



**QUINTEL**  
INTELLIGENCE

21 mei 2015

## Workshop TKI Smart Grid Evolution

Arnhem

**alliander**

Quintel Intelligence  
Atrium - Strawinskylaan 3051  
1077 ZX Amsterdam  
Nederland  
[www.energietransitiemodel.nl](http://www.energietransitiemodel.nl)



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## In de komende decennia zal het energiesysteem op nationaal en lokaal niveau aanzienlijk gaan veranderen

- Nieuwe lokale initiatieven zoals die in Lochem beginnen de eerste gebruiksprofielen en andere data op te leveren
  - Bijvoorbeeld de stress test aan de Koedijk, Lochem in april dit jaar
- In het kader van het TKI Smart Grid Evolution project zullen de komende jaren grootschalige proeftuinen worden gerealiseerd
  - De ambitie is om 500.000 huishoudens te omvatten
  - Consortium van o.a. Alliander, Cogas, 3 TU's, Siemens
  - Alliander wil Decision Support Tool inbrengen

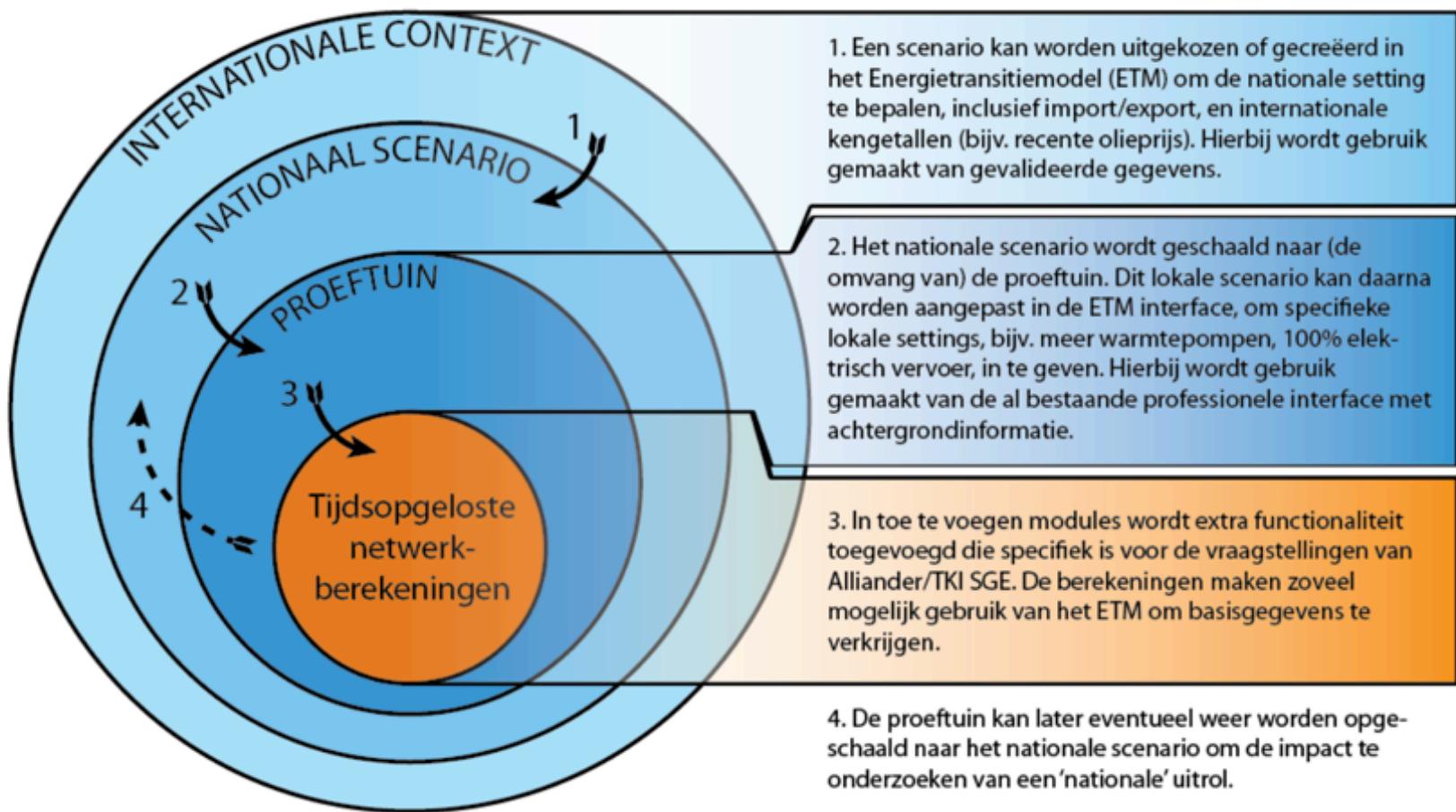


## Alliander heeft Quintel opdracht verleend om functionaliteit toe te voegen aan het Energietransitiemodel (ETM) om lokale energie oplossingen te modelleren (1/2)

- Door voort te bouwen op het ETM heeft de proeftuin direct beschikking over informatie van het (inter-)nationale energiesysteem
  - (actuele) brandstofprijzen
  - nationale Merit Order en (tijdsopgeloste) elektriciteitsprijzen (op uurbasis)
  - Gevalideerde gegevens over vraag- en aanbodtechnologieën
  - Gebruiksgegevens
- Om proeftuinen te kunnen ondersteunen zal nieuwe functionaliteit worden toegevoegd aan het ETM
  - Tijdsopgeloste load-berekeningen
  - Opslag en conversie van elektriciteit
  - Load-management
  - Marktmodellen
  - Business-cases
- De proeftuin-specifieke functionaliteit zal ook voor derden beschikbaar komen
  - Compleet Open Source en Open Data
  - Voor iedereen gratis en om niet beschikbaar vrij van advertenties

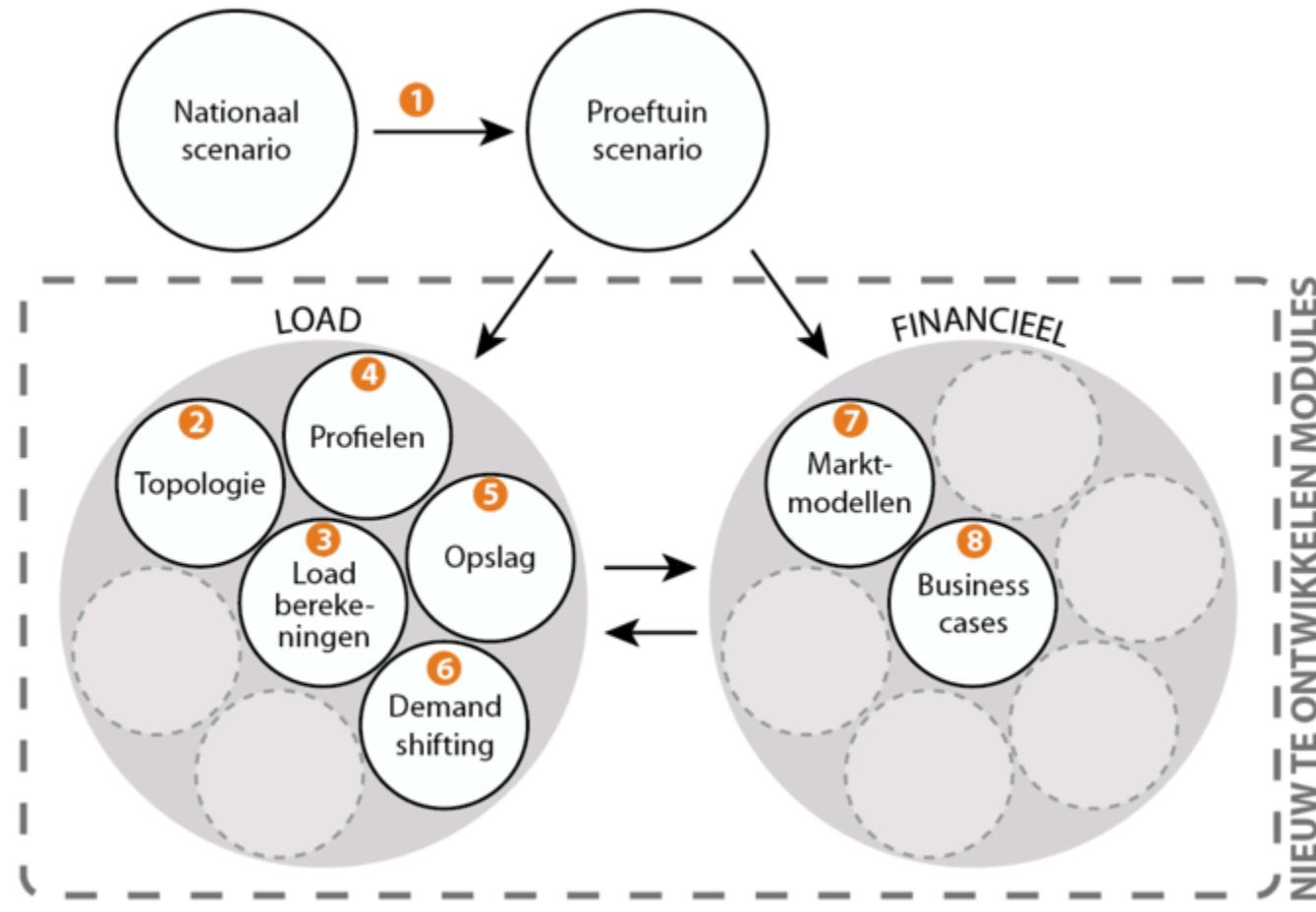


## Alliander heeft Quintel opdracht verleend om functionaliteit toe te voegen aan het Energietransitiemodel (ETM) om lokale energie oplossingen te modelleren (2/2)





Het model wordt opgebouwd uit verschillende modules die zowel onderling als met het ETM kunnen communiceren (1/3)





## Het model wordt opgebouwd uit verschillende modules die zowel onderling als met het ETM kunnen communiceren (2/3)

- Stap 1 – binnen het ETM terugbrengen van een nationaal scenario naar lokale grootte en aanpassing van de gebruikersinterface
- Stap 2 – specificeren van het proeftuinnetwerk en het verdelen van vraag- en aanbodtechnologieën van het proeftuinscenario over het netwerk
- Stap 3 – doorrekenen van load op het proeftuinnetwerk en weergeven van congestie en belasting
- Stap 4 – toevoegen van vraag- en aanbodprofielen op uurbasis en deze gebruiken in loadberekeningen



## Het model wordt opgebouwd uit verschillende modules die zowel onderling als met het ETM kunnen communiceren (3/3)

- Stap 5 – mogelijk maken van opslag van elektriciteit in elektrische auto's, accu's alsook conversie van elektriciteit naar warmte en (waterstof-)gas
- Stap 6 – toevoegen van 'load-management' om netwerkcongestie te minimaliseren
- Stap 7 – effecten van marktmodellen inzichtelijk maken voor verschillende stakeholders in de energieketen
- Stap 8 – toevoegen van een kosten-baten overzicht voor iedere stakeholder in de energieketen

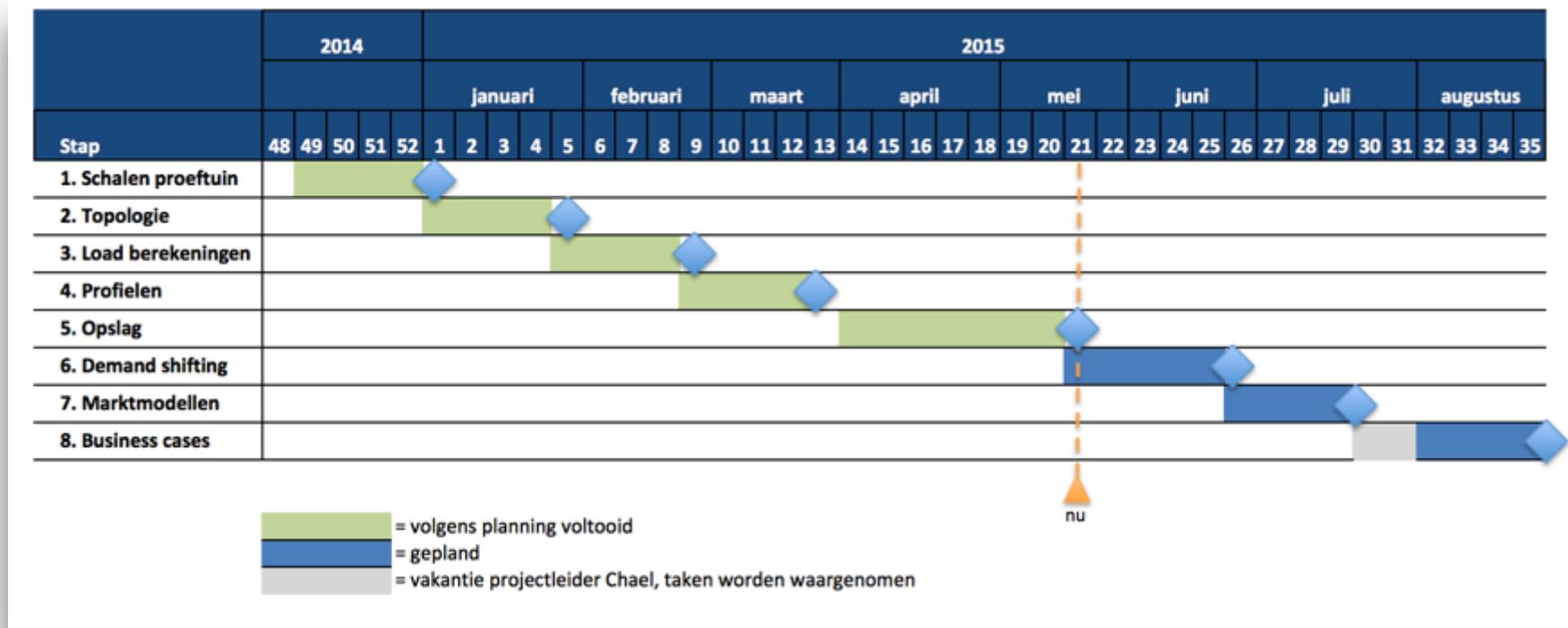


## Het project is opgedeeld in ‘sprints’

- Elke sprint begint met een planningsmeeting waarin de deliverables voor de sprint worden vastgesteld
- Gedurende de sprint is er ruimte voor feedback
  - Demo van het werk tot zover (*live or remote*)
  - Eventueel bijstellen van prioriteiten
- Aan het eind wordt de sprint geëvalueerd
  - Presentatie van het product
  - Evaluatie van het proces en identificeren van mogelijke lessen
- De evaluatiemeeting van een sprint zal gecombineerd worden met de plannings-meeting van de volgende sprint



**Het project is begonnen eind november 2014 en heeft een doorlooptijd van ongeveer 9 maanden; het zal eind augustus 2015 worden opgeleverd**





**Het project wordt uitgevoerd door Quintel met ondersteuning van Alliander op gebied van data en expertise**

Rollen	
Quintel	Alliander
Software ontwikkeling	Review
Modelleren	Data verschaffen
Data-analyse	Expertise

Teamsamenstelling	
Quintel	Alliander
Chael Kruip ( <i>projectmanager</i> )	Hans Verberne
Anthony Williams ( <i>lead developer</i> )	Jeroen van de Logt
Alexander Wirtz	Bianco Witjes
Dennis Schoenmakers	<b>+ veel experts</b>
Joris Berkhout	
John Kerkhoven	



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## Een scenario in het Energietransitiemodel (ETM) kan worden geschaald naar de omvang van een 'local energy solution' (LES) (1/4)

- Energiestromen en aantallen in een ETM scenario worden met een vaste factor verkleind
  - aantal inwoners
  - aantal huizen
  - aantal landbouw-WKKs
- Overige ETM scenario-instellingen zijn doorgaans relatief vast en kunnen dus ongewijzigd worden overgenomen in proeftuinscenario's
  - % huishoudens met warmtepomp
  - % dakoppervlak gebruikt voor zon PV
  - % elektrische auto's
  - % (jaarlijkse) groei warmtevraag

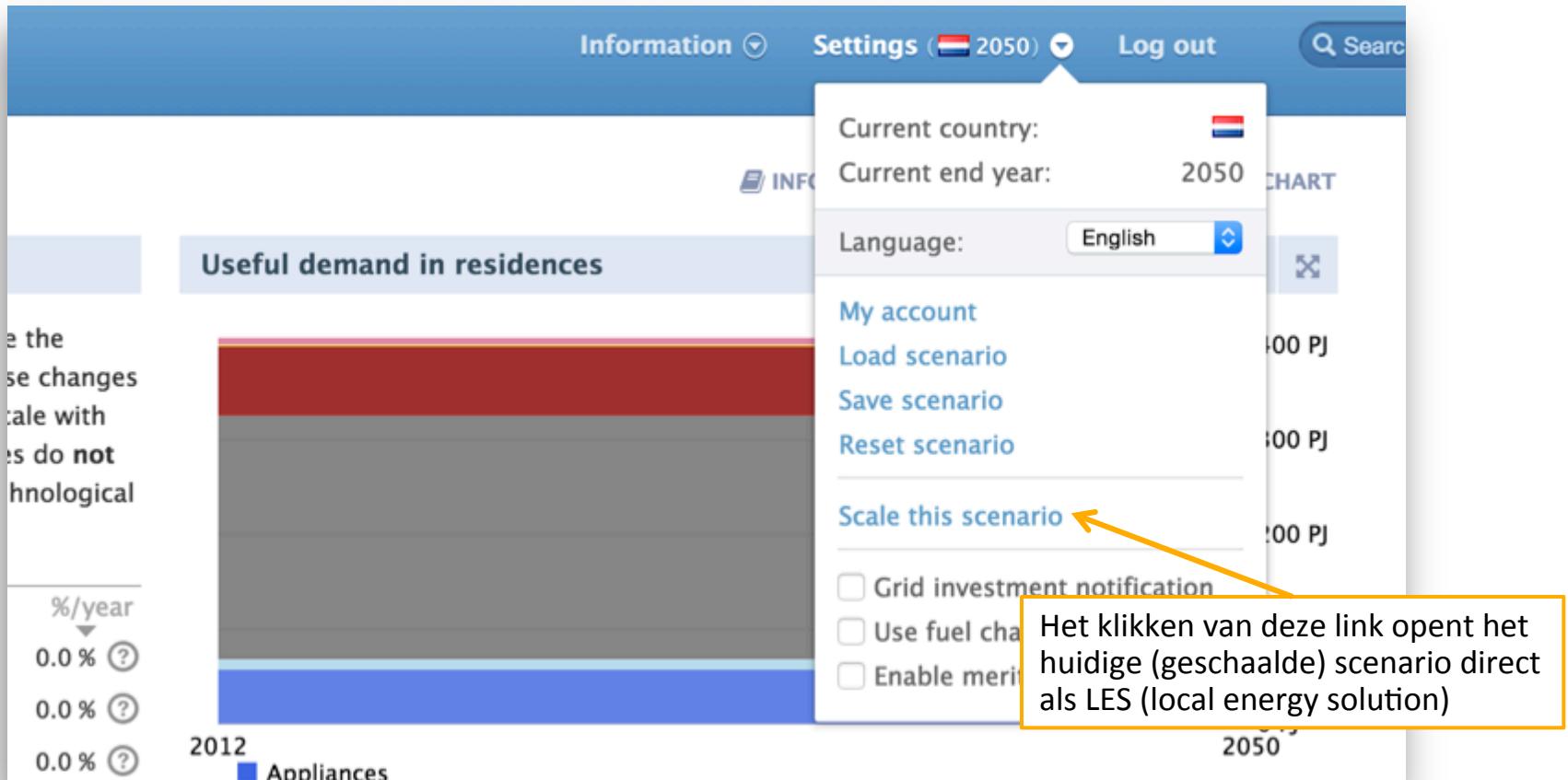


## Een scenario in het Energietransitiemodel (ETM) kan worden geschaald naar de omvang van een 'local energy solution' (LES) (2/4)

- De Industrie-, Landbouw- en Energiesector kunnen worden uitgesloten van het proeftuinscenario
- Het aantal huishoudens of het aantal inwoners wordt gebruikt om de energiestromen en aantallen in het scenario te schalen naar proeftuinformatie
- Het is ook mogelijk een 'bestaand', reeds ingevuld scenario, of een referentiescenario te schalen (bijvoorbeeld Energieakkoord 2020 of Energieakkoord 2023).



Een scenario in het Energietransitiemodel (ETM) kan worden geschaald naar de omvang van een 'local energy solution' (LES) (3/4)





Een scenario in het Energietransitiemodel (ETM) kan worden geschaald naar de omvang van een 'local energy solution' (LES) (4/4)

The screenshot shows the ETM interface with a blue header bar. On the left is the logo 'ENERGY TRANSITION MODEL' with the tagline 'Independent. Comprehensive and Fact-based'. On the right are links for 'Information', 'Settings (NED 2020)', 'Log out', and a search bar. Below the header is a large central box divided into two sections: 'Scale current scenario' (left, dark blue background) and 'Scale saved scenario' (right, white background). The 'Scale current scenario' section contains fields for 'Country' (Netherlands), 'Year' (2020), 'Scaling Attribute' (Number of residences), and a text input field for scaling values ('e.g. 1000, 250000, ...'). It also includes checkboxes for 'Include agriculture' (unchecked), 'Include energy sector' (checked), and 'Include industry' (unchecked). A blue 'Start' button with a right-pointing arrow is at the bottom.

De schalings-interface vormt de link tussen het nationale ETM scenario en de lokale situatie (LES)



## Een eerste stap is gezet om proeftuinscenario's terug te kunnen schalen naar nationale grootte (1/3)

- Sectoren die uitgesloten waren van de proeftuinscenario worden geherintroduceerd vanuit het originele ETM scenario
- Aanpassingen aan de proeftuin worden terugvertaald naar slider-settings in het ETM
  - Aantal huishoudens
  - Percentage van huizen met een warmtepomp (4 soorten)
  - Percentage van huizen met een zonnepaneel
  - Percentage van huizen met een elektrische auto
  - Percentage van huizen met een batterij
  - Percentage van huizen met P2H
  - Aantal P2G installaties
- Het algoritme voor het bepalen van bovenstaande procentuele slider-settings telt het aantal technologieën in de proeftuin en deelt deze door het aantal huishoudens
  - Dit algoritme kan nog worden verfijnd zodra data over beschikbaar dakoppervlak in de proeftuin en niet-standaard capaciteiten van W.P. en E.V. beschikbaar komen



Een eerste stap is gezet om proeftuinscenario's terug te kunnen schalen naar nationale grootte (2/3)

ENERGY TRANSITION MODEL  
TESTING GROUNDS

Home Testing Grounds ▾ Load Profiles ▾

## Testing Ground #21: 20150329\_demo\_1

Edit Create national scenario ▶

Created by	Chael Kruip
Created at	March 27, 2015 21:33
National scenario:	<a href="#">123456 from beta.pro.et-model.com</a>
Local scenario:	<a href="#">404834 from beta.pro.et-model.com</a>
Description:	...

De 'create national scenario'-knop opent de schalings-interface waar de gebruiker de slider-settings van het proeftuinscenario kan reviewen

### Topology

```
graph LR; HSNetwerk([HS Netwerk]) --- HSMSTrafo([HS-MS Trafo]); HSMSTrafo --- MSLSTrafo1([MS-LS trafo #1]); HSMSTrafo --- MSLSTrafo2([MS-LS trafo #2]); HSMSTrafo --- MSLSTrafo3([MS-LS trafo #3]); MSLSTrafo1 --- Household1([Household #1]); MSLSTrafo1 --- Household2([Household #2]); MSLSTrafo2 --- Household3([Household #3]); MSLSTrafo3 --- Household4([Household #4]); MSLSTrafo3 --- Household5([Household #5]);
```



Een eerste stap is gezet om proeftuinscenario's terug te kunnen schalen naar nationale grootte (3/3)

The screenshot shows a web interface for the Energy Transition Model Testing Grounds. At the top, there is a navigation bar with icons for gears and a sun, followed by the text "ENERGY TRANSITION MODEL TESTING GROUNDS". The navigation menu includes "Home", "Testing Grounds", and "Load Profiles". Below the menu, a section titled "20150329\_demo\_1 Convert to national scenario" contains a "Cancel" button and a prominent blue "Create national scenario" button. A yellow arrow points from this button to a callout box containing the text: "De 'create national scenario'-knop schaalt het proeftuinscenario naar nationale grootte". Below the button, a message states: "A national-scale scenario will be created based on your testing ground. These slider settings will be used:". To the right of this message is a list of slider settings:

- PV panels potential: 19.21%
- Percentage of electric cars: 86.92%
- Hot water - heat pump (air): 1.83%
- Space heating - heat pump (air): 1.83%
- Space heating - heat pump (ground): 1.83%
- Hot water - heat pump (ground): 1.83%

A yellow arrow points from the list to another callout box containing the text: "De geüpdateerde slider-settings voor proeftuin-specifieke technologieën worden getoond aan de gebruiker."

De terugschalings-interface geeft de gebruiker de mogelijkheid om de belangrijkste instellingen te bekijken



## Scenario's kunnen worden samengevoegd met wegingsfactoren zodat de impact van proeftuinen op een nationaal scenario kan worden onderzocht (1/2)

- Twee of meerdere (LES)scenario's kunnen worden samengevoegd tot een nieuw nationaal scenario
- Deze samenvoeging kan door de gebruiker worden gespecificeerd door middel van 'wegingsfactoren'
- Het resulterende scenario zal de (gewogen) slider-settings hebben van de samengevoegde scenario's



Scenario's kunnen worden samengevoegd met wegingsfactoren zodat de impact van proeftuinen op een nationaal scenario kan worden onderzocht (2/2)

The screenshot shows two windows of the 'ENERGY TRANSITION MODEL' software. The left window displays a list of 'Saved Scenarios' with checkboxes and titles like 'Proeftuin (100% EV)' and 'Nationale scenario (SER akkoord)'. A yellow arrow points from the 'Merge' button in the top navigation bar to this list. The right window is titled 'Merge scenarios using weights' and lists two scenarios with their relative weights: 'Proeftuin (100% EV) (NL in 2023)' with weight 1 and 'Nationale scenario (SER akkoord) (NL in 2023)' with weight 1. A yellow box with an arrow points to the weight input field for the second scenario, containing the value '1'. A separate yellow box contains the explanatory text: 'Twee of meerdere scenario's kunnen worden geselecteerd en gemerged' (Two or more scenarios can be selected and merged) and 'Relatieve gewichten kunnen worden toegekend aan de scenario's' (Relative weights can be assigned to the scenarios).

**ENERGY TRANSITION MODEL**  
Independent, Comprehensive and Fact-based

Save your current settings into a scenario

**Saved Scenarios**

Compare Merge

Compare Title

Proeftuin (100% EV)  
 Nationaal scenario (SER akkoord)  
 df sdf  
 testje  
 20150323 test\_2  
 Update 100% duurzaam scenario jan 2015 voor deplo

**Merge scenarios using weights**

Scenario	Weight / importance
Proeftuin (100% EV) (NL in 2023)	1
Nationale scenario (SER akkoord) (NL in 2023)	1

Merge scenarios

Twee of meerdere scenario's kunnen worden geselecteerd en gemerged

Relatieve gewichten kunnen worden toegekend aan de scenario's



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## In Stap 2 wordt de configuratie van het proeftuinnetwerk gespecificeerd en aangepast binnen de randvoorwaarden van het proeftuinscenario (1/3)

- De configuratie van het netwerk kan worden gespecificeerd
- Het aantal middenspannings- en laagspanningsnetten kan worden gekozen
- De capaciteit van transformatoren en kabels kan worden gekozen
- Vragende en leverende technologieën kunnen over de netvlakken worden verdeeld binnen de randvoorwaarden van het proeftuinscenario
  - aantal inwoners
  - aantal huishoudens
  - aantal elektrische auto's



## In Stap 2 wordt de configuratie van het proeftuinnetwerk gespecificeerd en aangepast binnen de randvoorwaarden van het proeftuinscenario (2/3)

- De uitkomsten van het geschaalde scenario worden vertaald naar discrete aantallen
  - Het **percentage** warmtepompen wordt omgezet naar **aantal** warmtepompen
  - Het **percentage** dakoppervlak voor zonnepanelen wordt omgezet naar **aantal** zonnepanelen
  - Het **percentage** elektrische auto's wordt omgezet naar **aantal** elektrische auto's
- Vraag- en opwektechnologieën kunnen aan het net worden verbonden
  - WKKs op wijkniveau of voor landbouw
  - windmolens
  - huishoudens (inclusief isolatiegraad en verwarmingstechnologie)
  - zonnepanelen
  - elektrische auto's
- Er wordt nog bekeken hoe het aantal mogelijke combinaties van technologieën behapbaar kan worden gehouden



In Stap 2 wordt de configuratie van het proeftuinnetwerk gespecificeerd en aangepast binnen de randvoorwaarden van het proeftuinscenario (3/3)

### Proeftuinscenario

#### Energievraag Transport

- Mobiliteitsgroei
- Technologie auto's

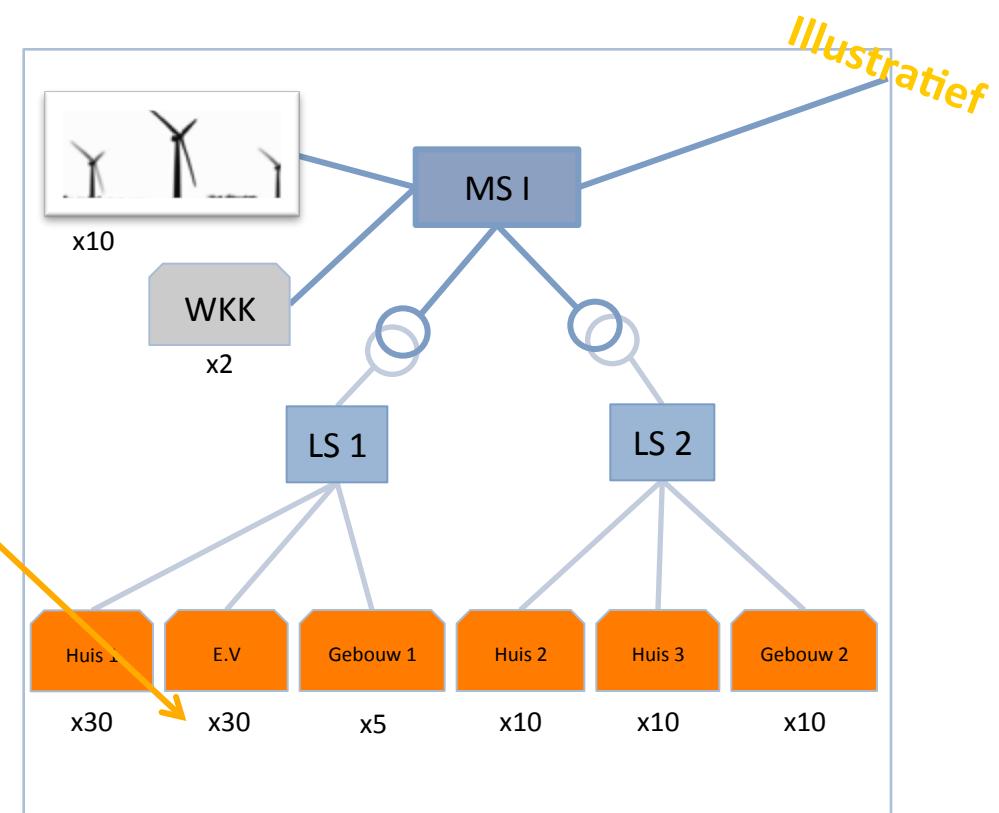


Gaan we massaal over op auto's die geen fossiele brandstoffen gebruiken? De Nederlandse overheid wil in 2020 200.000 elektrische auto's op de weg hebben. Wat gebeurt er dan met het energieverbruik?

		aandeel
Elektrisch	●	20.4 % ⓘ
Diesel	●	26.8 % ⓘ
Benzine	●	48.1 % ⓘ
LPG	●	4.5 % ⓘ
Gas onder druk	●	0.2 % ⓘ

- Technologie vrachtwagens
- Technologie treinen
- Efficiëntieverbeteringen

### Netwerkconfiguratie



Percentages moeten worden vertaald in discrete getallen



## In de eerste sprint zijn enkele beslissingspunten aan bod gekomen

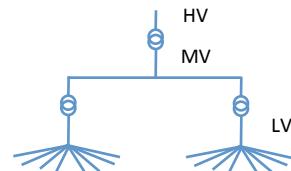
- De netwerkstructuur is gebaseerd op het D-Cision model en kan in een latere fase worden uitgebreid met o.a. afstanden en circulariteit
- De technologieën van het ETM dienen als basis voor de proeftuin en kunnen worden aangepast naar de lokale situatie
- In eerste instantie ligt de nadruk op kleinere (<1.000 huishoudens) proeftuinen waarbij volledige controle mogelijk is



De netwerkstructuur is gebaseerd op het D-Cision model en kan in een latere fase worden uitgebreid met o.a. afstanden en circulariteit

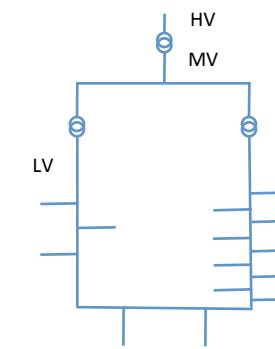
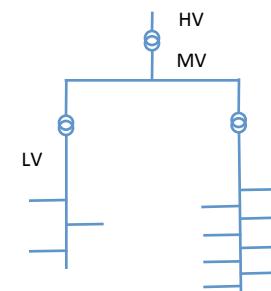
Huidige modellering

Op huidige systeemmodel geïnspireerde netwerken



Mogelijke toekomstige uitbreidingen

Bekabeling tussen aansluitingen en circulaire netwerken



Zodra het wenselijk is en data beschikbaar komt uit proeftuinen



## De technologieën van het ETM dienen als basis voor de proeftuin en kunnen worden aangepast naar de lokale situatie

- Uitgaan van ETM specificaties van technologieën heeft een tweetal voordelen
  - reeds gevalideerde gegevens
  - kan worden opgeschaald naar nationaal niveau zonder aanpassing van ETM
- Gebruikers kunnen de specificaties van technieken aanpassen in de ‘technologie-matrix’ voor de berekeningen op proeftuinniveau
- Nieuwe gegevens kunnen na validatie worden geüpdatet naar landelijk niveau



**In eerste instantie ligt de nadruk op kleinere (<1.000 huishoudens) proeftuinen waarbij volledige controle mogelijk is**

- Omdat huizen en technologieën 1-op-1 worden weergegeven ‘verdwijnt er geen relevante informatie in het gemiddelde’
- Elke aansluiting kan worden geconfigureerd zodat de gebruiker volledige controle over de proeftuin behoudt
- Later kan er functionaliteit worden ontwikkeld om technologieën en huishoudens te groeperen zodat ook grotere (bijvoorbeeld 500.000 huishoudens) proeftuinen makkelijk te bouwen zijn



## Topologie en capaciteit van het elektriciteitsnetwerk in de proeftuin kunnen worden gespecificeerd (1/2)

- De topologie/structuur van het netwerk wordt opgeslagen in een formaat dat geneste structuren op natuurlijke wijze ondersteunt (YAML)
- Technische eigenschappen van het netwerk kunnen direct in de netwerk-interface worden opgenomen
  - Capaciteit [kW]
  - Investeringskosten [EUR]
  - Technische levensduur [jaar]



## Topologie en capaciteit van het elektriciteitsnetwerk in de proeftuin kunnen worden gespecificeerd (2/2)

### Testing ground as YAML

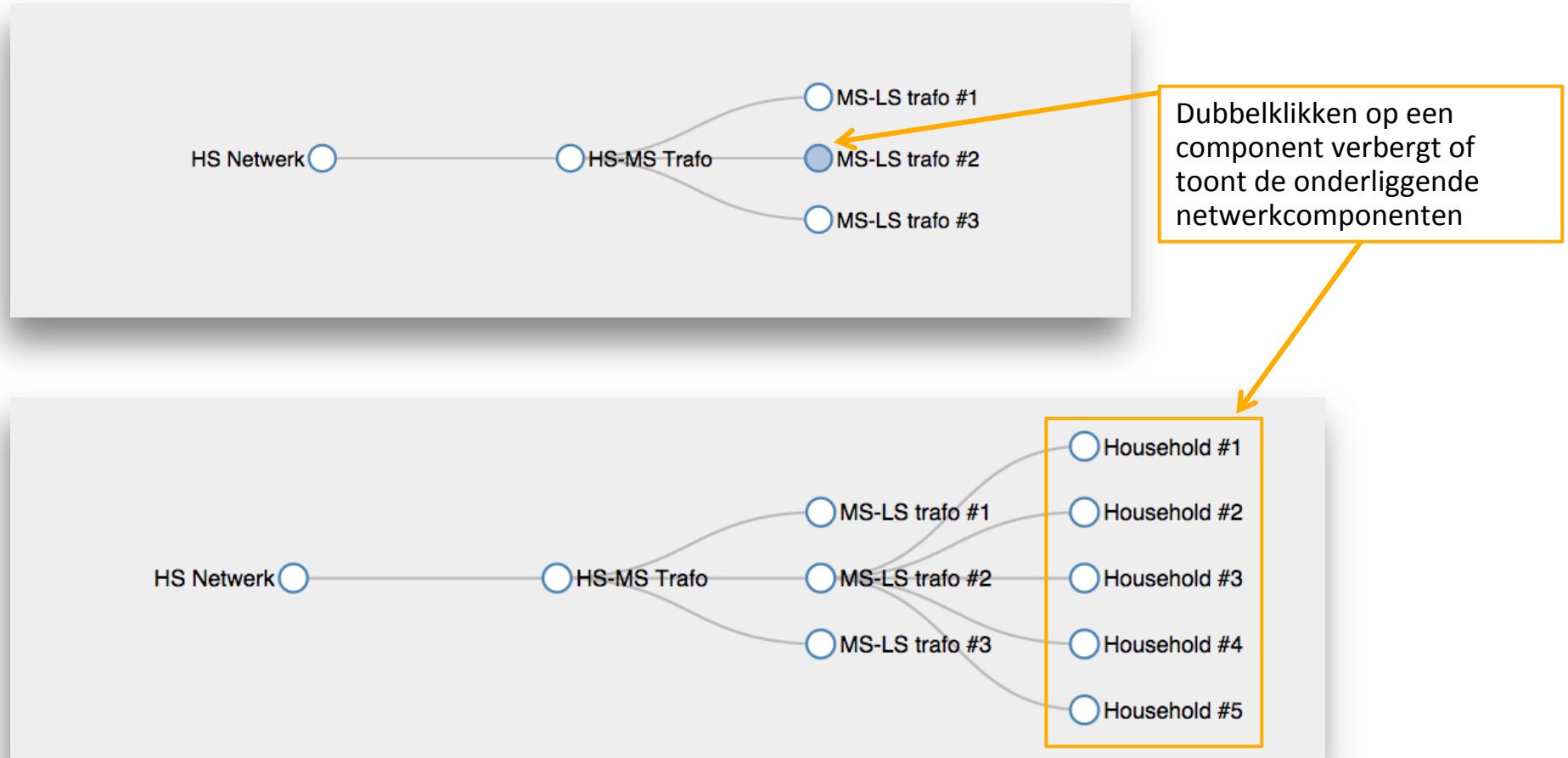
```
1  ---
2  name: 'HS Netwerk'
3  children:
4  - name: 'HS-MS Trafo'
5    children:
6      - name: 'MS-LS trafo #1'
7      - name: 'MS-LS trafo #2'
8      capacity: 5.0
9      children:
10     - name: 'Household #1'
11     - name: 'Household #2'
12     - name: 'Household #3'
13     - name: 'Household #4'
14     - name: 'Household #5'
15     - name: 'MS-LS trafo #3'
16   |
```

Eigenschappen van het netwerk kunnen direct worden toegekend

Het YAML format ondersteunt op flexibele wijze de nesting welke kenmerkend is voor hiërarchische netwerken



## Het netwerk wordt gevisualiseerd als een interactieve hiërarchische structuur



Voorbeeld van een proeftuinnetwerk met geneste structuur



Topologieën hebben hun eigen pagina en kunnen worden bekeken, aangepast en gedeeld met andere gebruikers

The screenshot shows the 'Topologies' section of the Alliander platform. On the left, a list of available topologies is shown, with '5\_LV\_connections' selected and highlighted by a yellow arrow. The right panel displays the details of the selected topology, titled '5\_LV\_connections'. It shows a network diagram with nodes: 'High Voltage #1', 'Medium Voltage #1', 'Medium Voltage #2', and several 'Low Voltage' nodes (Low Voltage #1, Low Voltage #2, Low Voltage #3, Low Voltage #4, Low Voltage #5). A legend indicates that blue circles represent 'MV connection #1' and blue squares represent 'Low Voltage #1' through '#5'. Below the diagram are 'Edit' and 'Delete' buttons, and a link to 'All topologies'.

Name	Last Modified
100_end_points	11 May 08:35
5_LV_connections	11 May 08:35
Cross-node storage	11 May 08:35
Default topology	11 May 08:35
Electric Vehicle	11 May 08:35
Lochem #1	11 May 08:35
Lochem #2	11 May 08:35
Lochem #3	11 May 08:35
Lochem 272.0 - #1	11 May 08:35
Lochem 272.0 - #2	11 May 08:35
Lochem 272.0 - #3	11 May 08:35
Lochem 30.0 - #1	11 May 08:35
Lochem 30.0 - #2	11 May 08:35
Lochem 30.0 - #3	11 May 08:35
Lochem 90.7 - #1	11 May 08:35
Lochem 90.7 - #2	11 May 08:35
Lochem_EPD_v01	15 May 14:15
voorbeeld	13 May 13:32



Een LES kan worden voorzien van een lokale netwerktopologie

## Create topology with technologies from ETEngine

Your ETModel scenario is 'API' created by chael.kruip@quintel.com

### Topology

Default topology

### Scenario

beta.et-engine.com

410040

Continue...



**In sprint 2 zijn gesprekken gevoerd met experts op het gebied van opslag, netwerken en gebruiksprofielen en is dataverzameling opgestart**

- Er is gesproken met Martijn Bongaerts over de aanpak van de loadberekening en de eigenschappen van netwerkcomponenten (stap 3)
- Via verschillende wegen is data verzameld over de proeftuin in Lochem welke als test-case voor de ontwikkelde modules kan worden gebruikt (stap 3 en 4)
- Er is een begin gemaakt met het verzamelen en genereren van gebruiksprofielen voor elektrische technologieën en de elektrische ‘base-load’ van huishoudens (stap 4)
- Gesprekken met Jos Blom en Guus Krol over de modellering en beschikbaarheid van data met betrekking tot opslag hebben meerdere inzichten opgeleverd (stap 5)



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## Load van elektrische technologieën op het niveau van een aansluiting wordt beschreven met profielen

- Elke (elektrische) technologie die expliciet wordt gemodelleerd in de proeftuin heeft een ‘profiel’
- Profielen van technologieën die niet expliciet worden gemodelleerd worden opgeteld tot een base-load profiel
- Profielen die aan dezelfde aansluiting zijn verbonden worden opgeteld per tijdstip
- De capaciteiten en vollast-uren waarmee het ETM werkt worden gebruikt om de elektriciteitsvraag te bepalen, de profielen bepalen de load
- De specificaties van technologieën inclusief profielen kan in Excel (CSV) formaat worden gedownload en geüpload



## De belasting van elk punt in het netwerk kan worden berekend en weer-gegeven voor willekeurige tijdstap

- De huishoudens en technologieën van de proeftuin worden aan de uiteinden van het netwerk verbonden
- Componenten van het netwerk die overbelast zijn gedurende tenminste één moment in de berekening lichten rood op
- Door een component te selecteren (muisklik) wordt de load op deze component getoond voor de berekende tijdstappen (typisch alle uren van een jaar)
- Met de load-grafiek kan de belasting van een component als functie van de tijd in detail worden onderzocht



## De technologieën en aansluitingen aan het netwerk worden in tabelvorm weergegeven

Rijen kunnen eenvoudig worden toegevoegd of weggehaald

Node	Name	Type	Profile	Capacity	Storage	Units		
LV #1	Residential PV panel	households_solar_pv_solar_radiation	solar_pv_zwolle	-1.5	1.0			
LV #1	Heat pump for space heating (air)	households_space_heater_heatpump_air_water_electricity	hp_space_heating_10kw_75m2_100liter	10.0	4.0			
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	7.0			
LV #2	Residential PV panel		solar_pv_zwolle	-1.5	1.0			
LV #2	Heat pump for space heating (air)	households_space_heater_heatpump_air_water_electricity	hp_space_heating_10kw_75m2_100liter	10.0	3.0			
LV #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	7.0			
LV #3	Heat pump for space heating (air)	households_space_heater_heatpump_air_water_electricity	hp_space_heating_10kw_75m2_100liter	10.0	3.0			
LV #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	6.0			

Klikken op een cel maakt hem aanpasbaar

De tabel met technologieën is interactief zodat elk invoerveld kan worden aangepast door de gebruiker



## De extremen voor gelijktijdigheid van profielen kunnen met één druk op de knop worden gekozen

Node	Name	Type	Profile				
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	4.0		
LV #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	3.0		
LV #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	3.0		
<input checked="" type="radio"/> Maximum concurrency		<input type="radio"/> Minimum concurrency					

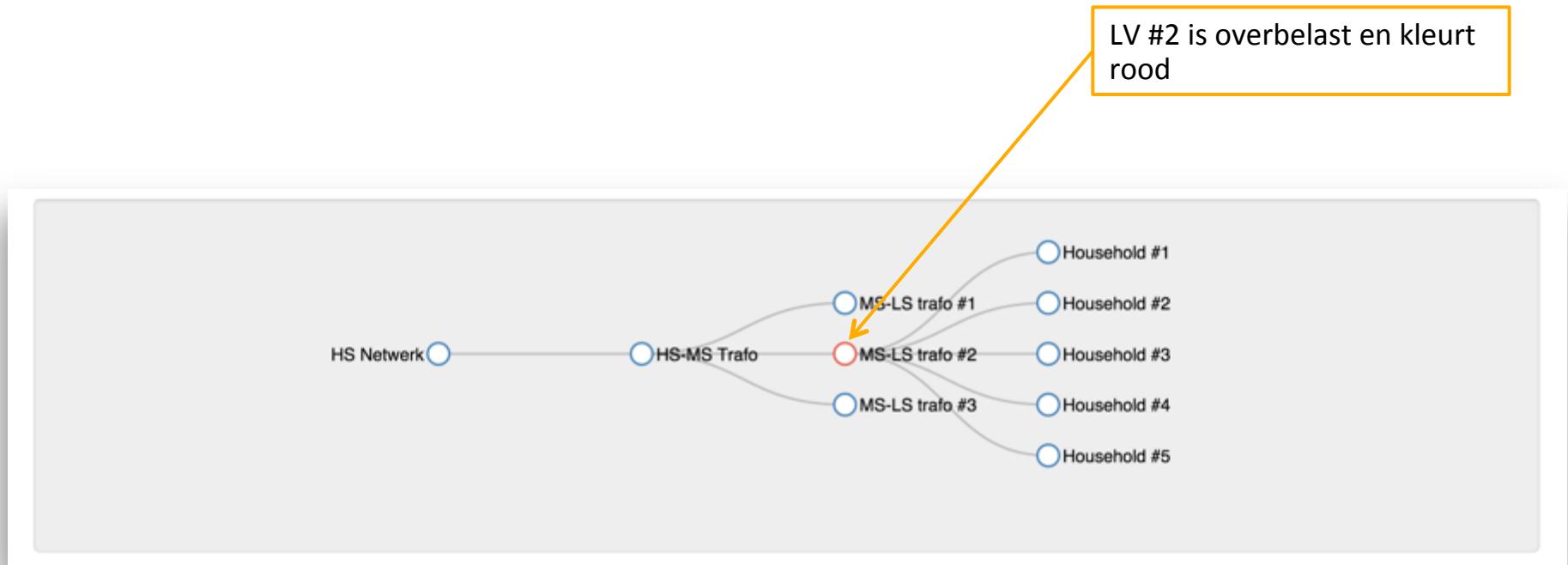
Als de gelijktijdigheid ('concurrency') maximaal is, worden aan alle technologieën van hetzelfde type hetzelfde profiel toegekend

Node	Name	Type	Profile				
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_11_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_10_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_9_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_8_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_7_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_6_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_5_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_4_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_3_3.7_kw	3.7	1.0		
LV #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_profile_2_3.7_kw	3.7	1.0		
<input type="radio"/> Maximum concurrency		<input checked="" type="radio"/> Minimum concurrency					

Als de gelijktijdigheid ('concurrency') minimaal is, worden aan technologieën van hetzelfde type zoveel mogelijk verschillende profielen toegekend



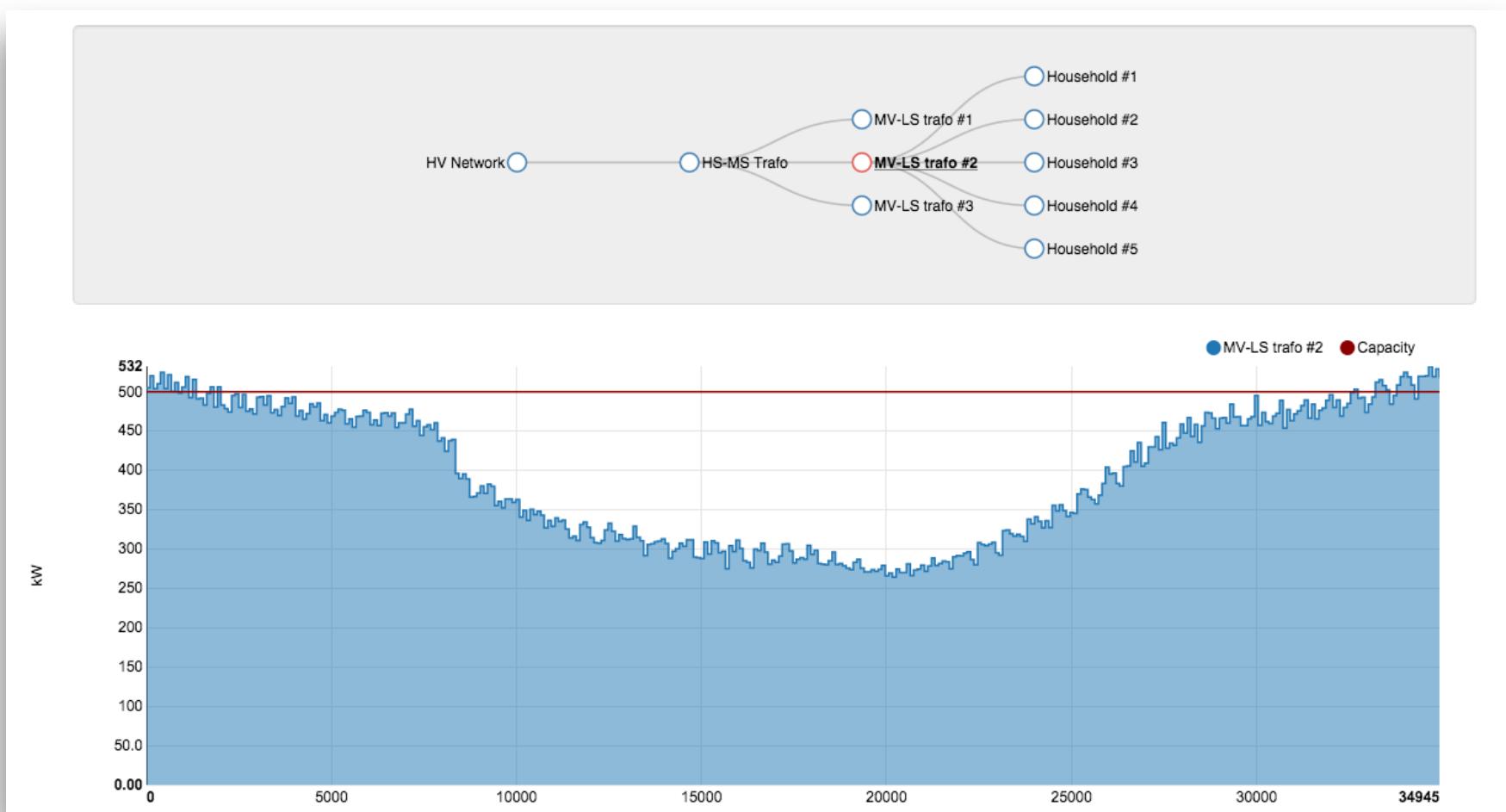
**Componenten van het netwerk die overbelast zijn gedurende tenminste één moment in de berekening lichten rood op**



Voorbeeld van het rood oplichten van componenten in het netwerk als gevolg van overbelasting

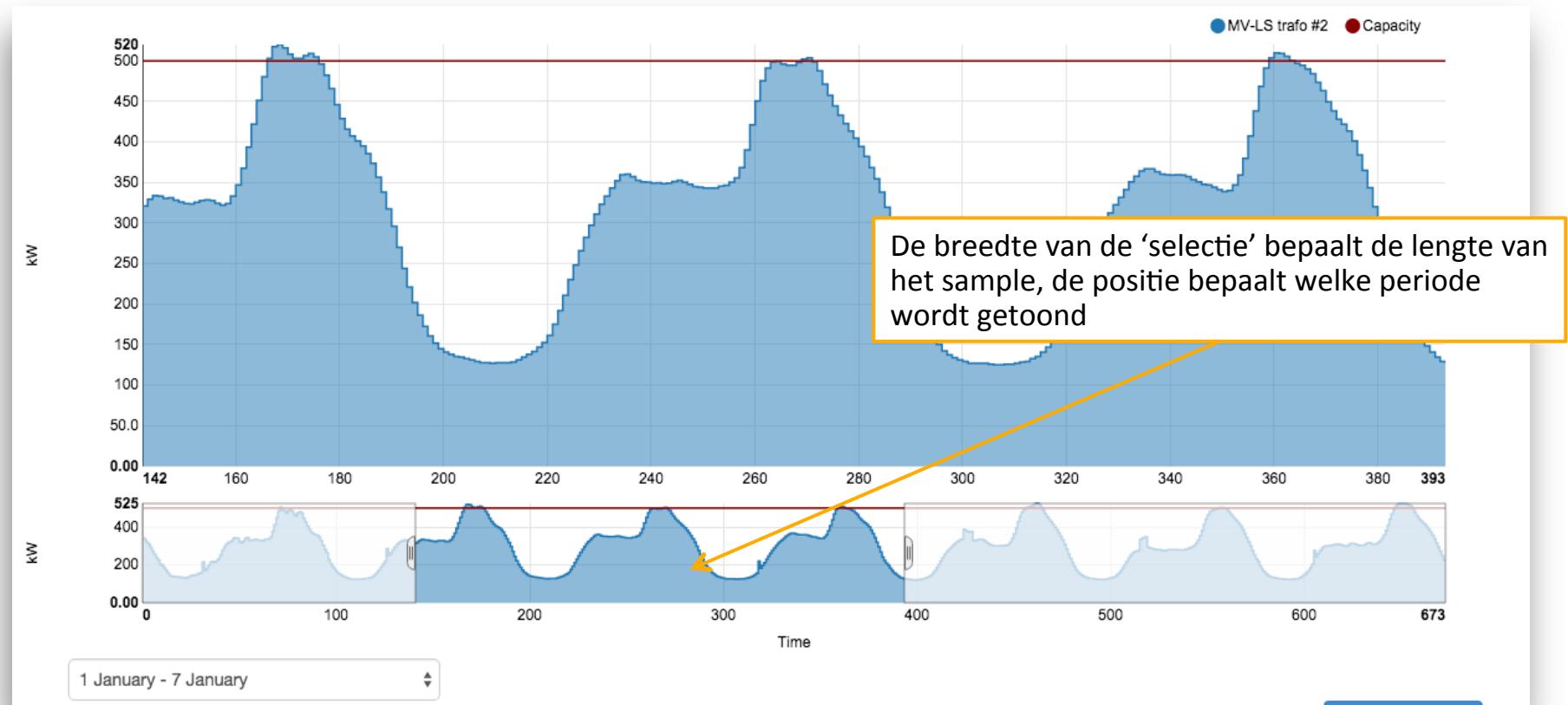


Door een component te selecteren (muisklik) wordt de load op deze component getoond voor de berekende tijdstappen (typisch alle uren van een jaar)





Met de load-grafiek kan de belasting van een component als functie van de tijd in detail worden onderzocht



Voorbeeld van de 'zoom'-optie van de load grafiek



## Er is gesproken met Martijn Bongaerts over de aanpak van de loadberekening en de eigenschappen van netwerkcomponenten

- Specificaties van netwerkcomponenten kunnen worden verkregen uit bronnen binnen Alliander (GIS en verschillende NEN publicaties)
- Faalgedrag van transformatoren en kabels kan in eerste instantie worden gerelateerd aan capaciteit, in een later stadium kan opwarming van trafo's worden gemodelleerd via een algoritme om nog nauwkeuriger het gedrag te voorspellen



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## Elke (elektrische) technologie die expliciet wordt gemodelleerd in de proeftuin heeft een profiel

- Technologieën komen in aanmerking voor expliciete modellering als ze voldoen aan drie criteria
  - Aanzienlijke capaciteit ( $\sim > 1\text{kW}$ )
  - Gedrag kan veranderen tgv 'demand-response' of regulering
  - Relevant/actueel binnen het debat
- Drie technologieën welke voldoen aan eerdergenoemde criteria zijn geselecteerd voor expliciete modellering
  - **Warmtepompen**
  - **Zon PV**
  - **Elektrische auto's**
  - In een later stadium kunnen drogers, wasmachines, koelkasten/vriezers etc. eventueel worden toegevoegd



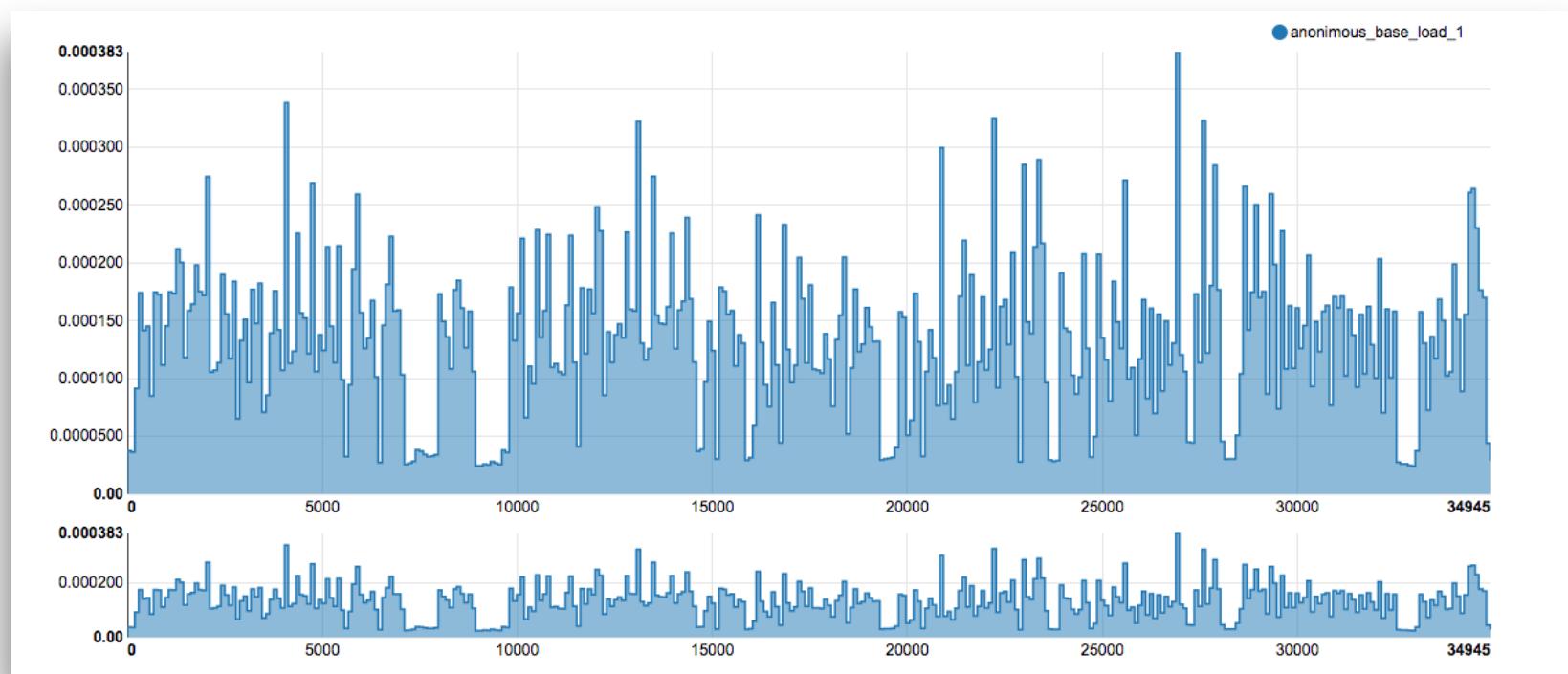
## **Er is een begin gemaakt met het verzamelen en genereren van gebruiksprofielen voor elektrische technologieën en de ‘base-load’ van huishoudens**

- In eerste instantie zullen 10 verschillende gebruiksprofielen voor de meest relevante technologieën in huishoudens worden gebruikt
- De profielen worden aangevuld met een base-load profiel dat de niet-gemodelleerde elektriciteitsvraag beschrijft
- Er is een begin gemaakt met het genereren van profielen met behulp van de ‘Load Profile Generator’ (aangeraden vanuit TU Twente)



## Profielen van technologieën die niet expliciet worden gemodelleerd worden opgeteld tot een base-load profiel

- Het base-load profiel wordt geschaald met het gemiddelde jaarverbruik van de huishoudens in het proeftuinscenario



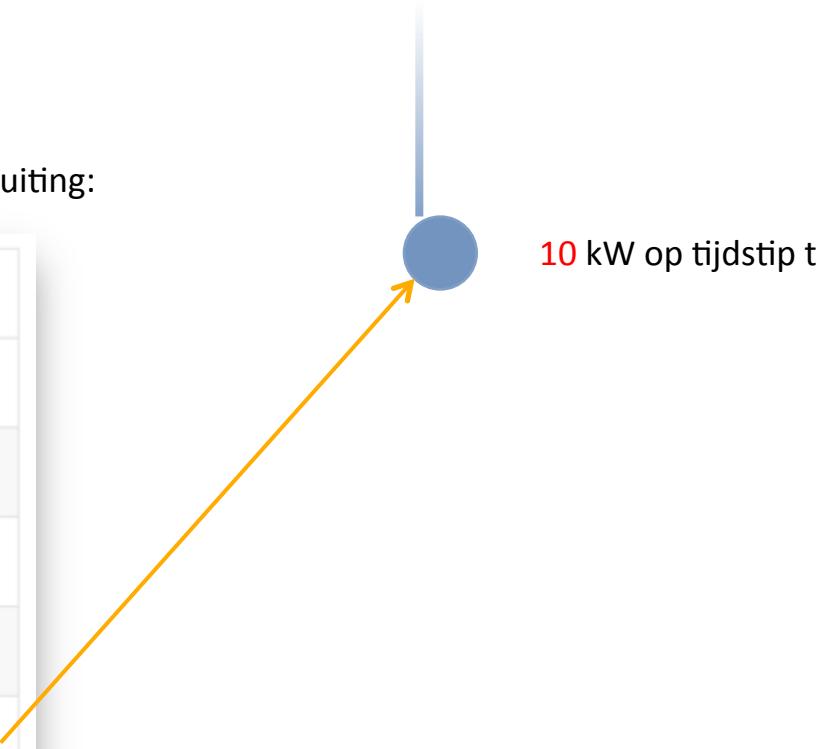
Base-load profiel voor een gemeten huishouden in stappen van een uur

Profielen die aan dezelfde aansluiting zijn verbonden worden opgeteld per tijdstip

Eindpunt van het proeftuinnetwerk

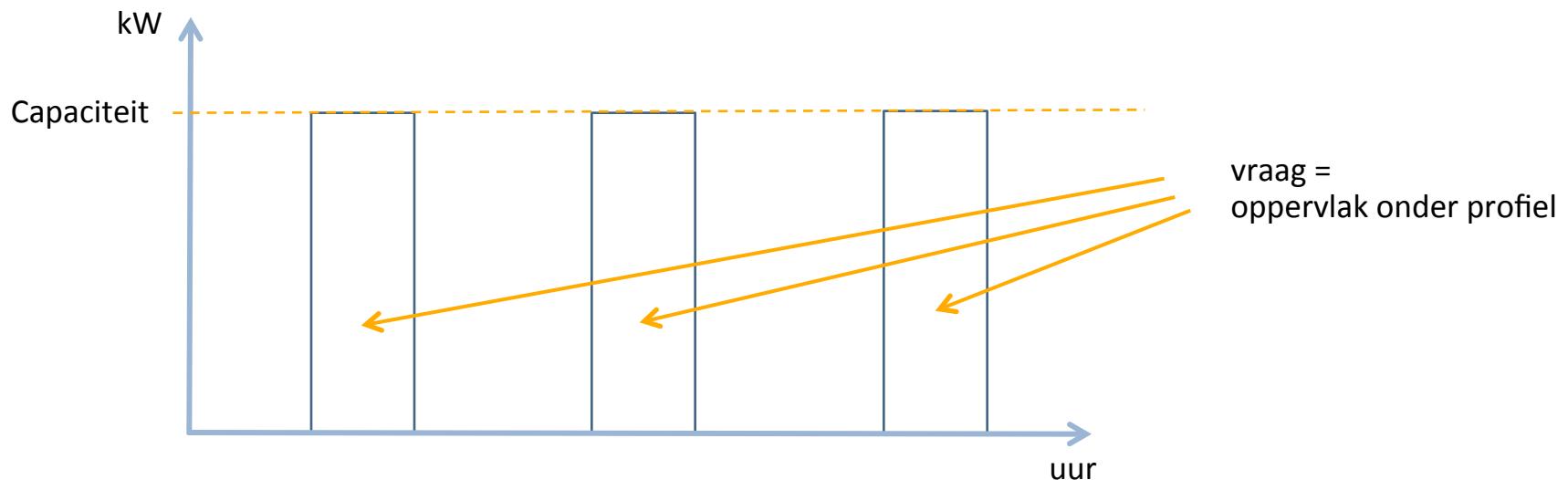
Technologieën 'achter' de aansluiting:

Technology	Load
Heat pump	2 kW
Solar PV	0 kW
Electric vehicle	5 kW
Base load	3 kW
<b>Total</b>	<b>10 kW</b>



**De capaciteiten en vollast-uren waarmee het ETM werkt worden gebruikt om de elektriciteitsvraag te bepalen, de profielen bepalen de load**

- Het oppervlak onder een profiel beschrijft de jaarlijkse vraag maar deze kan verschillen van de vraag die het ETM hanteert



- Het ETM bepaalt de vraag uit vollast-uren en capaciteit: vraag = capaciteit \* FLH
  - Voor de proeftuin is de load leidend => profielen beschrijven deze
  - Voor de ETM interface is vraag leidend => capaciteit \* FLH worden gebruikt
  - Energiebehoud wordt gegarandeerd bij terugscalen naar nationaal niveau



## De specificaties van technologieën inclusief profielen kan in Excel (CSV) formaat worden gedownload en geüpload

Node	Name	Type	Profile	Capacity [kW]	Storage volume [kWh]	Yearly demand [kWh]	Units
MV-LV Trafo #1	Residential PV panel	households_solar_pv_solar_radiation	solar_pv_zwolle	-1.5		30.0	<span style="color: green;">+</span> <span style="color: red;">x</span>
MV-LV Trafo #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_availability_profile_1_3.7_kw	3.7		17.0	<span style="color: green;">+</span> <span style="color: red;">x</span>
MV-LV Trafo #1	Household	base_load	edsn_e1a		3388.71	27.0	<span style="color: green;">+</span> <span style="color: red;">x</span>
MV-LV Trafo #2	Residential PV panel	households_solar_pv_solar_radiation	solar_pv_zwolle	-1.5		30.0	<span style="color: green;">+</span> <span style="color: red;">x</span>
MV-LV Trafo #2	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_availability_profile_1_3.7_kw	3.7		16.0	<span style="color: green;">+</span> <span style="color: red;">x</span>
MV-LV Trafo #2	Household	base_load	edsn_e1a				
MV-LV Trafo #3	Residential PV panel	households_solar_pv_solar_radiation	solar_pv_zwolle				
MV-LV Trafo #3	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_availability_profile_1_3.7_kw				
MV-LV Trafo #3	Household	base_load	edsn_e1a				

Technology profile CSV

A	B	C	D	E	F
connection	name	type	load	profile	capacity
1 LV #1	Base Load	generic			
2 LV #1	Space Car	generic	10.1		
3 LV #1	Holographic Display	generic	0.4		
4 LV #1	Micro-Fusion Powerplant	generic	-2.5		
5 LV #2	Teleporter	generic	6.8		
6 LV #2	Perpetual Motion Machine	generic	-1.5		
7 LV #2	Micro-Fusion Powerplant	generic	-2.5		
8 LV #3	FTL Communicator	generic	1.1		
9 LV #3	Android Butler	generic	5.4		
10 LV #3	Perpetual Motion Machine	generic	-1.5		
11 LV #3	Perpetual Motion Machine	generic	20.0		



## Een bibliotheek van profielen voor relevante technologieën in verschillende omstandigheden is opgezet

- Warmtepompprofielen zijn gebaseerd op een simpel model en zullen uitgebreid worden met metingen van ITHO Daalderop en Alliander
- Profielen voor elektrisch vervoer zijn gebaseerd op de OViN studie van Rijkswaterstaat en rekenmethoden van R. Verzijlbergh (TU Delft) en Mavaris
- Zon PV profielen zijn gebaseerd op data van de HelioClim3 satelliet (SoDa website)
- Er worden drie verschillende soorten base-loadprofielen gebruikt
  - ‘Load Profile Generator’ (openbare tool)
  - EDSN profielen
  - Slimme meter data

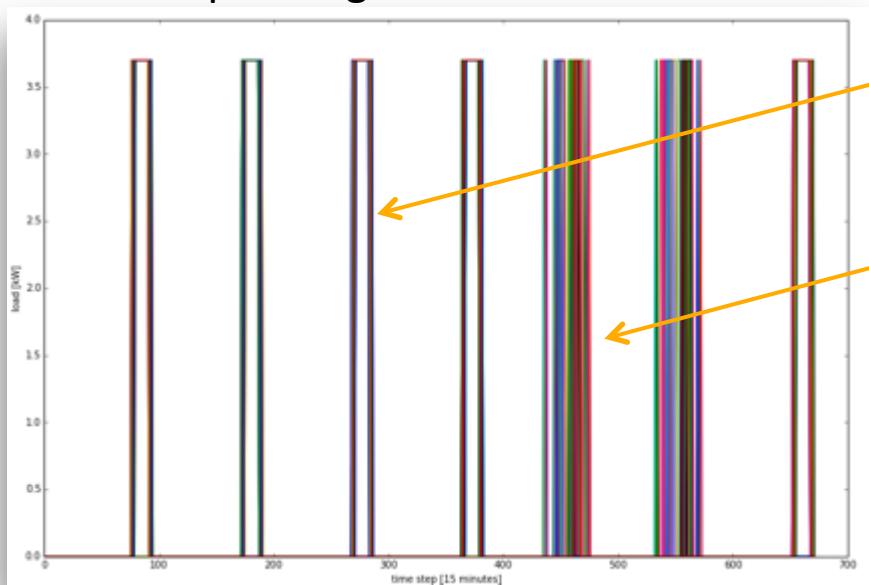


## De basislast van huishoudens wordt beschreven door een profiel dat wordt geschaald met het jaarverbruik van een gemiddeld huishouden

- EDSN:
  - Gevalideerd en wijdverbreid
  - Onderschat de variatie in load (geaggregeerd)
  - Slechts 5 profielen zijn representatief voor huishoudens (E1, E2)
- Alliander open data:
  - Slimme-meterdata van individuele (geanonimiseerde) huishoudens
  - 75 bruikbare profielen
  - Veel data ontbreekt (3% van de data-punten is gemiddeld niet gedefinieerd)
- Load Profile Generator (<http://loadprofilegenerator.de>) maakt het mogelijk om verschillende typen gebruik van technologieën te modelleren afhankelijk van
  - Gezinssamenstelling
  - Huis-type (warmtevraag, oppervlak etc.)
  - Detaillistische beschrijving van handelingen en activiteiten van gezinsleden
  - Locatie (dag nacht ritme) en temperatuursprofiel

## Profielen voor elektrisch vervoer zijn gebaseerd op de OViN studie van Rijkswaterstaat en rekenmethoden van R. Verzijlbergh (TU Delft) en Mavaris

- 11 profielen voor woon-werkverkeer en weekeindgebruik van EV
- We gaan voorlopig vooral uit van laadcapaciteit: van 3.7 kW: hogere vermogens (11kw, 22kw) zijn ook mogelijk
- Deze profielen worden gegenereerd met randomisatie van aankomsttijden met 30 minuten spreiding



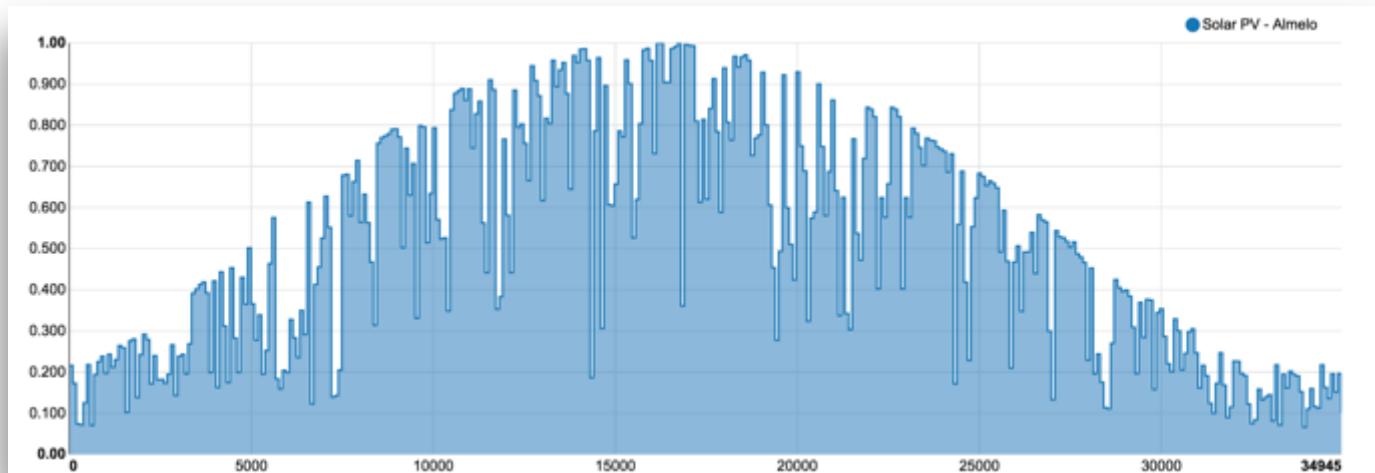
Op werkdagen is de spreiding in aanvangstijd van het laden 30 minuten

Voor weekeinddagen worden er random vervoersbewegingen gesimuleerd



## Zon PV profielen zijn gebaseerd op data van de HelioClim3 satelliet (SoDa website)

- De HelioClim3 satelliet heeft waarnemingen gedaan van zonlichtinstraling op aarde
  - 10 steden in Nederland
  - 20 km spatiële resolutie
  - 15 minuten tijdstap
  - Data uit 2005 met aanvullingen uit 2004 gedurende perioden van onderhoud
  - Lineair verband tussen instraling en opwek aangenomen



Zonne-instraling in Almelo voor 2005 in 15 minuten stappen



## Load profielen kunnen worden bekeken, geupload en gedownload via een web-interface (1/3)

Name	Created
Base-load profile EDSN type E1A	2015-03-26 16:50:13 UTC
Base-load profile EDSN type E1B	2015-03-26 16:50:30 UTC
Base-load profile EDSN type E1C	2015-03-26 16:50:42 UTC
Base-load profile EDSN type E2A	2015-03-26 16:50:56 UTC
Base-load profile EDSN type E2B	2015-03-26 16:51:25 UTC
Base-load profile EDSN type E3A	2015-03-26 16:51:33 UTC
Base-load profile EDSN type E3B	2015-03-26 16:51:48 UTC
Base-load profile EDSN type E3D	2015-03-26 16:52:12 UTC
Base-load profile EDSN type E4A	2015-03-26 16:52:00 UTC
Base-load profile EDSN type E4A	2015-03-26 16:52:24 UTC
Solar PV - Almelo	2015-03-26 13:16:20 UTC
Solar PV - Amsterdam	2015-03-26 13:16:20 UTC
Solar PV - Arnhem	2015-03-26 13:16:20 UTC
Solar PV - Den Helder	2015-03-26 13:16:20 UTC
Solar PV - Eindhoven	2015-03-26 13:16:20 UTC

Basislastprofielen zoals gehanteerd door Alliander voor het afrekenen van eindgebruikers (bron: <http://www.edsn.nl/verbruiksprofielen/>)

Door te klikken op een profielnaam worden de details van het profiel getoond

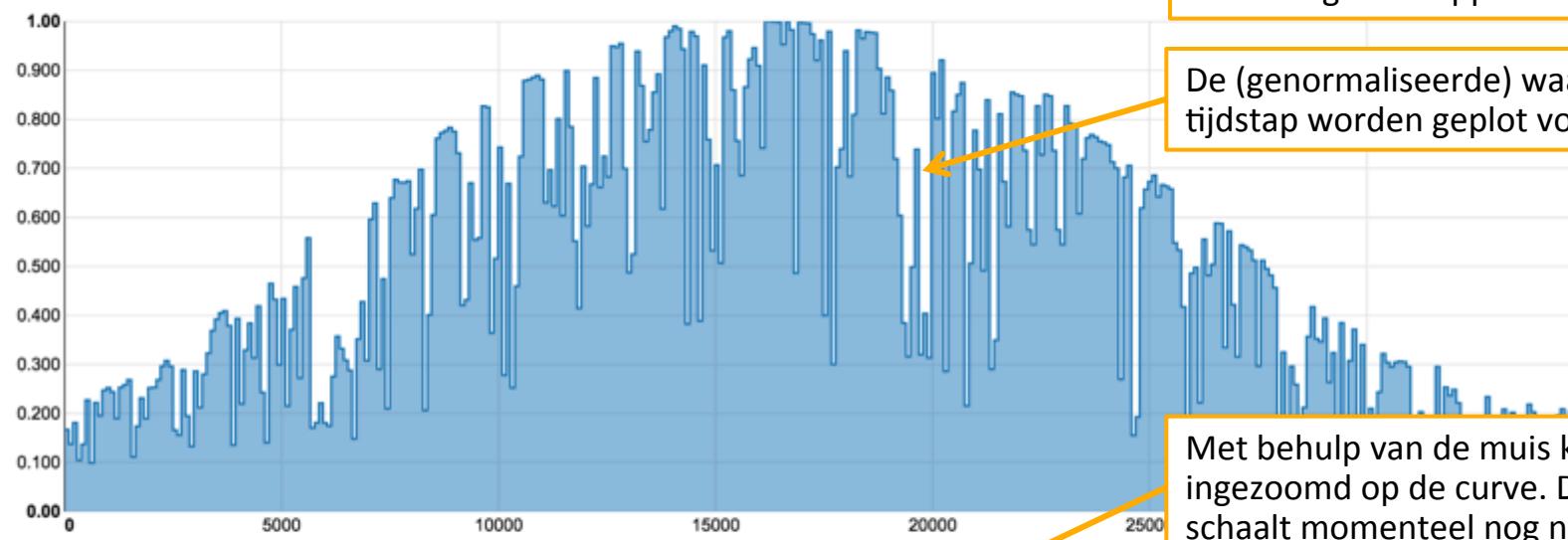
De overview pagina toont een lijst van alle beschikbare profielen



## Load profielen kunnen worden bekeken, geüpload en gedownload via een web-interface (2/3)

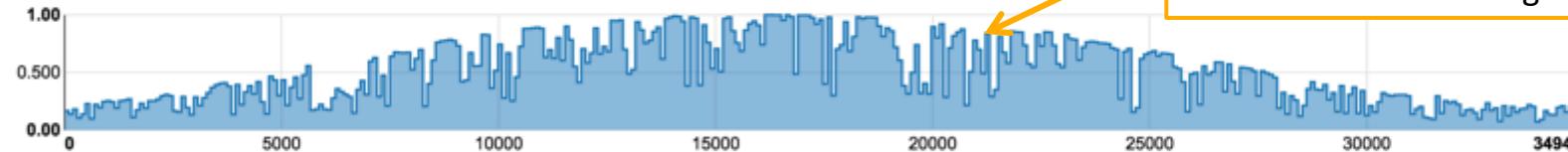
- Key: solar\_pv\_amsterdam
- Curve file name: solar\_pv\_amsterdam.csv
- Permitted Technologies: households\_solar\_pv\_solar\_radiation

Eigenschappen van het profiel:  
De ‘permitted technologies’ worden gebruikt om het profiel aan een technologie te koppelen in de proeftuin



De (genormaliseerde) waarden per tijdstap worden geplott voor het hele jaar

Met behulp van de muis kan worden ingezoomd op de curve. De resolutie schaalt momenteel nog niet mee.



Het profiel kan worden aangepast of verwijderd door de eigenaar

Whole year	<input type="button" value="Download"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>
------------	---	-------------------------------------	---------------------------------------

Voor elk profiel worden de details op een eigen pagina getoond



## Load profielen kunnen worden bekeken, geüpload, gedownload en gedeeld via de web-interface (3/3)

ENERGY TRANSITION MODEL  
TESTING GROUNDS

Home Testing Grounds ▾ Load Profiles ▾

### Create a new load profile

Key  Optional

Name  Optional

Curve  Choose File No file chosen

Permitted Technologies

**Create Load profile** OR **Cancel**

De ‘key’ moet uniek zijn en wordt gebruikt om het profiel te koppelen aan technologieën of huishoudens. Als geen key wordt gespecificeerd, wordt de filenaam gebruikt

Optioneel kan een naam worden meegegeven welke in het front-end en de grafieken wordt gebruikt

De file kan worden geüpload

De applicatie kent het profiel alleen automatisch toe aan technologieën die hier worden ingevuld

De gebruiker kan eenvoudig nieuwe profielen toevoegen

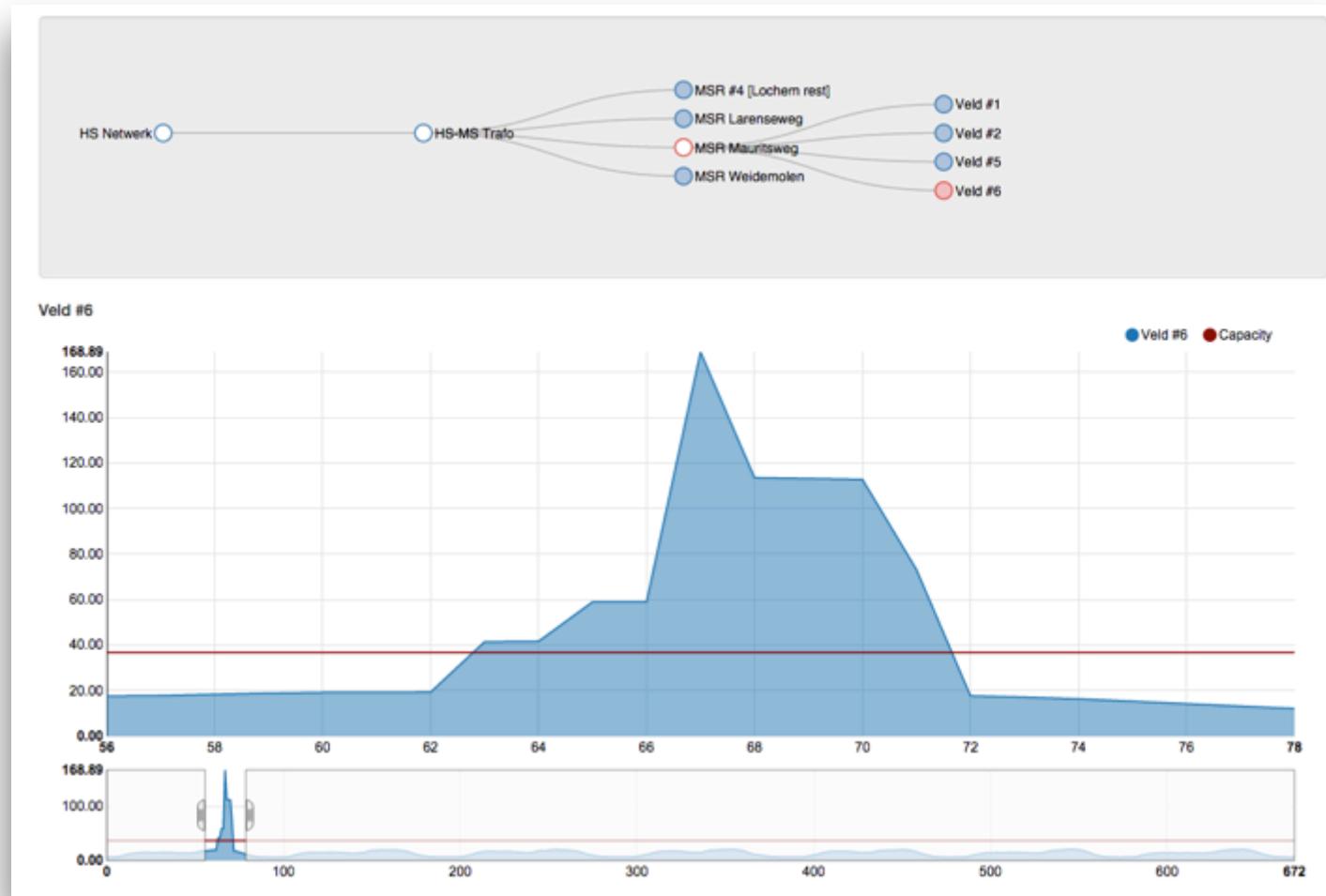


## De stress-test in Lochem is gemodelleerd in MOSES en de belasting van de trafo is succesvol voorspeld

- De topologie en capaciteit van het Lochemse netwerk rond de proeftuin is in kaart gebracht en vastgelegd in het model
- Basislastprofielen van EDSN zijn gecombineerd met jaarlijkse elektriciteitsvraag van huishoudens om een representatieve basislast te verkrijgen voor de relevante streng
- Capaciteiten van vragende technologieën zijn gecombineerd met stress-test-specifieke profielen om de belasting van de stress-test te beschrijven
- De proeftuin is doorgerekend voor een best-case en worst-case scenario met betrekking tot het functioneren van de PowerMatcher



De stress-test in Lochem is gemodelleerd in MOSES en de belasting van de trafo is succesvol voorspeld



Belasting [kW/fase] van Veld 6 van de transformator aan de Mauritsweg als functie van de tijd



## Gesprekken met Jos Blom en Guus Krol over de modellering en beschikbaarheid van data met betrekking tot opslag hebben meerdere inzichten opgeleverd

- P2P, P2G en P2H representeren de belangrijkste vormen van opslag en conversie van overtollige elektriciteit en zullen in deze volgorde worden toegevoegd
- Opslag zal worden teruggekoppeld naar de ETM interface zodat de effecten op duurzaamheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid kunnen worden bestudeerd
- Er zal nog worden gesproken met Jan Bozelie over de kosten en specificaties van opslagtechnologieën



## De dataverzameling voor opslag is bijna voltooid en voor marktmodellen en vraagsturing zijn verdere verkennende gesprekken gevoerd

- Met Albert van der Molen is gesproken over P2G
  - P2G zal in eerste instantie centraal of op wijkniveau gebeuren
  - Aanname dat calorische waarde van netwerkgas onveranderd blijft
- Er staat een afspraak met Jan Bozelie gepland voor komende week om in te gaan op technische details van P2P en P2H
- Er is gesproken met Paul de Wit over Marktmodellen en Demand Shifting
  - Verschillende inzichten uit dit gesprek zullen in komende Sprints aan bod komen



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## In de vijfde stap is opslag aan ‘MOSES’ toegevoegd

- Individuele P2P, P2G en P2H systemen kunnen worden verbonden aan de uiteinden (aansluitingen) van het netwerk
- Technische specificaties voor opslag en conversiemethoden zijn verzameld bij experts
- Voor P2P in elektrische auto's en P2H worden gebruiksprofielen gebruikt om de beschikbaarheid voor opslag/teruglevering op elk moment te kwantificeren
- Elektriciteitoverschotten worden lokaal opgeslagen/omgezet en later weer gebruikt
- De gebruiker kan opslag/conversie aan of uitzetten in de load-chart overview
- Het effect van opslag en conversie op de netwerkbelasting wordt getoond in de load-chart
- Er is gestart met het realiseren van P2P, P2G en P2H in het nationale ETM opdat compatibiliteit met de nieuwe functionaliteit gewaarborgd blijft



Individuele P2P, P2G en P2H systemen kunnen worden verbonden aan de uiteinden (aansluitingen) van het netwerk

Node	Name	Type	Profile	Capacity	Storage	Units	+	-
LV #1	Electric car	transport_car_using_electricity	ev_availability_profile_1_3.7_kw	3.7	4.0		+	x
LV #2	P2H unit	households灵活性_p2h_electricity	domestic_hot_water_profile_1	1.5	3.0		+	x
LV #3	P2P unit	households灵活性_p2p_electricity						
LV #4	P2G unit	energy灵活性_p2g_electricity						

Het ‘type’ geeft aan welke ETM-technologie geassocieerd is

Het EV profiel beschrijft de beschikbaarheid van de accu voor opslag en teruglevering

Voorbeeld van het definiëren van opslag en conversiemethoden in de lokale energiesituatie



## Technische specificaties voor opslag en conversiemethoden zijn verzameld

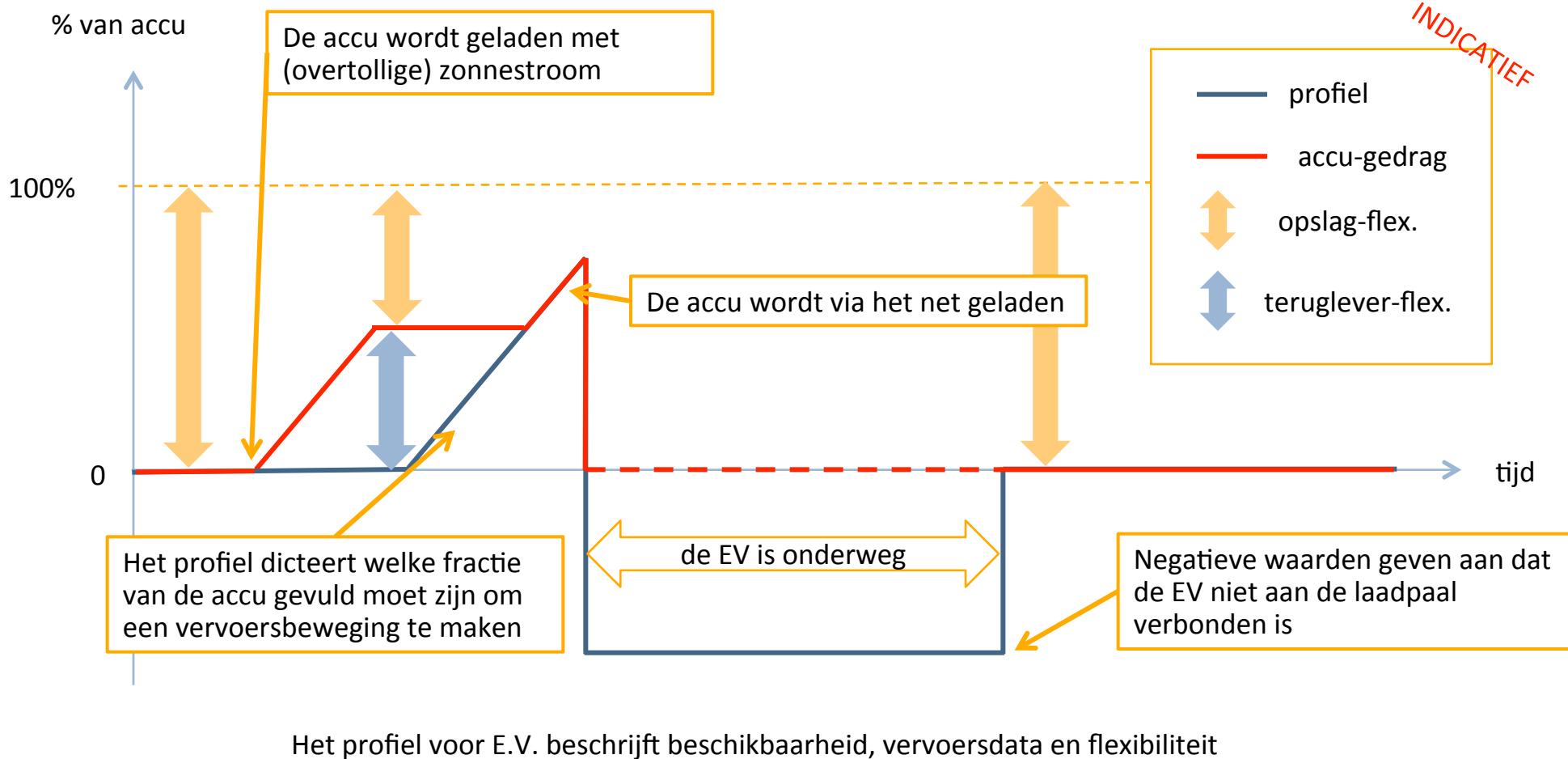
- P2P (EV)
  - Profielen gebaseerd op OViN studie en proefschrift Dr. R. Verzijlbergh
  - 25kWh opslagvolume (er kunnen ook profielen worden gemaakt voor andere volumes)
- P2P (batterijen)
  - Specificaties gebaseerd op [Four Star Solar batterij](#) en gesprekken met Jan Bozelie
  - 9.6 kWh volume
- P2H
  - Warm tapwatervraag (geen ruimteverwarming)
  - Profielen gebaseerd op 'Solar Heating and Cooling Program' voor de IEA
  - 100 liter buffervat, gekoppeld aan bestaande HR combi-ketel
- P2G
  - Specificaties gebaseerd op [Siemens Silyzer](#) en gesprekken met Jan Bozelie (Alliander) en Albert van der Molen (Stedin)
  - 135 kW capaciteit



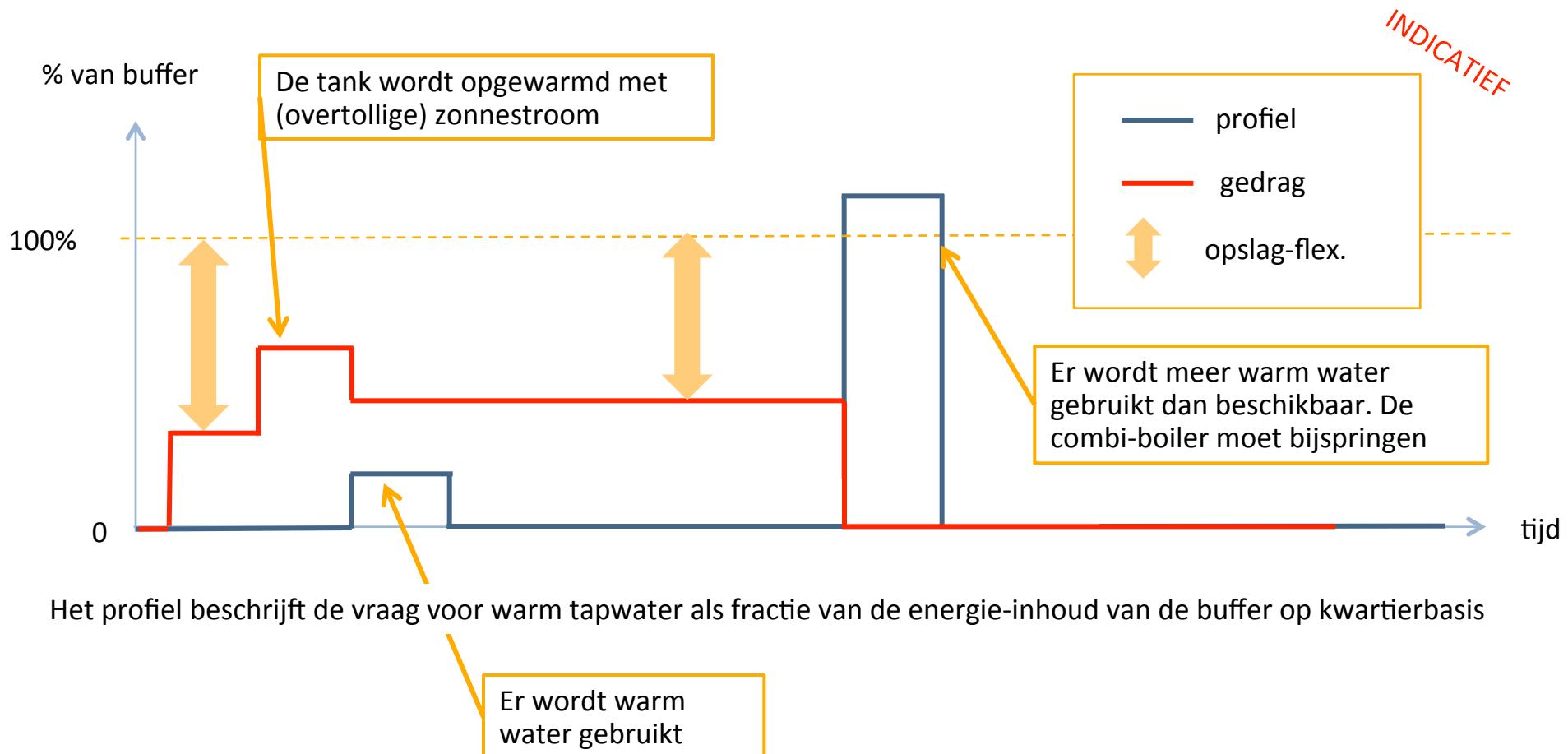
## Voor P2P in elektrische auto's en P2H worden gebruiksprofielen gebruikt om de beschikbaarheid voor opslag/teruglevering op elk moment te kwantificeren (1/3)

- Voor elektrische auto's wordt de beschikbaarheid voor flexibiliteit bepaald aan de hand van vervoersbewegingen, laadgeschiedenis en een 'beschikbaarheidsprofiel'
  - Er wordt genoeg geladen om de volgende vervoersbeweging te maken (maximaal gebruik van eigen PV stroom)
  - De accu komt leeg terug (deze aanname kan eventueel worden losgelaten)
- Voor P2H wordt de beschikbaarheid voor opslag bepaald door de laadgeschiedenis en een profiel dat het warm tapwatergebruik beschrijft
  - HR combi-ketel wordt ingezet als back-up

Voor P2P in elektrische auto's en P2H worden gebruiksprofielen gebruikt om de beschikbaarheid voor opslag/teruglevering op elk moment te kwantificeren (2/3)



Voor P2P in elektrische auto's en P2H worden gebruiksprofielen gebruikt om de beschikbaarheid voor opslag/teruglevering op elk moment te kwantificeren (3/3)



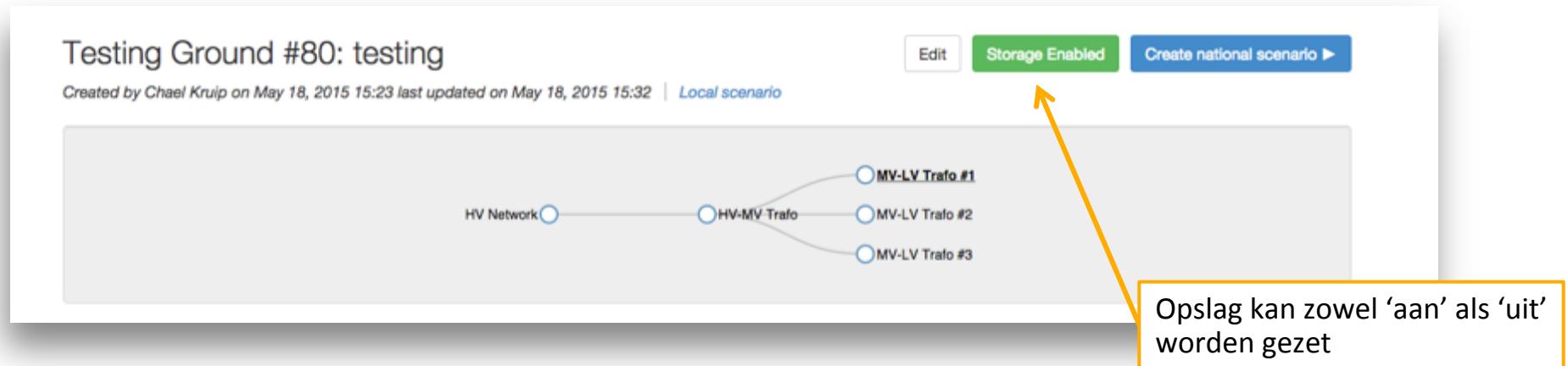


## **Elektriciteitoverschotten worden lokaal opgeslagen/omgezet en later weer gebruikt**

- De gebruiker kan opslag/conversie aan of uitzetten in de load-overview
- Als er op een gegeven moment meer lokale productie is dan vraag wordt elektriciteit opgeslagen of omgezet
  - Overschotten en opslag/conversie worden eerst 'achter de meter' verdisconteerd
  - Vervolgens worden eventuele extra overschotten of opslagcapaciteit lokaal ingezet
- Opgeslagen elektriciteit wordt ingezet op het moment dat de vraag weer hoger is dan de lokale productie
  - In de volgende sprint zullen ook strategieën worden toegevoegd om het netwerk te ontlasten
  - Dit kan in een later stadium worden aangevuld met andere criteria (prijsprinkels)

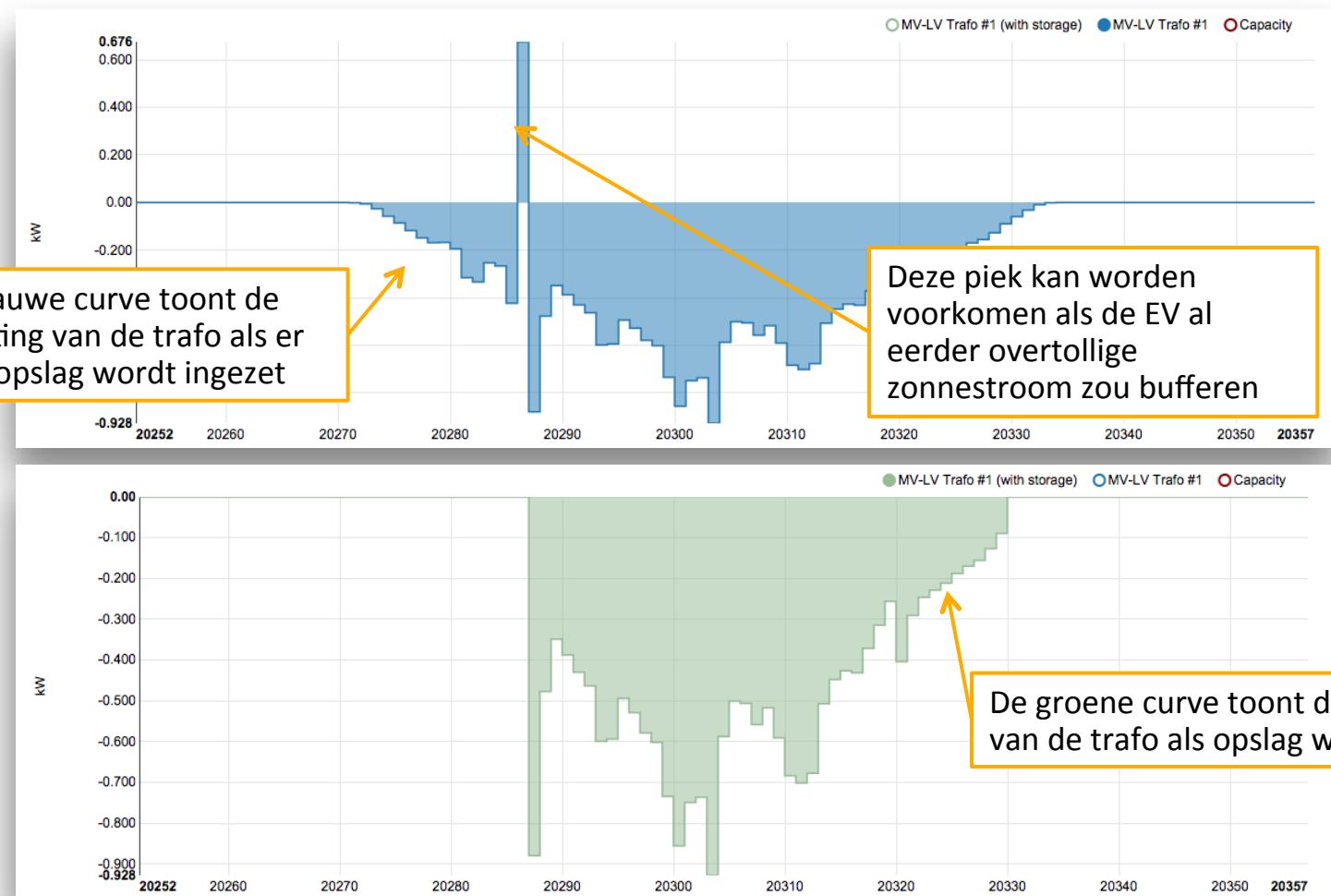


De gebruiker kan opslag/conversie aan of uitzetten in de load-chart overview





## Het effect van opslag en conversie op de netwerkbelasting wordt getoond in de load-chart



Voorbeeld van de load-grafiek waarin de effecten van opslag in EV op de netwerkbelasting worden getoond



**Er is gestart met het realiseren van P2P, P2G en P2H in het nationale ETM opdat compatibiliteit met de nieuwe functionaliteit gewaarborgd blijft**

- De gebruiker wordt in staat gesteld om opgestelde vermogens van P2P, P2H en P2G in het nationale ETM te specificeren
- Bij terugscalering van lokale scenario's worden de opgestelde vermogens weer terugverteald naar instellingen in het nationale ETM
- De effecten van opslag/conversie worden nog niet getoond in het bestaande dashboard of teruggekoppeld naar de nationale energiesituatie
  - Dit wordt de komende maanden gerealiseerd



## De gebruiker wordt in staat gesteld om opgestelde vermogens van P2P, P2H en P2G in het nationale ETM te specificeren

**ENERGY TRANSITION MODEL**  
*Independent, Comprehensive and Fact-based*

Targets		
Demand		
<b>Flexibility</b>	<b>Storage and conversion of electricity</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Excess electricity</li> <li>▼ Storage in batteries</li> </ul> <p>Storing electricity is one option to reduce curtailment of excess renewable electricity. Once an 'excess event' has passed, storage can discharge and produce electricity in the same manner as other dispatchable power plants.</p>	
Supply	<p>There are many technologies that can be used for electricity storage, like pumped hydro storage, compressed air storage and battery storage, for example. Although most have a high enough conversion efficiency, current storage technologies have limited storage capacity; they are usually fully charged after a couple of hours. The chart on the right shows central battery storage. A brief characterization of central battery storage can be found in our <a href="#">documentation</a>.</p> <p>In the future, battery storage may be more cost-effectively available in the form of electric vehicles (plug-out).</p> <p>Household batteries</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="margin-right: 10px;">% of potential</span> <input style="width: 150px; height: 10px; background-color: #ccc; border: 1px solid #ccc; border-radius: 5px; position: relative;" type="range" value="10.0"/> <span style="position: absolute; right: -10px; top: -5px; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent; border-right: 5px solid transparent; border-top: 10px solid #ccc;"></span> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Storage in electric vehicles</li> <li>▶ Conversion to heat</li> <li>▶ Conversion to gas</li> </ul>	
Costs		

Een nieuw 'menu item' voor flexibiliteit is toegevoegd aan de nationale interface van het ETM

De gebruiker kan instellen hoeveel P2P er wordt ingezet (P2H en P2G worden elders ingesteld)



## Een ‘merit order’ voor opslag/conversie kan worden gespecificeerd door de gebruiker

INDICATIEF

**ENERGY TRANSITION MODEL**  
Independent. Comprehensive and Fact-based

**Targets**

**Demand**

**Flexibility**

**Electricity storage**  

**Import/Export**

**Supply**

**Costs**

### Storage and conversion of electricity

▼ Excess electricity

This page is about excess electricity and what to do with it. Wind turbines and solar panels are subject to volatile natural patterns. Their electricity supply does not match demand and large amounts of volatile production capacity will therefore lead to excess electricity.

The ETM exports this excess, but this may not be an option, since our neighbors will likely face similar weather conditions and simultaneously peaking supply from wind and solar. Today, the only practical option for dealing with large amounts of excess is to shut down or ‘curtail’ production from wind and solar facilities. This effectively increases their production costs. It may therefore be economically attractive to store or convert the excess electricity into a useful form of energy.

The chart gives an indication of how the increase of production costs due to curtailment compares to storage or conversion technologies. More detailed information can be found in our [documentation](#).

**Storage options**

- Storage in batteries
- Storage in electric vehicles
- Conversion to heat
- Electricity Converted To Gas
- Export

▶ Storage in batteries

	Capacity	Volume	Annual stored energy	Cycles
Storage in batteries	370 MW	500 MWh	25 GWh	50
Storage in electric vehicles	370 MW	2.5 GWh	250 GWh	100
Conversion to heat	525 MW	3.0 GWh	1.0 TWh	
Electricity Converted To Gas	12 MW		18 GWh	
Export	5850 MW		1.5 TWh	

De ingestelde capaciteit voor opslag en conversie wordt in tabelvorm gegeven

De gebruiker kan de verschillende opties voor de bestemming van elektriciteitoverschot in een ‘merit order’ plaatsen

INDICATIEF

INDICATIEF

alliander

75



## De effecten van opslag/conversie worden getoond in het bestaande dashboard en een nieuwe grafiek (1/2)

- P2P zal vooral impact hebben op de mate waarin overschotten en tekorten moeten worden geïmporteerd en geëxporteerd en de merit order
- P2G zal het effect hebben dat minder overschotten moeten worden geëxporteerd en zal de gas-mix verduurzamen
  - Voor het moment wordt ervan uitgegaan dat de calorische waarde van het gas niet verandert
- P2H zal naast verminderen van elektriciteitsexport zorgen voor een verlaging van de warm watervraag en daarmee een besparing van gas, hout etc.
  - De circulaire effecten van de besparing van elektriciteit voor warm water op de nationale merit-order worden in eerste instantie niet meegenomen



## De effecten van opslag/conversie worden getoond in het bestaande dashboard en een nieuwe grafiek (2/2)

**ENERGY TRANSITION MODEL**  
Independent. Comprehensive and Fact-based

Information Settings (2030) Log out Search

**Targets**

**Demand**

**Flexibility**

**Electricity storage** (selected)

**Import/Export**

**Supply**

**Costs**

**Storage and conversion of electricity**

- Excess electricity
- Storage in batteries

Storing electricity is one option to reduce curtailment of excess renewable electricity. Once an 'excess event' has passed, storage can discharge and produce electricity in the same manner as other dispatchable power plants.

There are many technologies that can be used for electricity storage, like pumped hydro storage, compressed air storage and battery storage, for example. Although most have a high enough conversion efficiency, current storage technologies have limited storage capacity; they are usually fully charged after a couple of hours. The chart on the right shows central battery storage. A brief characterization of central battery storage can be found in our documentation.

In the future, battery storage may be more cost-effectively available in the form of electric vehicles (plug-out).

Household batteries % of potential 10.0% (10.0%)

- Storage in electric vehicles
- Conversion to heat
- Conversion to gas

**Use of excess electricity**

Category	2012 (PJ)	2030 (PJ)
Stored in EV	~1	~1
Converted to gas	~1	~1
Exported	~5	~3
Losses	~5	~1

INFORMATION TUTORIAL ADD CHART

**Energy use** -0.4% **CO<sub>2</sub> emissions** +8.0% **Energy imports** 68.9% **Costs (bln)** €35.9 **Bio-footprint** 0.5xNL **Renewables** 4.1% **Targets** 0/0

De 'opslag/conversie grafiek' en het dashboard reageren dynamisch op de effecten van opslag en conversie



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## In de zesde sprint zal het mogelijk worden om effecten van vraag-/aanbodsturing op de netwerkbelasting te onderzoeken

- Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende vormen van sturing voor vragende technologieën\*
  - Besparen, Verschuiven, Bufferen
- EV worden beschreven door beschikbaarheidsprofielen met een extra criterium om netwerkbelasting te minimaliseren
- Warmtepompen (warm tapwater/ruimteverwarming) worden vergelijkbaar met EV gemodelleerd
- Voor individuele base-load profielen worden load-pieken statistisch toegekend aan technologieën
- Aanbodsturing van zon PV wordt mogelijk gemaakt als 'capping'/afknijpen wanneer de belasting van het netwerk wordt overschreden



## EV worden beschreven door beschikbaarheidsprofielen met extra criteria om netwerkbelasting te minimaliseren

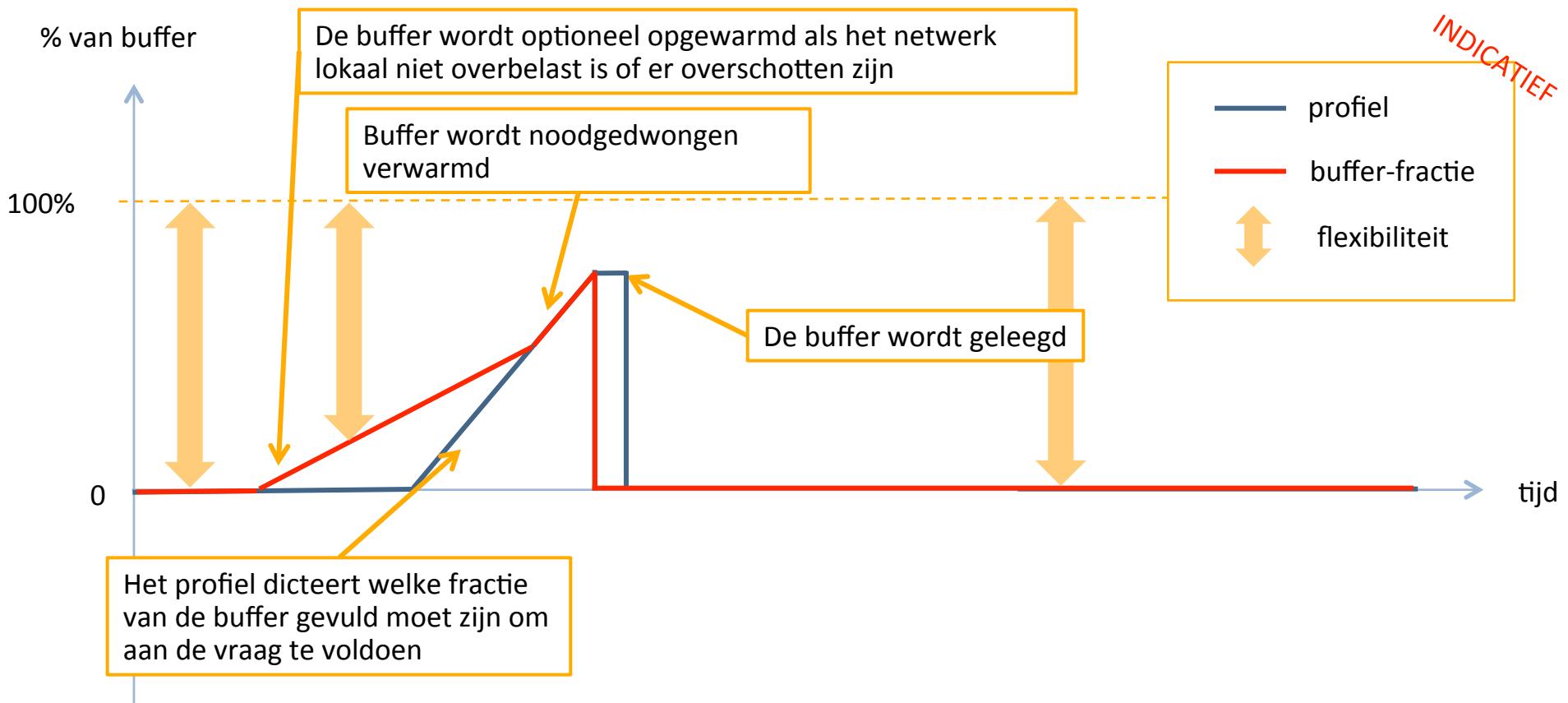
- Beschikbaarheidsprofielen EV voor Stap 5 kunnen worden hergebruikt
  - Profielen bevatten alle informatie over vervoersbewegingen en minimale laadfracties benodigd om vraag-/aanbodsturing te modelleren
- Aan de twee bestaande gedragsregels voor bufferen (laden) wordt een derde toegevoegd
  - 1: laden omdat er overschotten zijn van PV productie (gerealiseerd)
  - 2: laden omdat de accu nog niet voldoende vol is voor een vervoersbeweging (gerealiseerd)
  - 3: laden omdat er ruimte op het netwerk is
- Aan de bestaande gedragsregel voor terugleveren (ontladen) wordt een tweede toegevoegd
  - 1: ontladen zodra er geen overschot meer is (gerealiseerd)
  - 2: ontladen omdat er netwerkcongestie optreedt



## Warmtepompen (warm tapwater/ruimteverwarming) worden vergelijkbaar met EV gemodelleerd (1/2)

- Het profiel beschrijft duur en hoogte van de vraag alsook het deel van de buffer dat minimaal gevuld moet zijn om daaraan te voldoen
- De buffer kan worden gevuld wanneer er ruimte op het netwerk is
- Als er niet genoeg kan worden gebufferd voorafgaand aan een vraag-event, dan zal de warmtepomp aanslaan (met eventuele overbelasting van het netwerk als gevolg)

## Warmtepompen (warm tapwater/ruimteverwarming) worden vergelijkbaar met EV gemodelleerd (2/2)



Het profiel voor warmtepompen beschrijft beschikbaarheid en flexibiliteit



## Voor individuele base-load profielen worden load-pieken statistisch toegekend aan technologieën (1/2)

- Load-pieken boven 300 Watt worden aangeduid als mogelijk flexibel
- Elke piek wordt met een bepaalde waarschijnlijkheid toegekend aan een technologie
- Vervolgens wordt bepaald of de piek kan worden uitgesteld, bespaard of inflexibel is



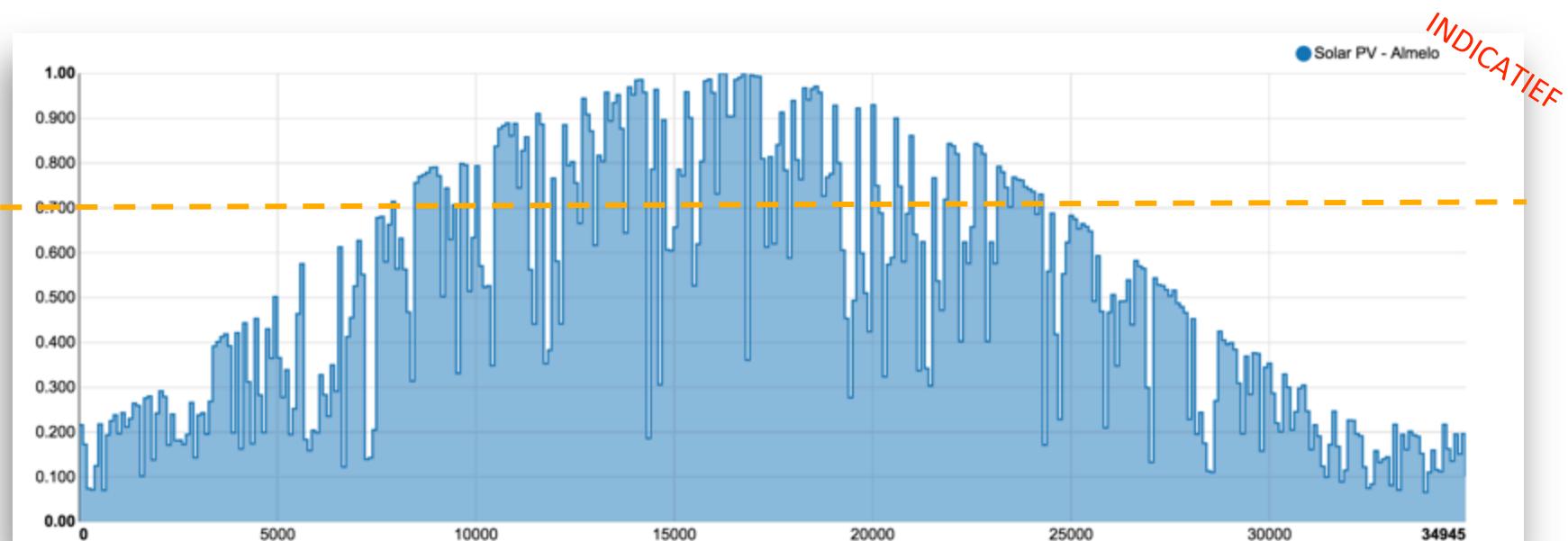
## Voor individuele profielen worden load-pieken statistisch toegekend aan technologieën (2/2)

- Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende technologieën en hun flexibiliteit
  - Koelkast: 15 minuten uitstellen
  - Vriezer: max 2 uur uitstellen (of meer als extra wordt gekoeld)
  - Vaatwasser: max 8 uur uitstellen
  - Wasmachine: max 2 uur uitstellen
  - Stofzuiger: inflexibel
  - Powertools: inflexibel
  - Elektrische oven: inflexibel
- Er moet worden onderzocht welke waarschijnlijkheid toegekend moet worden aan de verschillende technologieën
  - Later kan deze procedure eventueel worden verfijnd met 'fingerprint' herkenning
- Een piek wordt verschoven tot een moment dat het netwerk niet meer overbelast is of de maximale verschuivingsperiode verstrekken is



## Aanbodsturing van zon PV wordt mogelijk gemaakt als 'capping'/afknijpen wanneer de belasting van het netwerk wordt overschreden

- Als productie groter is dan achter de meter kan worden gebruikt/opgeslagen/omgezet wordt er tussen 0 en 100% afgeknepen
  - De gebruiker kan aangeven welke fractie van de capaciteit mag worden afgeknepen



Voorbeeld van het beperken van zon PV productie



## Met experts zijn gesprekken gevoerd over vraag-/aanbodsturing en marktmodellen

- Er is met Peter van der Sluijs is een verdiepingsmeeting gehouden over sturing
  - Voorgestelde aanpak is in overeenstemming met USEF richtlijnen
  - Voor individuele basislast moeten verschillende componenten worden onderscheiden
  - Het is vooralsnog afdoende om exclusief verschuiving naar latere tijdstippen te modelleren
- Met Paul de Wit over is over Marktmodellen gesproken
  - Het is wenselijk om simpel te beginnen met 1 à 2 concrete modellen
- Er is contact gelegd met Jeroen Scheer (Alliander)
  - Bezig met modelleren van marktmodellen in context van zijn PhD
- Een werksessie met het projectteam over Marktmodellen heeft enkele belangrijke inzichten opgeleverd en convergentie van ideeën kan nu starten



1

## Achtergrond

2

## Stap 1: Schalen van ETM scenario's

3

## Stap 2: Netwerkconfiguratie

4

## Stap 3: Load berekening

5

## Stap 4: Profielen en technologieën

6

## Stap 5: Opslag

7

## Stap 6, 7 en 8

8

## Vervolg



## Alvorens het model volledig publiek gaat, moet het nog worden beschermd met verdere beveiligingsmethoden

- Authenticatie (iedereen met een login kan alles zien/doen)
  - gerealiseerd
- Authorisatie (afhankelijk van je 'rechten' kun je verschillende dingen zien/doen)
  - zou 3 tot 7\* mandagen kosten en is nog niet gerealiseerd
  - Kan binnen budget van het project
- HTTPS-encryptie (niemand kan het internetverkeer onderscheppen en 'lezen')
  - zou 200 - 400 EUR kosten voor certificaat en 1 mandag voor implementatie



## Nadat de laatste 3 stappen zijn gerealiseerd kan MOSES worden doorontwikkeld aan de hand van concrete use-cases

- Input van vraagstukeigenaren kan de richting van doorontwikkeling bepalen
- MOSES is ontworpen om samenwerking en doorontwikkeling te stimuleren
  - (Super) Open source: iedereen kan er aan verder ontwikkelen en teruggeven aan de community (via [Github](#))
  - Transparante en modulaire structuur
  - Uitgebreide versiebeheer systeem via Git(hub): uitgebreide logging en beschrijving van verbeteringen, aanpassingen en dergelijke
  - Ontwikkeling kan live online, dagelijks worden gevuld
- Vanuit de academische wereld is al veel interesse getoond in bijdragen aan MOSES
  - Verbeterde data
  - Uitbreidingen aan rekenmethoden



**Leden van deze workshop hebben toegang tot MOSES en kunnen zelf aan de slag met de ontwikkelde functionaliteit**

Login: [workshop@quintel.com](mailto:workshop@quintel.com)

Password: alliander



**Tevens zijn we benieuwd naar jullie input, vragen en opmerkingen!**