Ten opzicht van het reverentiejaar:

- Nemen het aantal draaiuren af
- Het energie verbruik neemt af
- Rendement Leemans neemt toe
- De energiekosten dalen.
- Levert een besparing in geld en CO2 uitstoot

Model laat zien:

- Lely en Leemans vrij inzetbaar.
- 77% water uitgeslagen door Lely = energetisch meest efficiënt.
- Water uit Wieringermeer is brak

*Andijks drinkwater te zout,  
PWN stopt inname vanuit het IJsselmeer*

Bij beperkte inzetbaarheid Lely.

- Nemen de energiekosten af met ca 9-15%

Noot: Resultaten zijn op basis van modelstudie's. In de praktijk moet geregeld worden met voorspellingen van weer, getijde en energieprijzen.

# Waar komen we vandaan?

MPC versus beslisregels

## Doel:

Sinds 2010 een automatische RTC systeem voor de boezemsystemen

Regeling op basis van beslisboom

Leidt het gebruik van MPC in ControlNEXT regelingen tot verbeteringen in vergelijking tot de huidige regelingen die zijn opgebouwd uit rekenregels

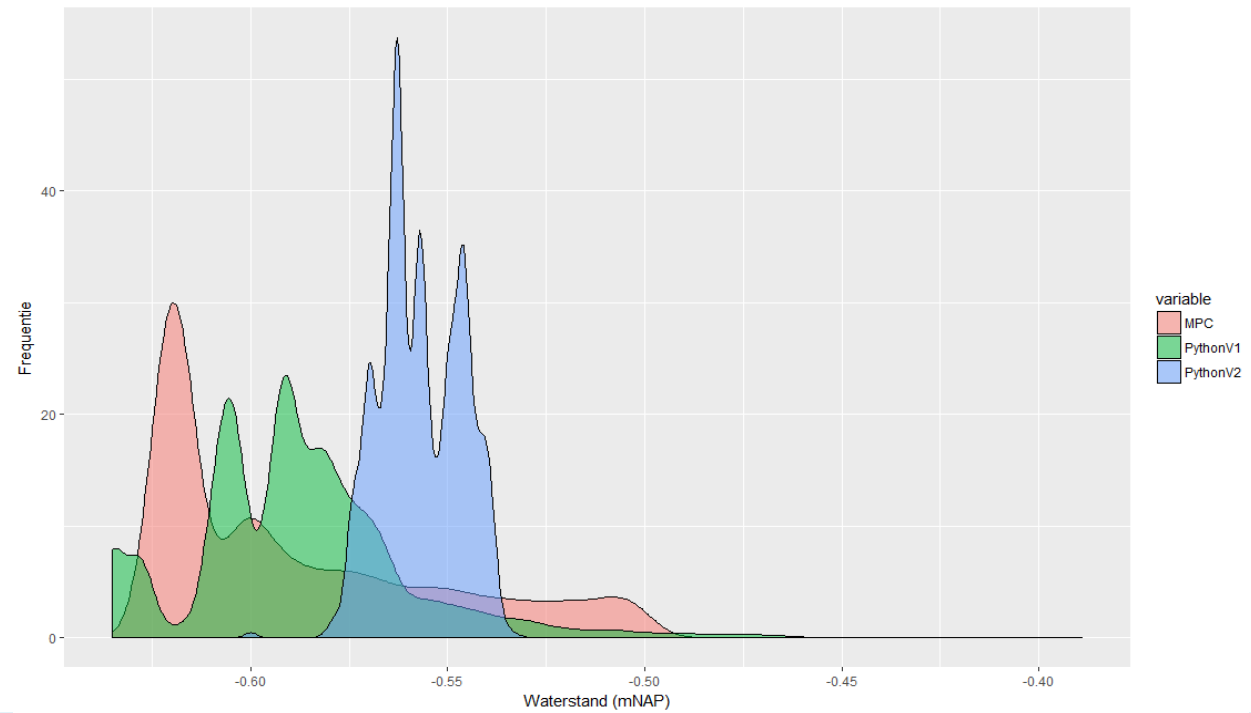
Beoordelen op drie aspecten: inhoudelijk, technisch, beheer

Gebruikmakend van RTC-Tools toolbox

# Waar komen we vandaan?

MPC versus beslisregels

Peilfluctuatie



# Waar komen we vandaan?

MPC versus beslisregels

Energiekosten

	MPC regeling	Python regeling v1	Python regeling v2
APX tarief (€/jaar)	2800	2805	3030
Daggemiddelde APX tarief (€/jaar)	3064	2969	3062
Besparing sturing (%)	8,6	5,5	1,0
Dag/Nacht tarief (€/jaar)	3292	3200	3016

# Waar komen we vandaan?

## MPC versus beslisregels

### Conclusies:

De Python regeling v1 stuurt onvoldoende op peilhandhaving waardoor het peil geregeld buiten de wenselijke bandbreedtes valt. Dit is los van dit project reeds geconstateerd en heeft geleid tot implementatie van de Python regeling v2. De Python v1 regeling is hierdoor geen realistische vorm van sturing om in gebiedsregelingen toe te passen. Deze sturing leert ons echter wel dat minder strak sturen op peil een forse afname van het inlaatdebiet kan opleveren.

In principe leidt sturing in de vorm van een MPC regeling (geprioriteerde goal functies) tot een optimalere oplossing dan sturing via vooraf gedefinieerde beslisregels, omdat dergelijke regels onbedoeld een optimalisatie domein kunnen uitsluiten. De mate waarin MPC (of sturing op beslisregels) op energie kan sturen, hangt sterk af van de speelruimte die de regeling krijgt. Als er teveel en/of onnodig beperkende functies van hogere prioriteit zijn gedefinieerd resteert er onvoldoende ruimte om te sturen op energie. Met de doelfuncties toegepast in deze studie is een beperkte winst in energiekosten geboekt. Tevens is sturing op energieprijzen niet toegepast op de Python regelingen waardoor een vergelijking met de MPC regeling niet goed mogelijk is. Tot slot is het vermoeden dat het aanhouden van ruime marges voor het peil verreweg de belangrijkste factor is voor het besparen op energiekosten. Het creëren van die marge kan zowel onder een MPC als een sturing met beslisregels.

De huidige software voor (operationele) sturing via een MPC model is nog verre van optimaal. Het is hierdoor niet mogelijk om alle potentie van MPC te benutten. Met de huidige solver lopen de rekentijden voor het oplossen van het optimalisatieprobleem als snel hoog op voor de gewenste tijdshorizon. De software raakt in de problemen bij toename in de optimalisatiehorizon, gebruik wordt gemaakt van mixed integer instellingen (bijv. pomp stappen) en/of rekening wordt gehouden met onzekerheden (tree-based optimalisatietechniek). MPC wordt naarmate het aantal doelfuncties toeneemt relatief steeds effectiever ten opzichte van sturing op basis van beslisregels. Als er rekening gehouden moet worden met (te)veel handelingen en/of domeinen zijn de gevolgen van een beslissing voor mensen niet meer te overzien en is het opzetten van een goede beslisboom niet goed mogelijk.

Bij eenvoudige sturing is de methodiek van sturing via beslisregels eenvoudiger te implementeren en beheren dan MPC. Als het aantal factoren waarmee rekening moet worden gehouden (doelfuncties) toeneemt, wordt MPC met geprioriteerde doelen echter overzichtelijker dan een regeling op basis van een beslisboom.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek is gebleken dat er veel ontwikkeling plaats vindt in het softwarepakket voor MPC, RTC-Tools, waardoor deze techniek op afzienbare termijn waarschijnlijk in al haar facetten is in te zetten.

Bij MPC is niet expliciet na te gaan waarom een bepaalde beslissing optimaal is. Dit vereist dat de doelfuncties één voor één worden toegevoegd en gevoeligheidsanalyses met instellingen nodig zijn. Door de resultaten van een extra functie of een aangepaste functie over een historisch jaar te beoordelen kan worden ingeschat hoe groot en wenselijk het effect is.





# Energieproject Texel

Verduurzamen energieverbruik van HHNK op Texel



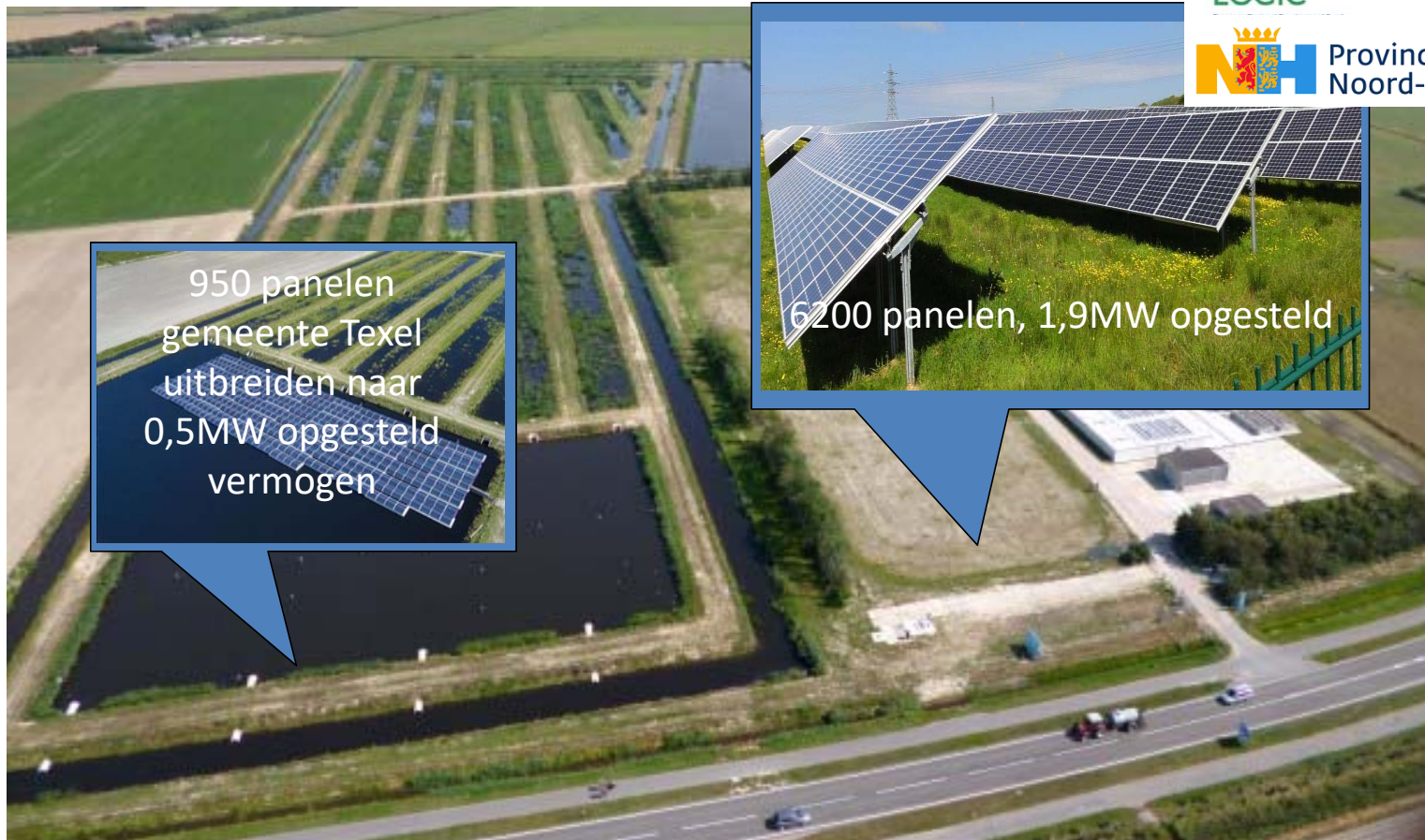
Gemeente Texel **.txl**

**liander**



Hoogheemraadschap  
Hollands  
Noorderkwartier

# Wat willen we realiseren?



950 panelen  
gemeente Texel  
uitbreiden naar  
0,5MW opgesteld  
vermogen

6200 panelen, 1,9MW opgesteld

**Eigen opwekking ter grote van totale stroomverbruik op Texel van HHNK en 25% van stroomgebruik van de gemeente**

# Uitdaging 1:

Hoe krijgen we dit vermogen het net op?

Interreg  
North-West Europe  
LOGiC

 Provincie  
Noord-Holland



## Uitdaging 2: Energie verbruik afstemmen op productie

Interreg  
North-West Europe  
LOGIC

 Provincie  
Noord-Holland



Energie: vraag en aanbod in balans?

## Wat gaan we realiseren.

- HHNK ontwikkeld een zonnepark 6200 panelen.
- Gemeente Texel bereid haar park uit naar 2000 panelen.
- Energie opslag flow-batterij.
- Gezamenlijk energieaansluiting 2 mega Watt.
- Energieopslag in het watersysteem.
- Energieopslag in afvalwatersysteem.
- Geheel aangestuurd door Model Predictive Controle regeling, ControlNext.
- Gebruikmakend van 3Di neerslag-afvoermodel.



# Europese samenwerking

LOGIC = Low carbon Off Grid Community



## Lead Partner

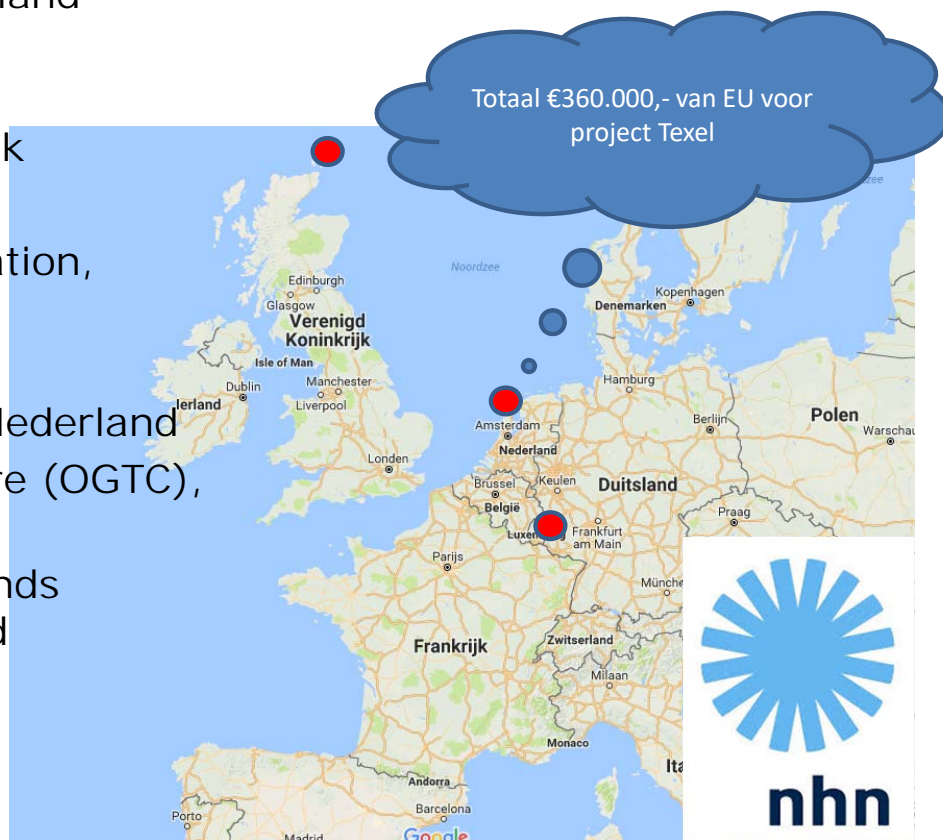
- Ontwikkelbedrijf Noord Holland Noord

## Partners:

- Les iles du Ponant, Frankrijk
- Hochschule Trier, Duitsland
- Alliance for Rural Electrification, België
- Aquatera Ltd, Schotland
- Tocardo International BV, Nederland
- Stichting Offgrid Test Centre (OGTC), Nederland
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Nederland

## Pilots

- Texel
- Orkney
- Birekenfeld



# Uniformitarianism

**James Hutton**

“The present is the key to the past  
and the past is the key to the future”

