

› **SYSTEM INTEGRATION AT TNO**
SELECTED TOPICS

MICHEL EMDE, ALIENE VAN DER VEEN, EDWIN MATTHIJSEN, JORRIT NUTMA

› YOUR PRESENTERS FOR TODAY



Michel Emde
michel.emde@tno.nl



Jorrit Nutma
jorrit.nutma@tno.nl



Edwin Matthijssen
edwin.matthijssen@tno.nl



Aliene van der Veen
aliene.vanderveen@tno.nl

'INNOVATION FOR LIFE'

TNO CONNECTS PEOPLE AND KNOWLEDGE TO CREATE INNOVATIONS THAT BOOST THE COMPETITIVE STRENGTH OF INDUSTRY AND THE WELL-BEING OF SOCIETY IN A SUSTAINABLE WAY.

THIS IS OUR MISSION AND IT IS WHAT DRIVES US, THE OVER 3,400 PROFESSIONALS AT TNO, IN OUR WORK EVERY DAY!

TNO:

Founded by law to
stimulate economy and
well-being

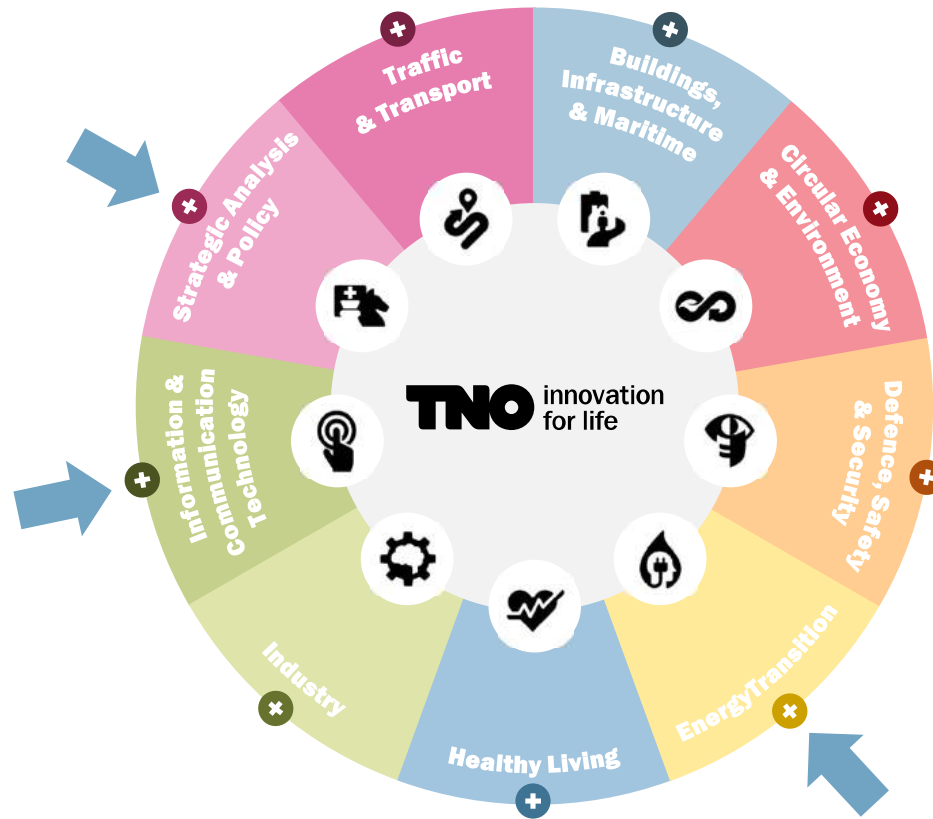
Applied research

Not for profit

SMART SOLUTIONS FOR CLIENTS & PARTNERS



WE DO THIS BY TAKING A MULTIDISCIPLINARY APPROACH





SYSTEM INTEGRATION?

BOTTLENECKS IN THE ENERGY SYSTEM

RES-regio's maken zich zorgen over voortbestaan

Provincies, gemeenten, waterschappen en RES-regio's maken zich grote zorgen of het programma na 1 juli wel blijft bestaan nu er geen geld is toegezegd. Zij hebben een brandbrief gestuurd naar de ministeries van Binnenlandse Zaken, Economische Zaken en Klimaat en Financiën. EZK laat weten dat er binnenkort een oplossing komt.

Brandbrief RES-partijen

Dertig energieregio's stellen in Nederland regionale energiestrategieën (RES'en) op die gezamenlijk moeten zorgen voor 35 TWh aan hernieuwbare opwek in 2030 en de transitie naar hernieuwbare warmte in de gebouwde omgeving. Daarover zijn afspraken gemaakt in het Klimaatakkoord, waaronder de afspraak dat het Rijk voor budget zorgt. Op 1 juli moeten alle regio's de RES 1.0 opleveren.

OpinieWindmolens

Rijksoverheid, help coöperaties voor windenergie

Het is lastig om steun te krijgen voor lokale windenergie. Het Rijk moet coöperaties helpen met een landelijke draagvlakcampagne, vinden projectmanager van energiecoöperatie De Windvogel Inge Verhoef, en Robert Vermeulen, voorzitter van energiecoöperatie Veenwind.

Alliander: slimmere planning van zonne- en windparken kan honderden miljoenen besparen

Gemeenten en provincies moeten bij hun plannen voor de opwekking van duurzame elektriciteit vaker kiezen voor windenergie en bij de aanleg van parken meer rekening houden met de locatie. Als er beter wordt afgestemd, kan er 700 miljoen euro worden bespaard bij de uitvoering, stelt topman Maarten Otto van stroomnetbeheerder Alliander.

In de plannen die gemeenten en provincies aan het maken zijn om doelen te halen, worden energieparken vaak niet in de buurt van afnemers gepland. In de buurt van afnemers worden zonnepanelen en windturbines gecombineerd. Hierdoor worden stations onnodig veel kabels gelegd op schaarse grond. Ook wordt een groter deel van de kosten voor de kabels betaald door de provincies.

Alliander heeft geen stok achter de deur om gemeenten te dwingen te kiezen voor efficiëntere oplossingen. Otto zegt dat Alliander samen met andere netbeheerders voorstellen heeft gedaan aan lagere overheden waarmee tot 60 procent bespaard kan worden op de kosten.

regionale Energiestrategieën, kortweg RES. Deze moeten Nederland helpen de overgang naar een groter aandeel groene energie te herhalen, zoals afgesproken in het Klimaatakkoord.

Lokale overheden bij het maken van de plannen moeten meer rekening houden met de locatie van de parken. Daarvoor wordt een groter aandeel groene energie te herhalen, zoals afgesproken in het Klimaatakkoord.



Windturbine Foto Powerpeers

door dickere, duurdere kabels nodig zijn. Die kosten worden uiteindelijk door de burger betaald. Alliander heeft geen stok achter de deur om gemeenten te dwingen te kiezen voor efficiëntere oplossingen. Otto zegt dat Alliander samen met andere netbeheerders voorstellen heeft gedaan aan lagere overheden waarmee tot 60 procent bespaard kan worden op de kosten.

17 maart 2021

Scherpe kritiek adviescollege regering op nieuwe Energiewet

ATR ondersteunt VEMW-kritiek en ontraadt indiening wetsvoorstel

De doeltreffendheid en doelmatigheid van het wetsvoorstel Energiewet is niet vast te stellen omdat de verplichtingen onvoldoende zijn uitgewerkt. Vanwege het gebrek aan uitwerking is het niet mogelijk te bepalen of het voorstel voor de minst belastende opties kiest en of de verplichtingen werkbaar zijn voor partijen in de energievoorziening. De regeldruk is niet goed in kaart gebracht en onduidelijk is waarom warmte geen onderdeel is van het ordeningskader. Dat stelt het Adviescollege Toetsing Regeldruk (ATR, vti, Actal), en

Burger wordt zelf stroomproducent: snelle groei lokale energiecoöperaties

Het aantal burgercollectieven dat duurzame energie opwekt groeit snel. Afgelopen jaar zijn lokale energiecoöperaties 70 procent meer zonne- en windenergie gaan produceren. Minstens 85.000 Nederlanders nemen deel aan een energiecoöperatie.

Annemiek van Dongen

Tennet moet steeds vaker afschakelen in Zeeland

Tennet moest de afgelopen weken meerdere keren een zogenoemde Alert afkondigen op het hoogspanningsnet in Zeeland. In die situatie kan Tennet aangesloten direct afschakelen om zo overbelasting van het net te voorkomen. Vanaf 2022 start Tennet gedurende twee jaar met congestie management in Zeeland, in afwachting van de definitieve oplossing van netverzwaring.

Alert

Protest tegen strengere regels voor realisatie zonneparken in Fryslân

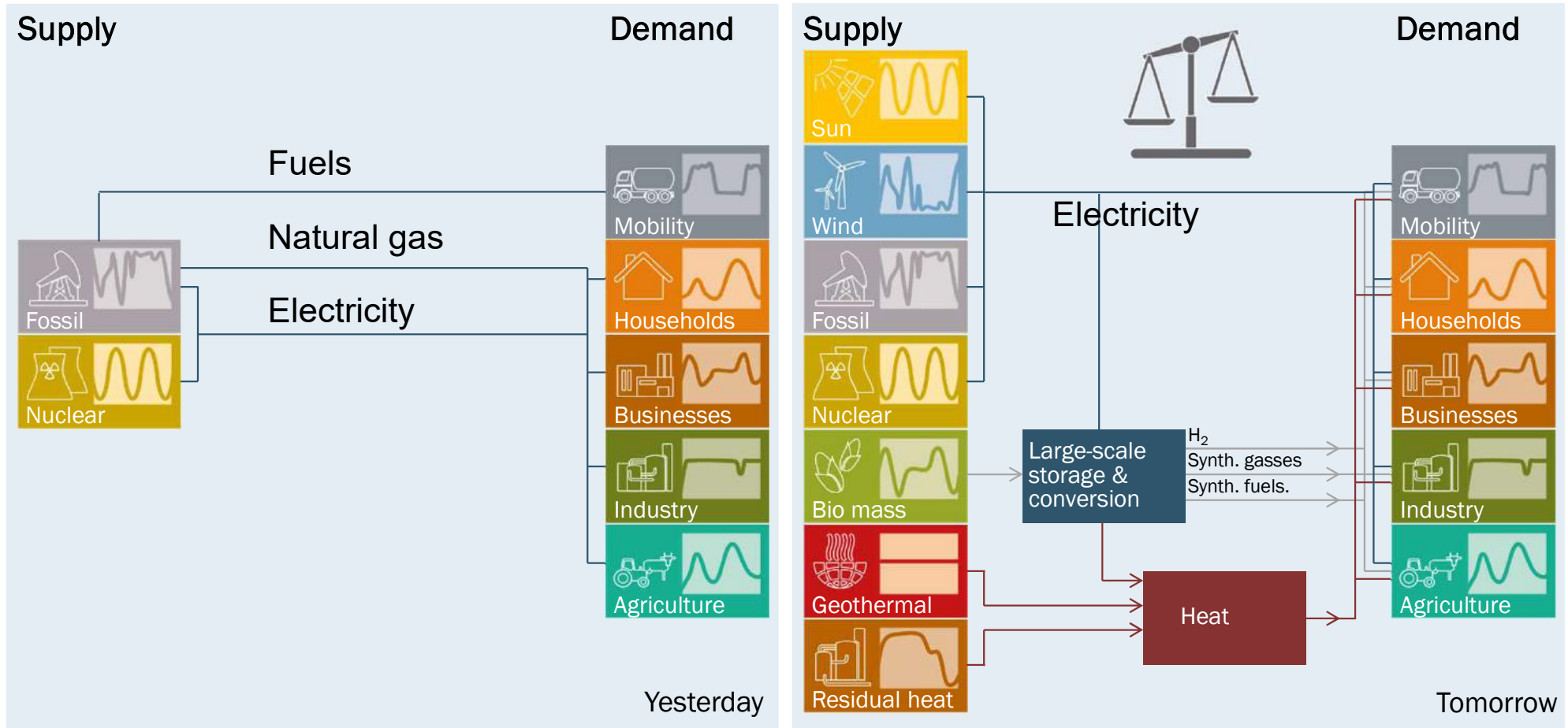
Kosten voor filebestrijding op het net blijven toenemen voor Tennet

Hoogspanningsnetbeheerder Tennet was in 2020 opnieuw meer geld kwijt aan congestie management. De totale kosten voor redispatch - het tegen betaling op- of afschakelen van centrales - en restrictiecontracten stegen met 27% ten opzichte van een jaar eerder. Dat blijkt uit de Market Update die Tennet jaarlijks publiceert.

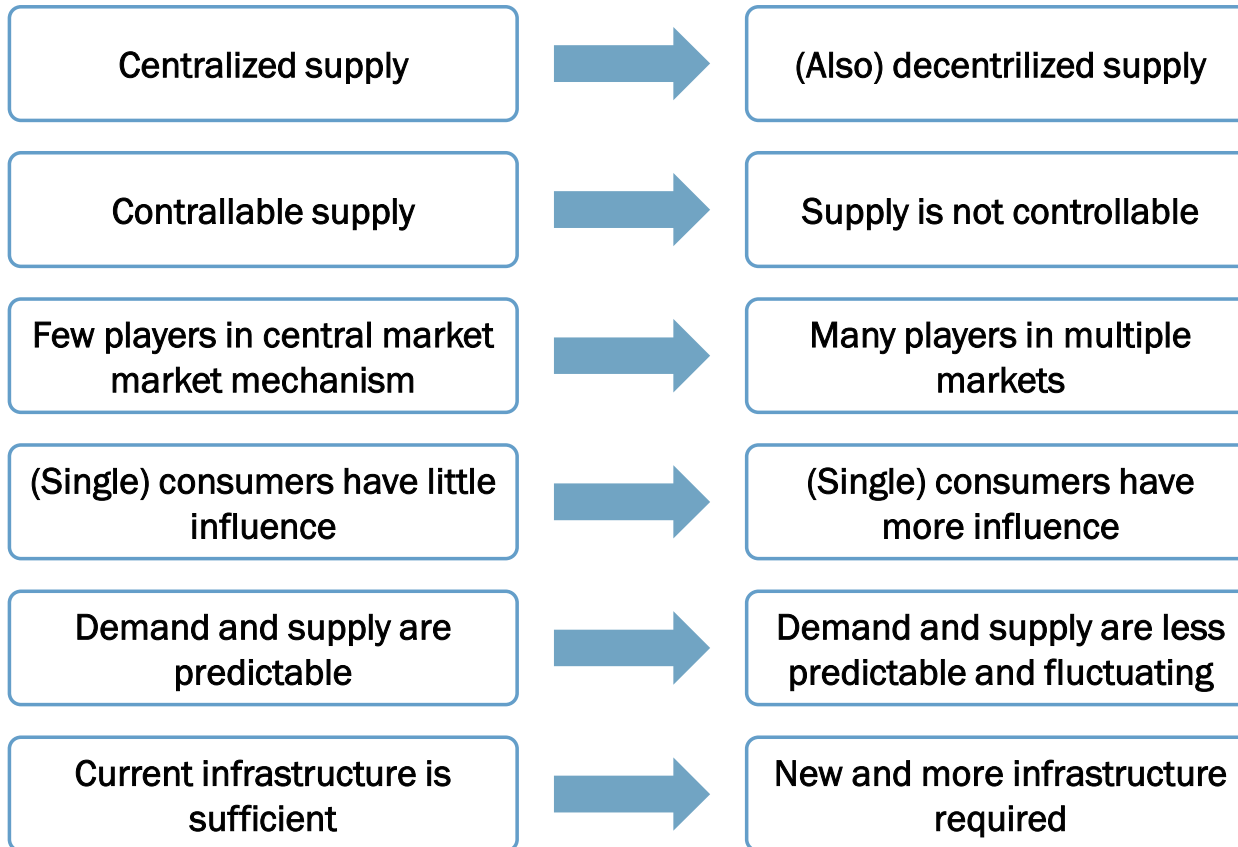
Congestie management zoals Tennet dat toepast bestaat uit twee componenten: ten eerste sluit de landelijke netbeheerder met marktpartijen zogeheten restrictiecontracten. Dit zijn contracten waarin van tevoren afgesproken wordt dat een producent op bepaalde momenten niet zijn volledige transportcapaciteit zal benutten, bijvoorbeeld tijdens gepland onderhoud aan het net. Daarnaast maakt Tennet op het moment dat zich ergens in het hoogspanningsnet congestie voordoet gebruik van redispatch, oftewel het verplaatsen van invoeding of afname van de ene locatie naar de andere. In Noord-Nederland, bij de Eemshaven, staat bijvoorbeeld veel productiescapaciteit, en een groot deel van die elektriciteit wordt naar de Randstad en het zuiden afgevoerd. De hoogspanningsverbinding Lelystad-Zin is daarbij vaak een flessenhals: niet alle elektriciteit past daar overheen. Als de maximale transportcapaciteit van deze verbinding overschreden dreigt te worden, past Tennet redispatch toe: de netbeheerder betaalt dan een producent ten noorden van dit knooppunt om minder elektriciteit in te voeden, en een producent ten zuiden ervan om juist meer te gaan produceren.

Het volume aan redispatch dat Tennet in 2020 heeft ingezet, lag zo'n 4% hoger dan in 2019. De totale kosten voor redispatch en restrictiecontracten samen kwamen volgens Tennet echter 27% hoger uit. Hoewel Tennet deze cijfers "vanwege concurrentievervalsing" niet verder kan uitsplitsen, ligt het dus voor de hand dat de kostenstijging vooral toe te schrijven is aan een toename van de kosten voor restrictiecontracten.

THE ENERGY SYSTEM CHANGES



SYSTEM VIEW ON THE ENERGY TRANSITION



System integration challenges!

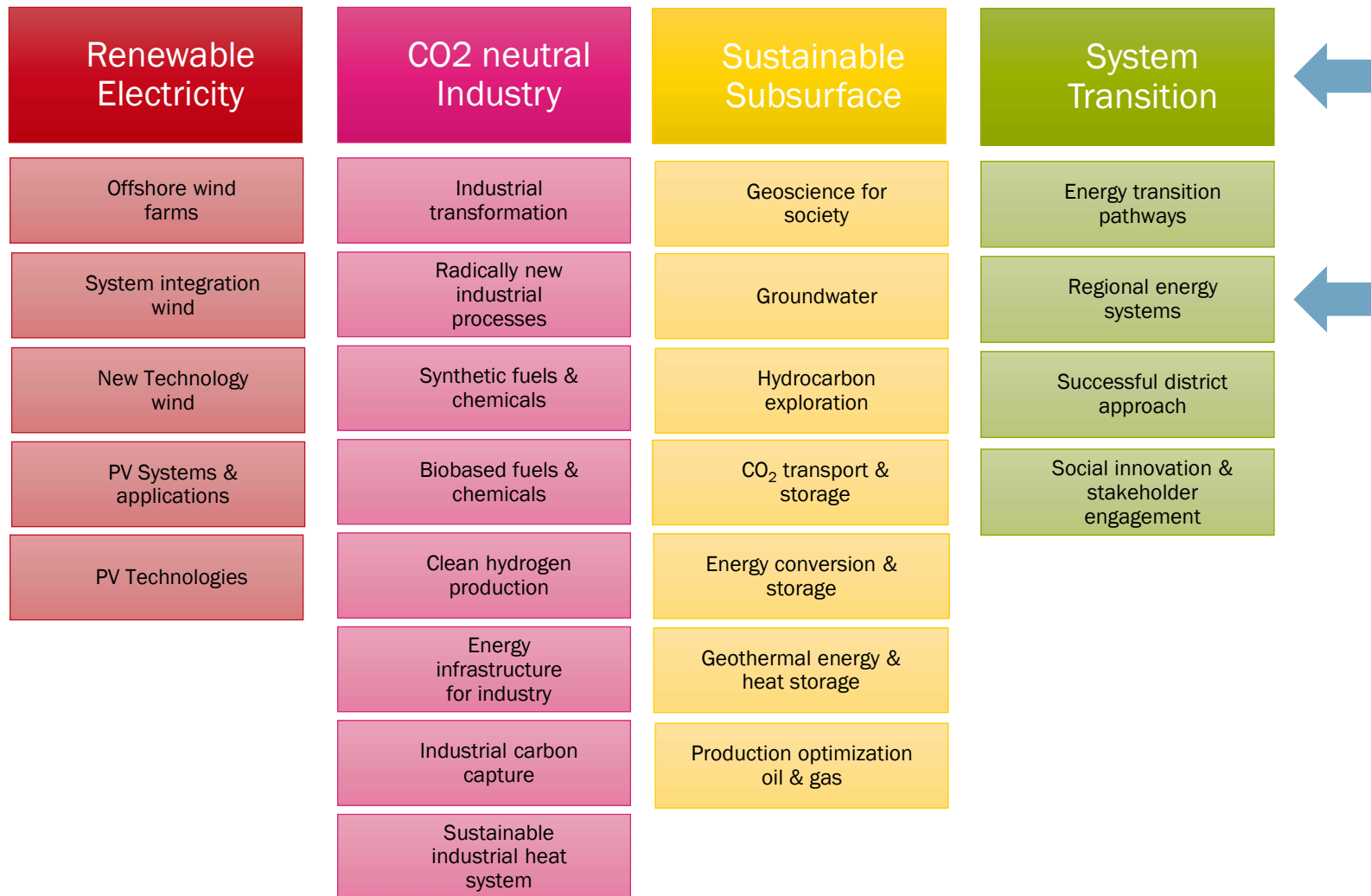
› **How to plan and design the future energy system?**

- › How to handle what information?
- › How to handle uncertainty?
- › How to model the complex system?
- › Decision making?

› **How to operate the future energy system?**

- › Congestion management and balancing?
- › How to use flexibility?
- › Market mechanism?
- › Control mechanisms?

SYSTEM INTEGRATION IN THE UNIT ENERGY TRANSITION



DESIGN AND OPERATION OF THE ENERGY SYSTEM

Energy System Plan



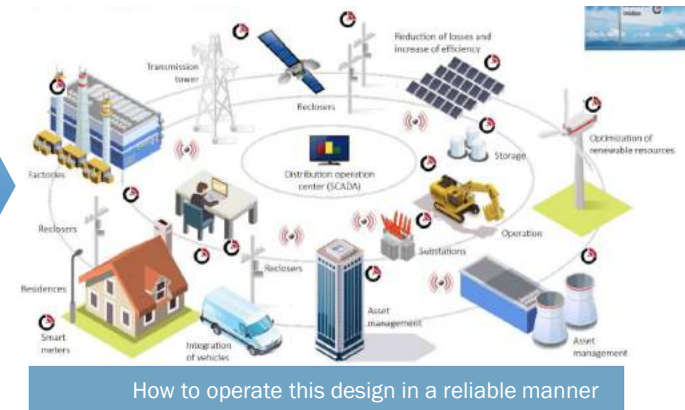
What is the plan on national level

Energy System Design



How to translate this plan to design for a region?

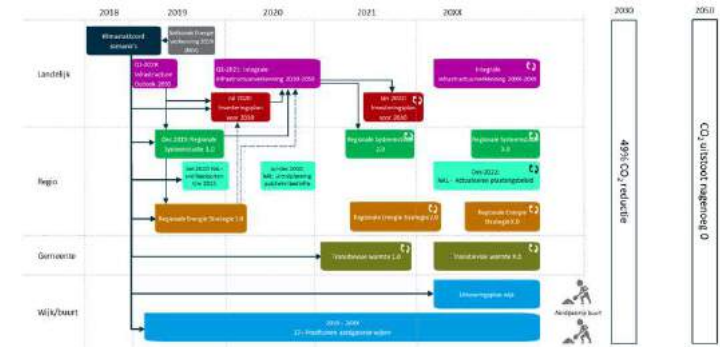
Energy System Operation



How to operate this design in a reliable manner

Scope of this presentation

ENERGY SYSTEM DESIGN



Focus: Gain techno-economical insights in feasible pathways

Examples

- ESDL
- ESSIM
- Mondaine
- Gridmaster/XLRM

Future

- Multimodelling platform
- Include flexibility (e.g. Flexmaster (investments in infrastructure and flexible assets in industry))

Tools and methodologies

- Energy system information management
- Model-based energy profiles
- Multimodelling / model-integration
- Modelling (deep) uncertainty
- Models for collective decision making

Techno-economical analysis

- Impact of design decisions
- Optimization of scarce resources
- Spatial planning/design of energy infrastructure
- Address (interplay) of different stakeholders, stakes and levels of scale of the energy system

Examples

- Provincial system studies
- Regional studies
- System cost of truck fleet electrification

Future:

- Include economical consequences, financials, value distribution

ENERGY SYSTEM OPERATION



Focus: Operational application of flexibility for a reliable, efficient and acceptable energy system

Examples

- EFl/S2 standard for flex
- Analysis of flexibility
- Ianos
- Interconnect
- Reflex
- Powermatcher

Future

- Flex for congestion management
- Energy system digital twinning

Tool development and validation

- Modelling of potential flexibility
- Operational data and control of flexibility
- Digital Twinning of the operational energy system
- Evaluate IT technology for application in the system
- AI for energy

Value chains and application

- Businesscases and products for flexibility
- Energy communities
- Participation
- Make smart solutions work
- Regulation
- Market mechanisms

Examples

- ECISS (e-mobility system architecture)
- Pocityf/Making city
- Holisder
- Local energy management
- Eye/Eyeflex
- Real-life pilots

Future

- Energy communities
- Go-E (end-to-end flex for congestion management)



SELECTED TOPICS

SELECTED TOPIC: GRIDMASTER

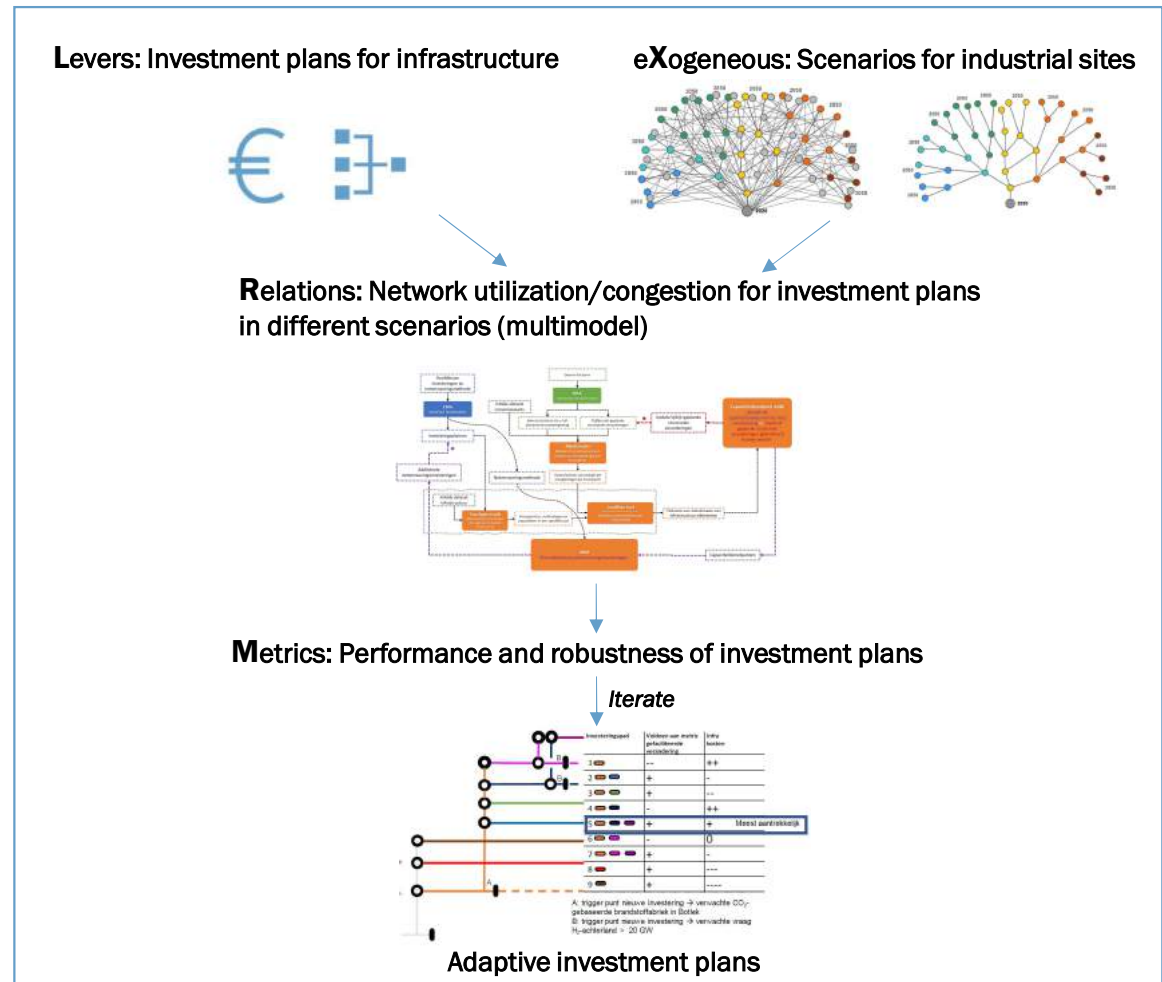
INVESTMENT DECISION UNDER DEEP UNCERTAINTY

- › **Investments** in energy infrastructure HIC Rotterdam
- › Great uncertainty about future demand and supply in the cluster
- › Investments **decisions** need to be **robust** – i.e. perform well under many potential future scenarios
- › How to get to adaptive investment plans?
- › XLRM-approach



Coming up in new project:

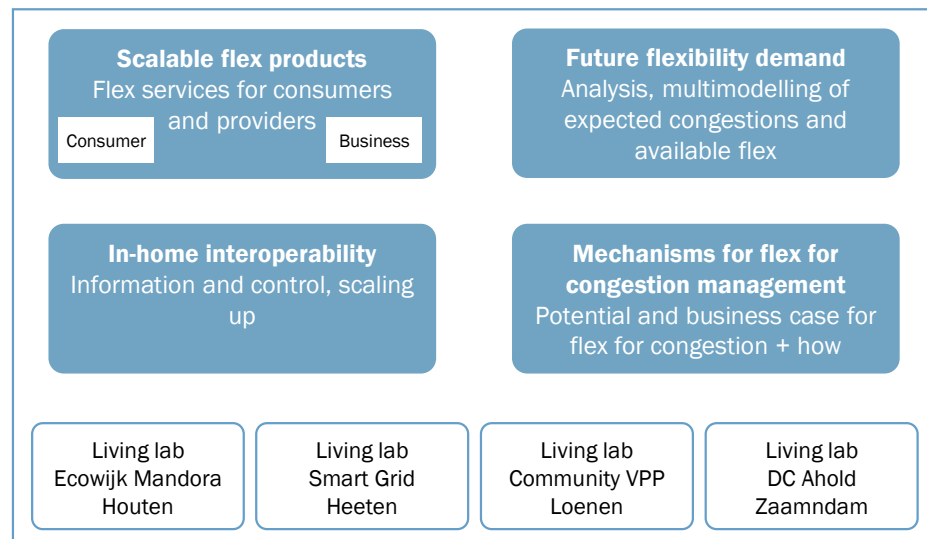
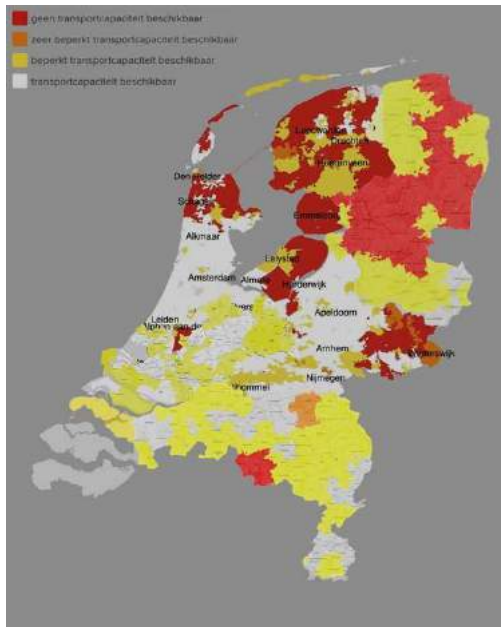
- › Joint decision making industrial flexible assets and national energy infrastructure



SELECTED TOPIC: GO-E

FLEXIBILITY FOR CONGESTION MANAGEMENT

- › Flexibility can have great value for congestion management in the urban setting
- › What is the real potential?
- › What is needed to get it started?



SELECTED TOPIC:
**FLEX QUANTIFICATION FOR
CONGESTION MANAGEMENT**

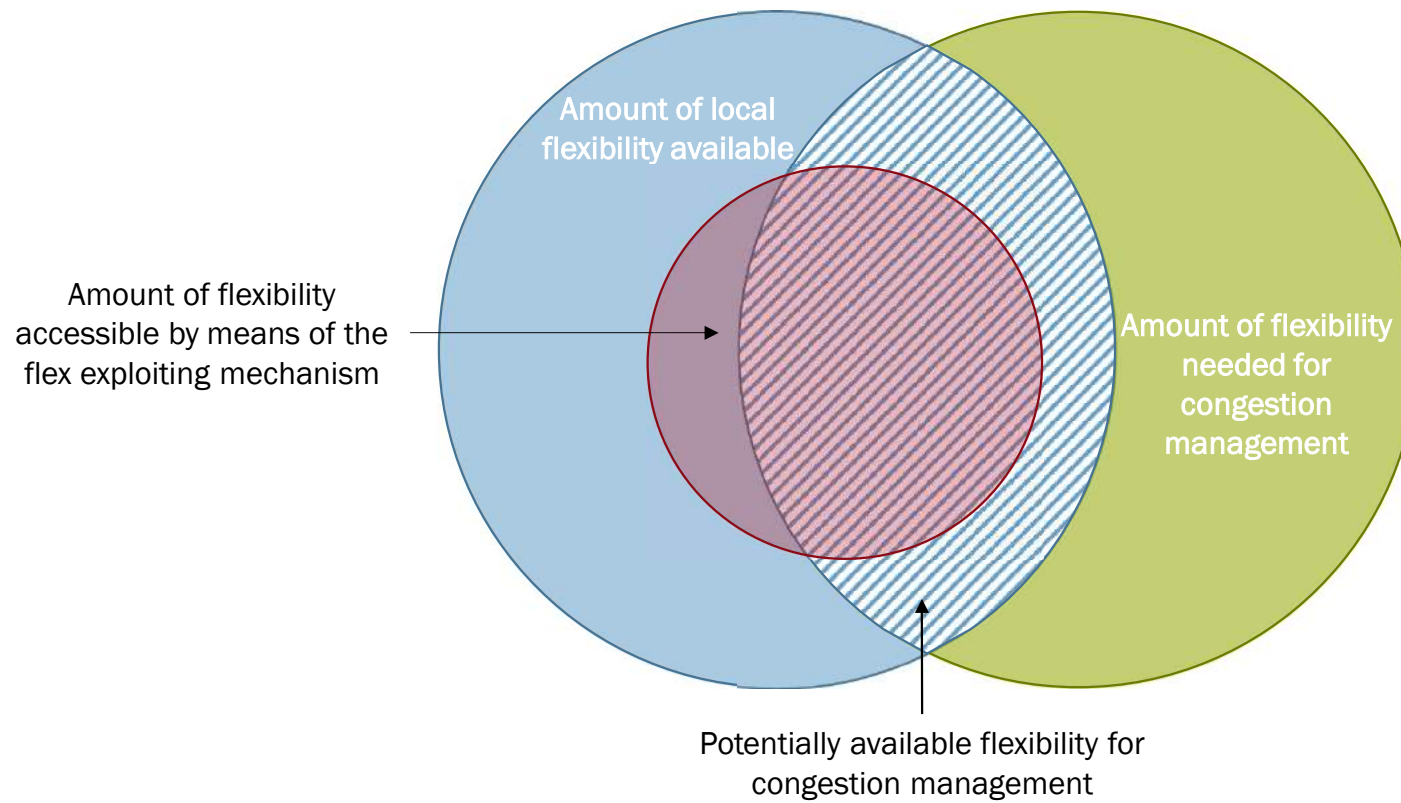
JORRIT NUTMA



› MOTIVATION

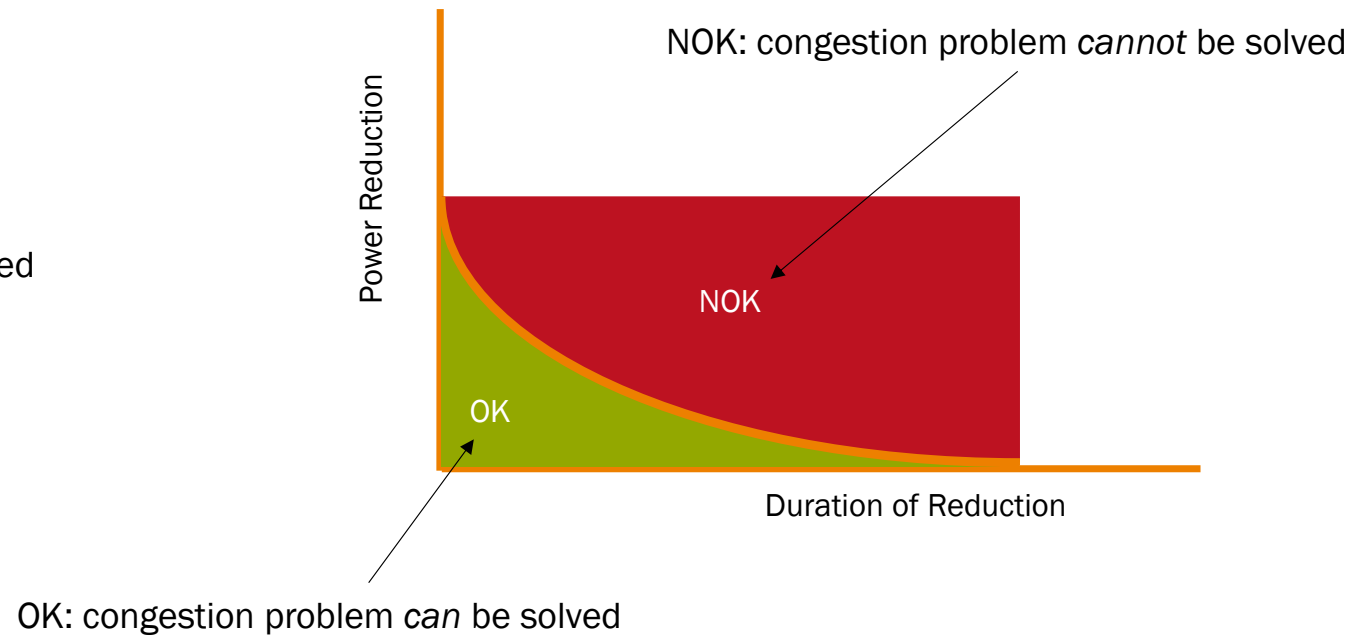
- › A lot of buzz around energy flexibility
- › Flexibility is mentioned as solution for many problems
- › To assess the viability of the solution we want to quantify the flexibility

SCOPE



› APPROACH

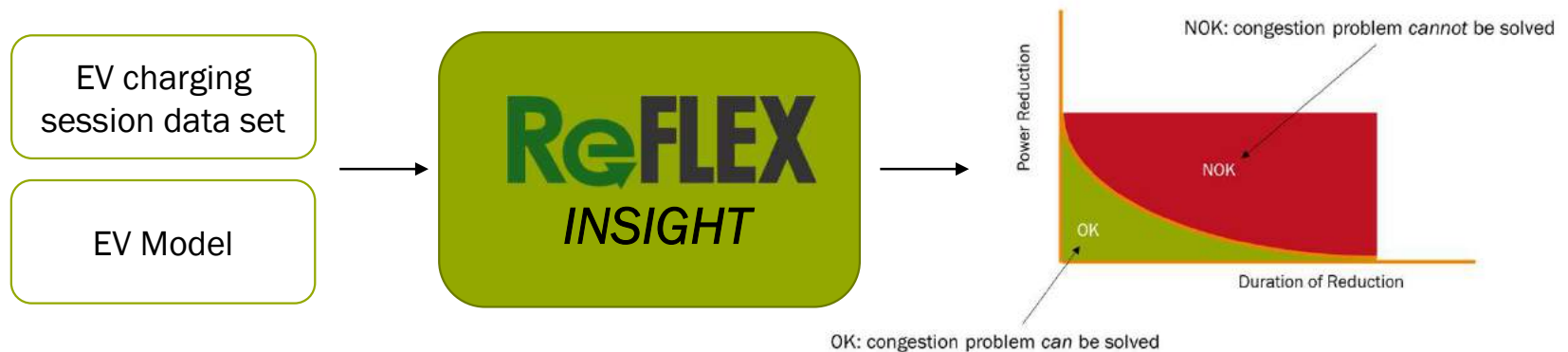
- › Basic energy flexibility parameters:
 - › Amount of power reduction
 - › Duration of the power reduction
 - › The moment the flexibility is needed



› APPROACH

CASE STUDY: ELECTRICAL VEHICLES

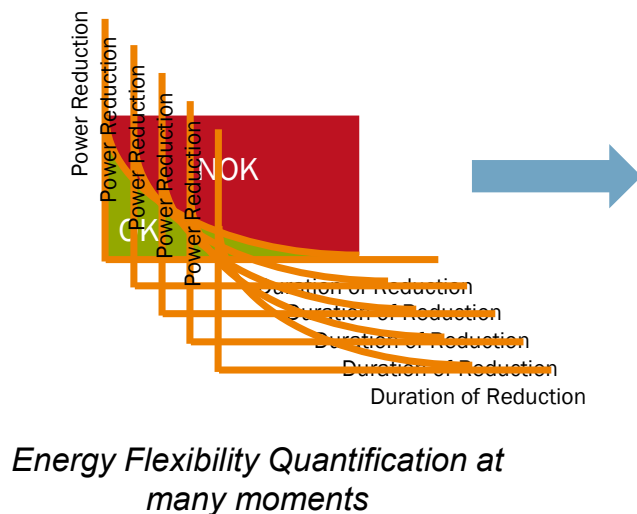
- › Step 1: determine base line for a day (i.e. no smart charging applied)
 - › EV case: basic charge sessions from dataset
- › Step 2: determine if there is enough flexibility...
 - › For a certain power reduction
 - › For a certain duration
 - › At a specific moment
- › Repeat step 2 for all moments



› APPROACH

› Basic energy flexibility parameters:

- › Amount of power reduction
- › Duration of the power reduction
- › The moment the flexibility is needed



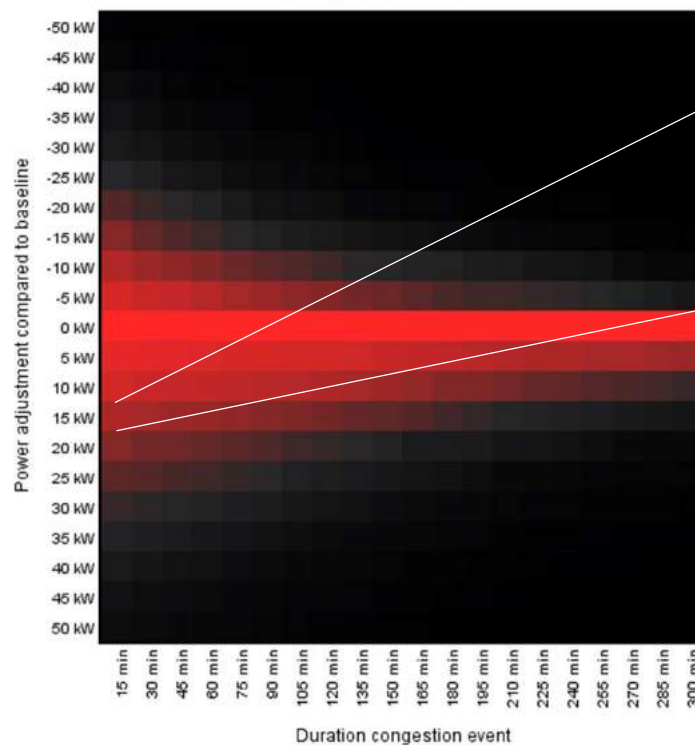
Percentage of days on which the flexibility is available



100%

0%

Werkdagen 09:00 uur



- On working days at 9:00 am
- Reduce 15 kW
- For 15 minutes
- 75% of the days

RESULTS

WORKING DAYS – VARYING DURATION

Percentage of days on which the flexibility is available



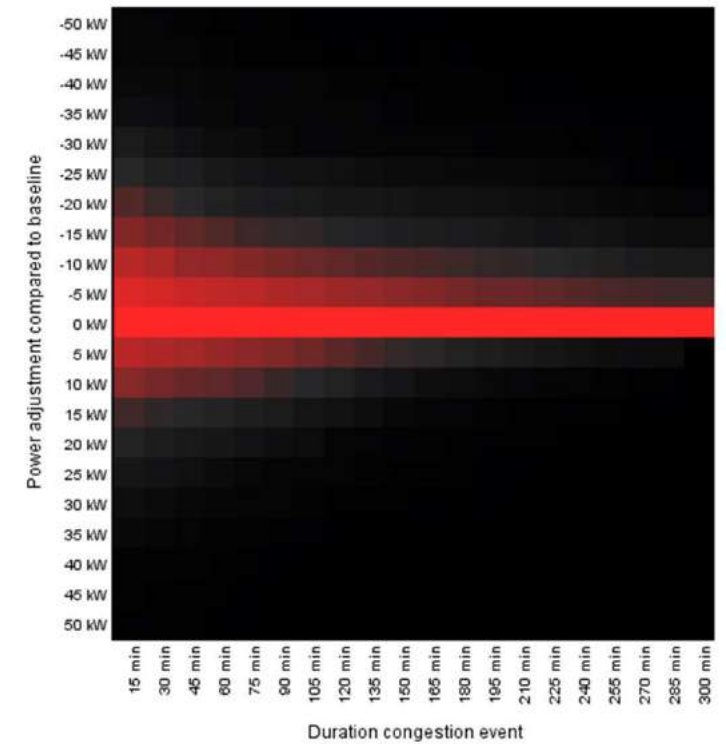
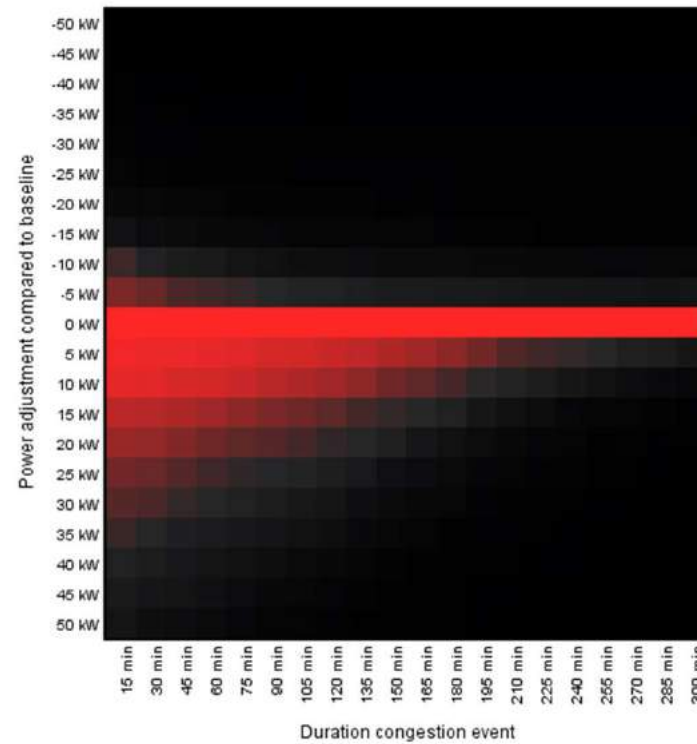
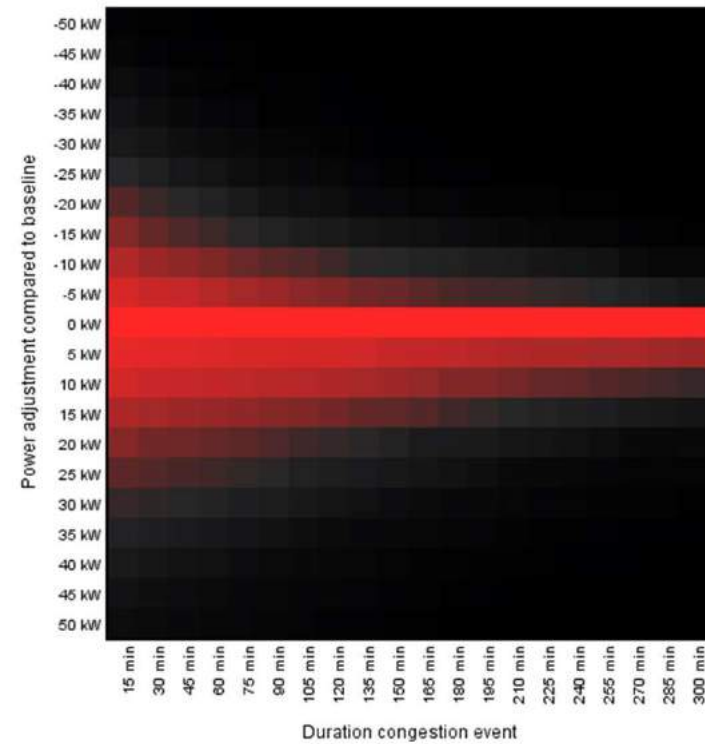
100%

0%

Werkdagen 09:00 uur

Werkdagen 13:00 uur

Werkdagen 19:00 uur



RESULTS

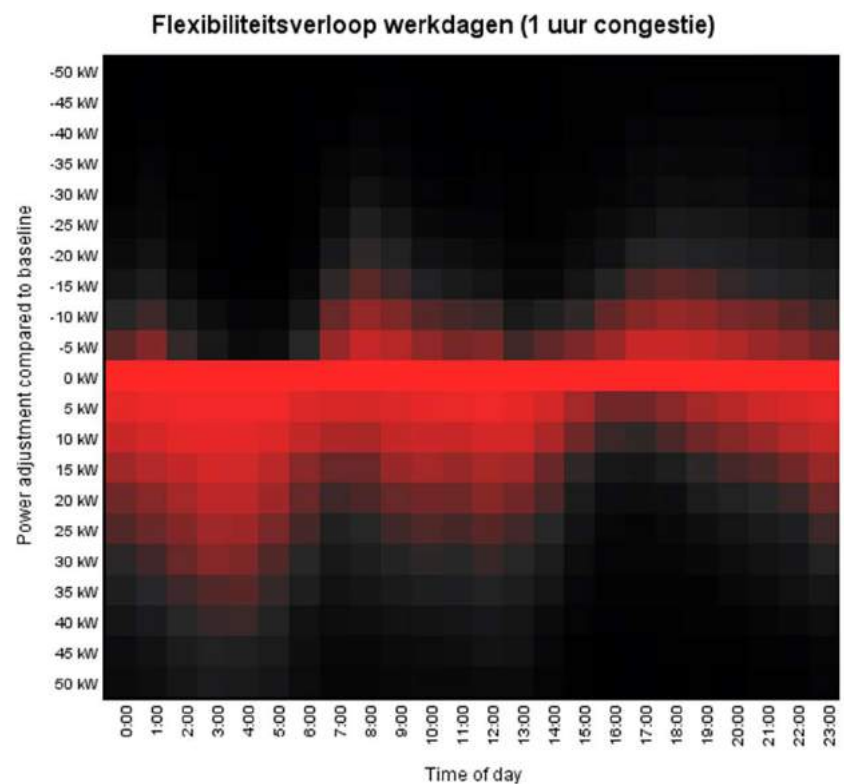
WORKING DAYS – VARYING HOUR OF DAY

Percentage of days on which the flexibility is available



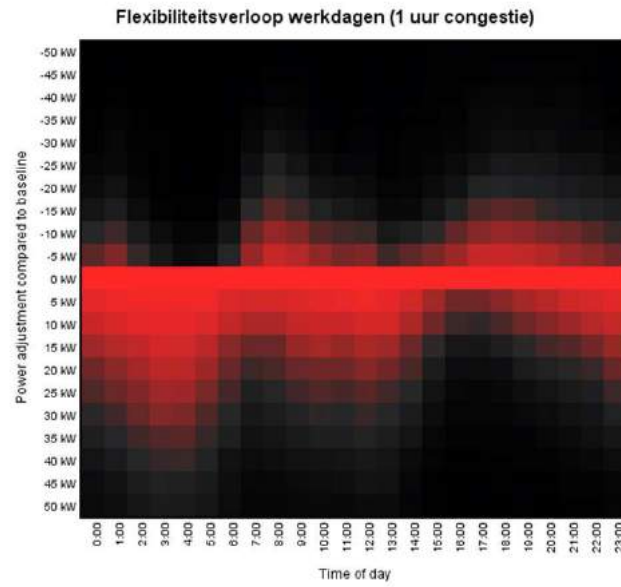
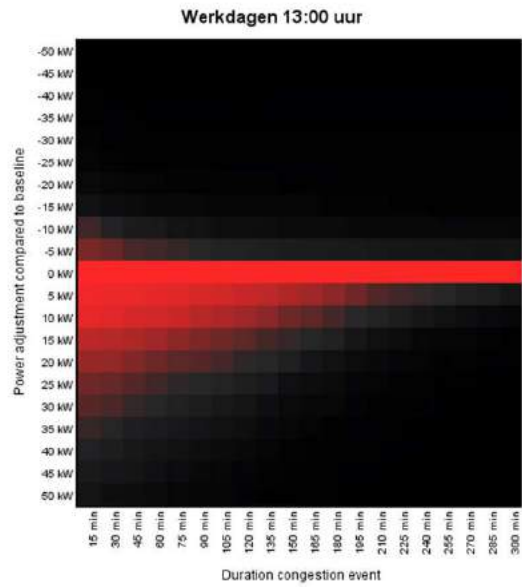
100%

0%

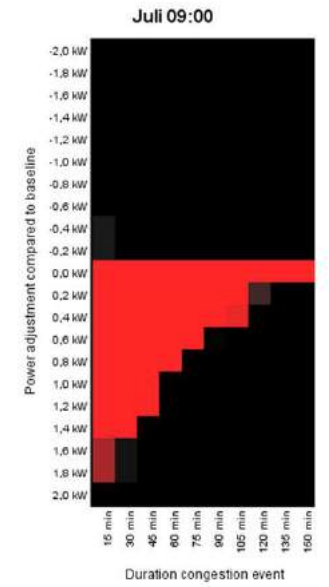
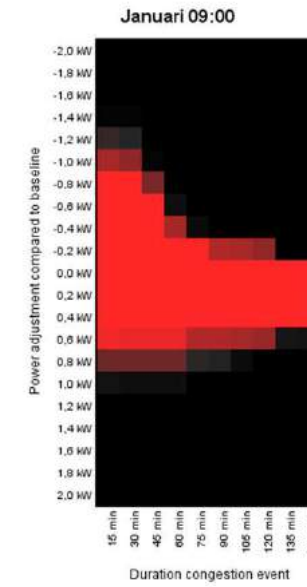


RESULTS

EV without V2G



Heat pumps with thermal buffer



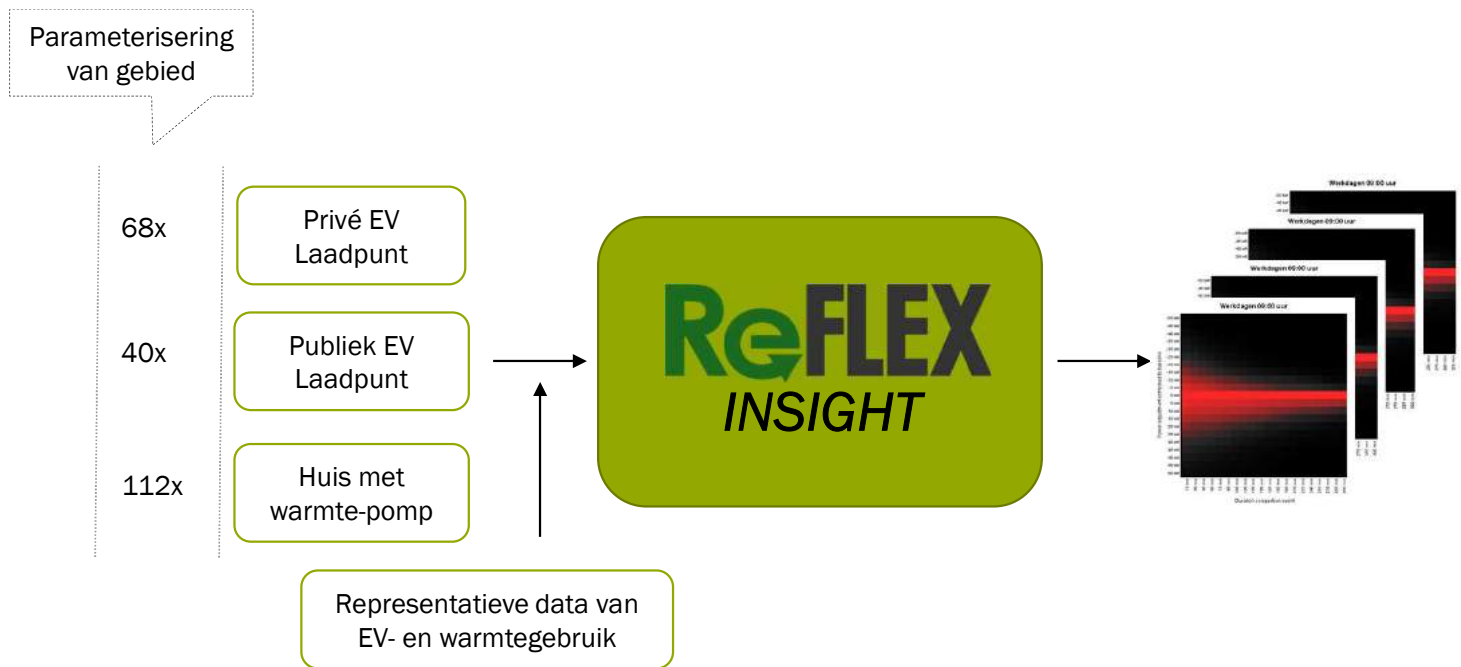
Percentage of days on which the flexibility is available



100%

0%

APPLICATION





SELECTED TOPIC:

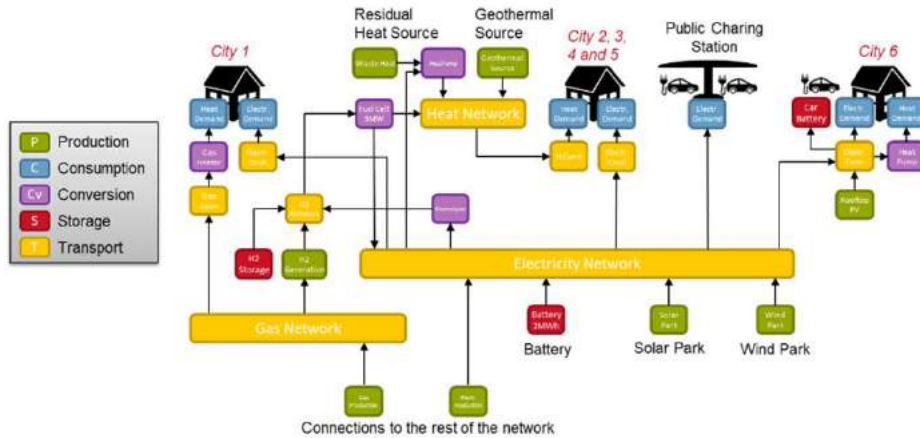
ESDL AND ITS APPLICATIONS

Edwin Matthijssen

TNO innovation
for life

ENERGY SYSTEM DESCRIPTION LANGUAGE

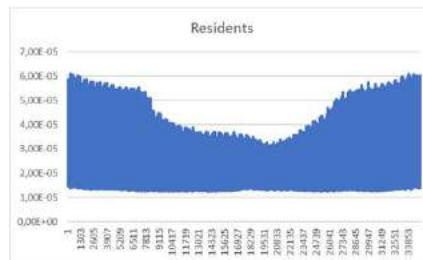
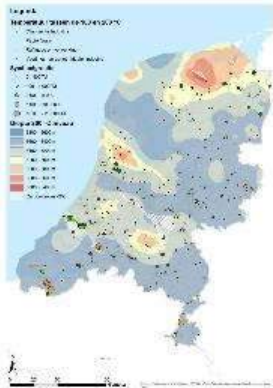
› Energy system components and topology






› Spatial information



› Energy potential and profile information



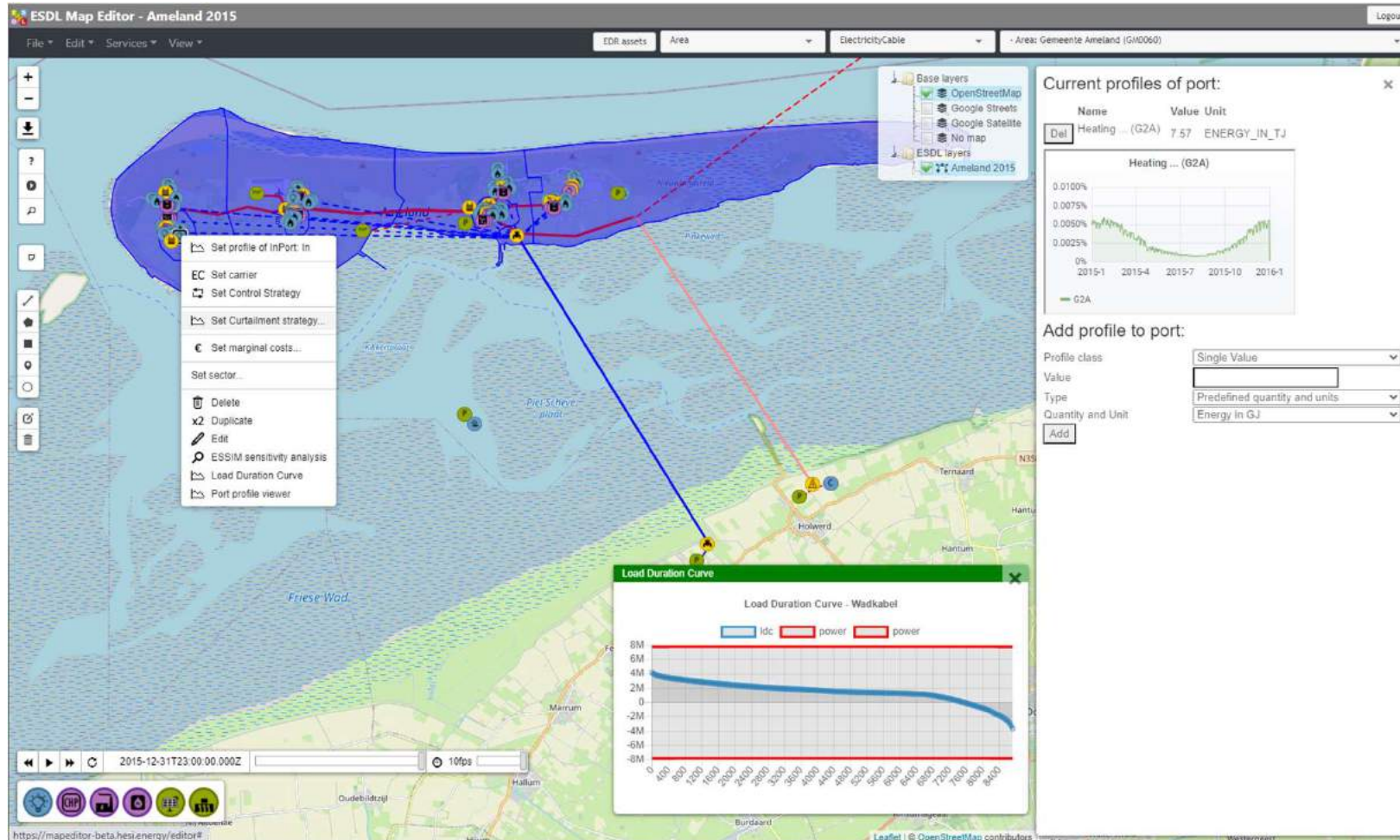
› Technology information

Technology Factsheets		
 <p>PV installation</p> <p>10 panels 2700 Wp € 3640,-</p>	 <p>Heatpump</p> <p>Air/water COP 4,3 3,0 kW €2677,-</p>	 <p>Windturbine</p> <p>Hor. Windgen. 2kW 48V 96VAC \$1209,-</p>

<https://energytransition.gitbook.io/esdl>

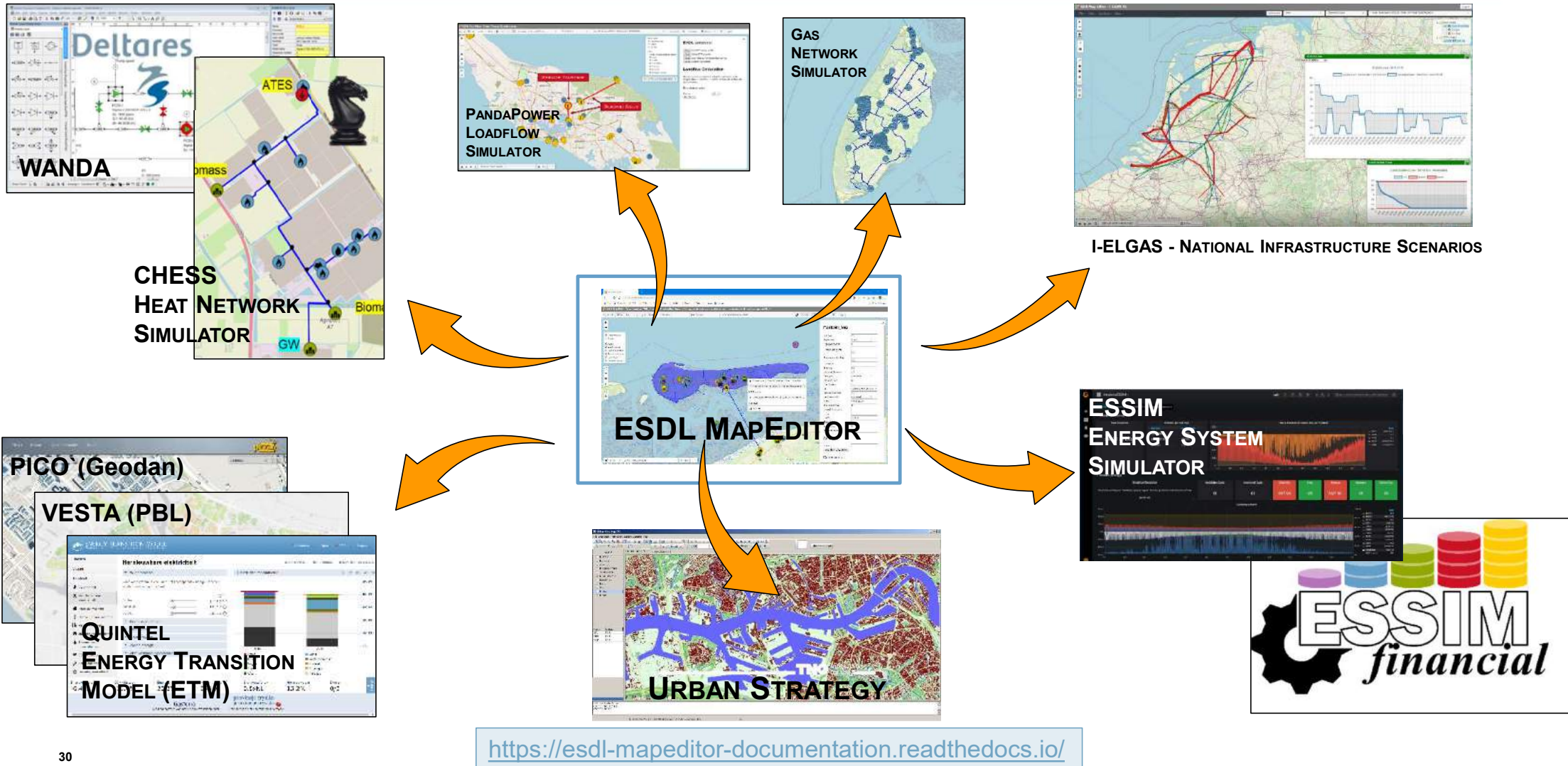
<https://github.com/EnergyTransition/ESDL>

MAP BASED ESDL EDITOR



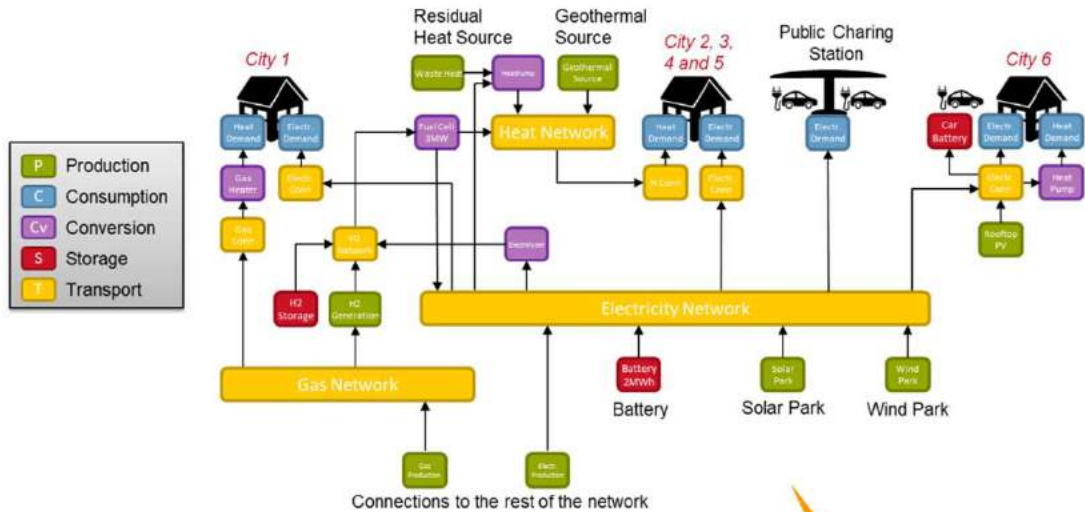
<https://github.com/ESDLMapEditorESSIM/docker-toolsuite>

MAPEDITOR CONNECTED SIMULATORS



<https://esdl-mapeditor-documentation.readthedocs.io/>

ENERGY SYSTEM SIMULATOR (ESSIM)



“... translation of (integral) technical scenarios to support decision making, formulation of strategies or policies”

Typical questions:

- Is my energy system well dimensioned?
- Are all energy carriers in balance at all times?
- How do different energy carriers interact?
- (Over)load of the distribution or transport infrastructure?
- What are the CO₂ emissions per scenario?
- What are the effects of adding storage in the system?

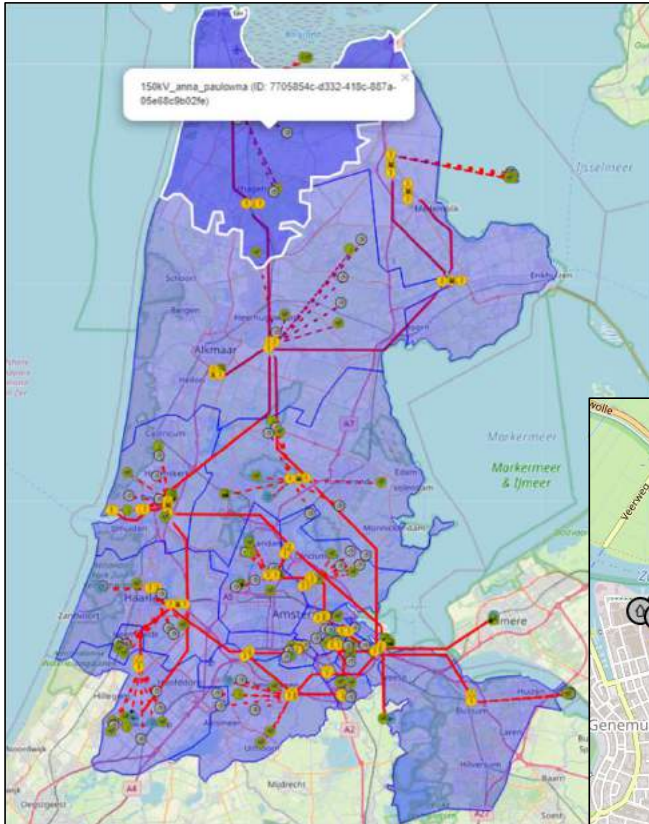
Flexible and fully configurable in ESDL:

- Profiles for demand and inflexible production
- Conversion: Power, efficiency
- Storage: Capacity, (dis)charge speed
- Transport: Capacities for the infrastructure



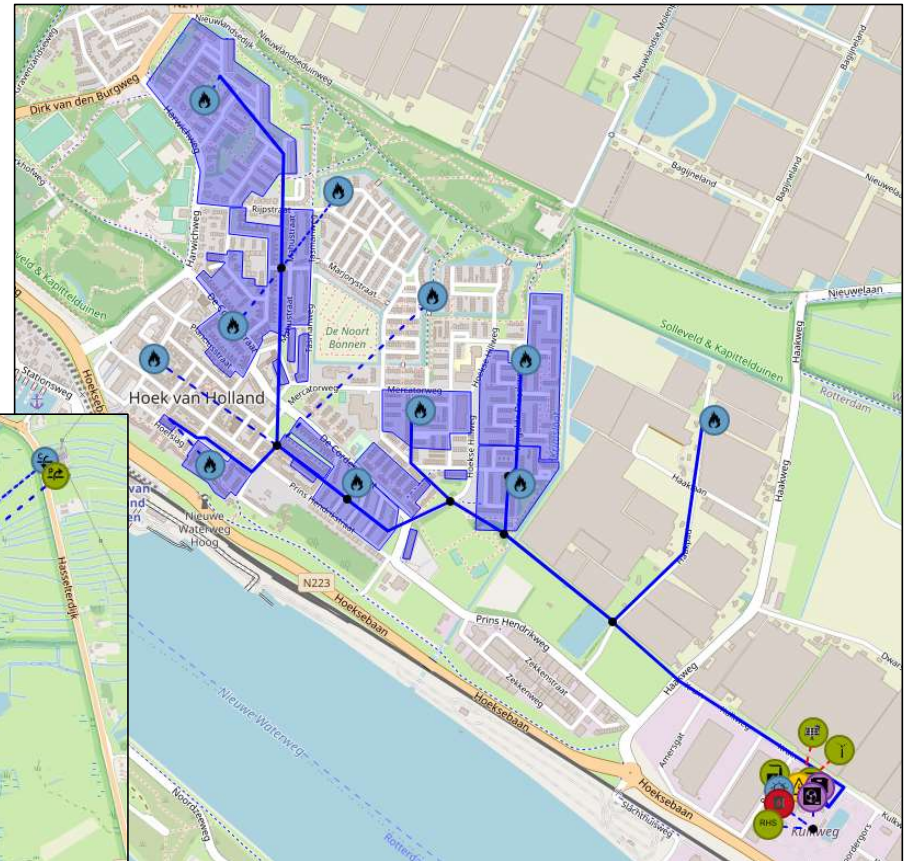
<https://essim-documentation.readthedocs.io/>

EXAMPLE ENERGY SYSTEM CONFIGURATIONS

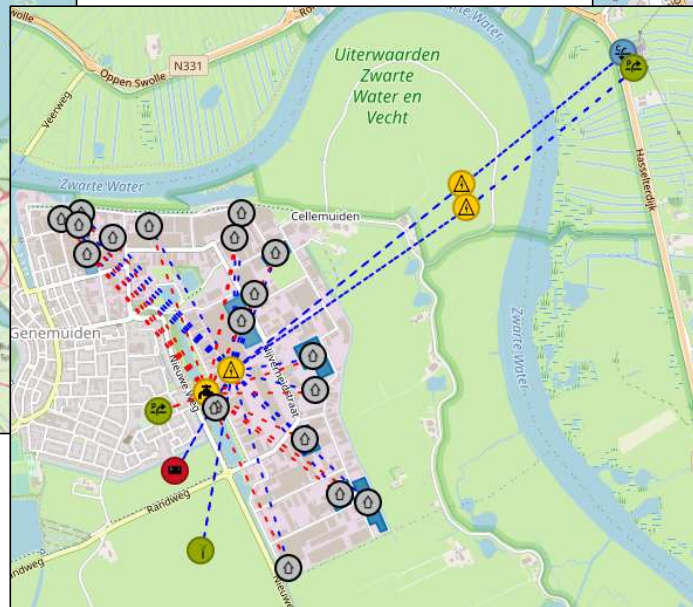


Provincial energy system study

Business Parc

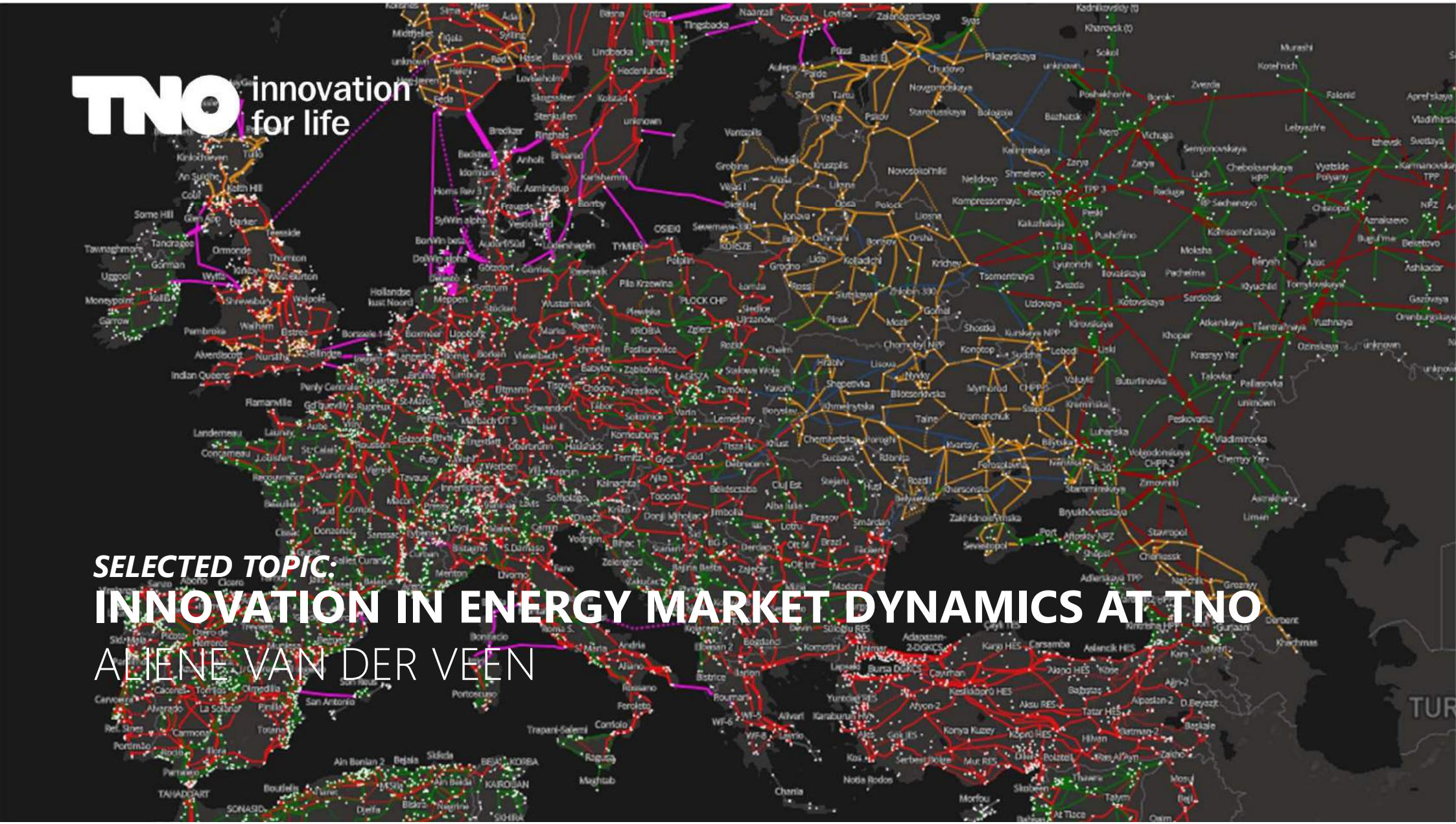


District Heating Network with Residual Heat



TNO innovation
for life

SELECTED TOPIC:
INNOVATION IN ENERGY MARKET DYNAMICS AT TNO
ALIENE VAN DER VEEN



ENERGY MARKET DYNAMICS

WHAT IS DONE IN TNO?

Focus is on understanding the dynamics, not on trend forecasting

Identify current dynamics using data science

MIMACO
environment

Explore future dynamics by simulation

EYE, EYEFLEX

Identify threats and opportunities for business cases
(individual and portfolio investments)

Using insights
and models
above

› EYE AND EYEFLEX MARKET SIMULATION MODEL PROVIDE INSIGHTS FROM A DYNAMIC MARKET MODEL

› EYE and EYEFLEX are simulation models that

- › *Will not find an optimal solution, but model (to a certain extent) what happens in a system driven by energy markets (PPAs, wholesale and balancing markets) and operational control by grid and asset operators*
- › *Core of EYE and EYEFLEX are models of **bid strategies** of actors in the system on the markets*
- › *Monte Carlo or tipping point analyses help to understand **emerging system dynamics***

EYE:

- Generic multi-market modelling tool
- Inputs: physical and (multi-market) bid strategy characteristics of assets, financial and physical external variables (e.g. fuel prices, grid limits)
- Outputs:
 - production and consumption profiles of individual assets or asset groups
 - Output: Resulting prices of the market clearing that are an indication of the prices in an energy market under influence of other markets (e.g. electricity market under influence of hydrogen market and electricity trading cross-border via flow-based market coupling)

EYE-Flex:

- Electricity balancing market model (a/mFRR under influence of FCR)
- Realistic market-based response on grid events e.g. interconnector disconnected, power plant down, large forecasting error offshore wind
- Inputs: physical and bid strategy characteristics, portfolio position of market players (from EYE)
- Output
 - System and asset parameter output per second

EYE: A RESULT OF COMBINING ENERGY & IT EXPERTISE

Eye Simulator API ^{0.4}

[Base URL: /]
http://eye.sensiolab.fr/swagger.json

The Eye Simulator API.
Simulator version: 20.11

run Start and view Eye simulator runs.

- GET /run/cancel_run
- GET /run/ongoing
- POST /run/start_sensitivity_run
- POST /run/start_single_run
- POST /run/validate_only

results View and manage the results of your runs.

library View and download ESDL and Eye config files.

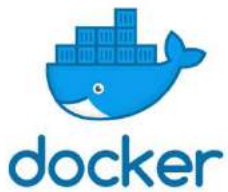
POST /run/start_single_run

Parameters Cancel

Name	Description
config_file ^{required}	
file (formData)	<input type="file"/> Choose File No file chosen
esdl_file	
file (formData)	<input type="file"/> Choose File No file chosen

Responses Response content type: application/json

Code	Description
200	Success



By using Git + Docker the development process is fast and transparent: we can be adaptive in projects but can always replicate results.

Read on!

› Go-E

› <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietraansitie/roadmaps/systeemtransitie/een-betrouwbaar-betaalbaar-duurzaam-en-rechtvaardig-energiesysteem/toekomstbestendige-energienetten/go-e-consortium-energieflexibiliteit-gebouwde-omgeving/>

› Gridmaster:

› <https://www.tno.nl/en/about-tno/news/2021/1/gridmaster-cooperation-energy-infrastructure-port-of-rotterdam/>

› <https://gridmaster.nl/>

› ESDL:

› <https://www.tno.nl/en/focus-areas/information-communication-technology/expertise-groups/monitoring-control-services/a-grip-on-the-energy-transition-with-esdl/>

› <https://github.com/EnergyTransition/ESDL>

› ESSIM:

› <https://github.com/ESDLMapEditorESSIM/docker-toolsuite>

› <https://essim-documentation.readthedocs.io/>

Futher questions, looking for a project partner?



Michel Emde

michel.emde@tno.nl

We are hiring!

https://www.tno.nl/en/career/vacancies/?q=&cat=&sort=relevance&gsa_jobfocusarea=Energy+Transition&gsa_jobfocusarea=Information+%26+Communication+Technology

Also internships!

An aerial photograph of a coastal landscape. The image shows a large body of water on the right side, with a sandy beach and some vegetation on the left. The water is a deep blue, and the beach is a light tan color. There are some small structures or buildings visible on the beach. The overall scene is a natural, coastal environment.

› **THANK YOU FOR YOUR INTEREST**

TNO innovation
for life