

Infrastructure Outlook 2050

A joint study by Gasunie and TenneT on integrated energy infrastructure in the Netherlands and Germany



Home



Summary



Content



Introduction



Methodology



Scenario framework



Transport infrastructure



Infrastructure model



Conclusions



Appendices



Source: www.tennet.eu, www.gasunie.nl and www.gasunie.de

gasunie
crossing borders in energy

tennet
Taking power further

Opdracht

Tijdslijn



De transitie naar een duurzame energievoorziening vereist een andere benadering van de netplanning

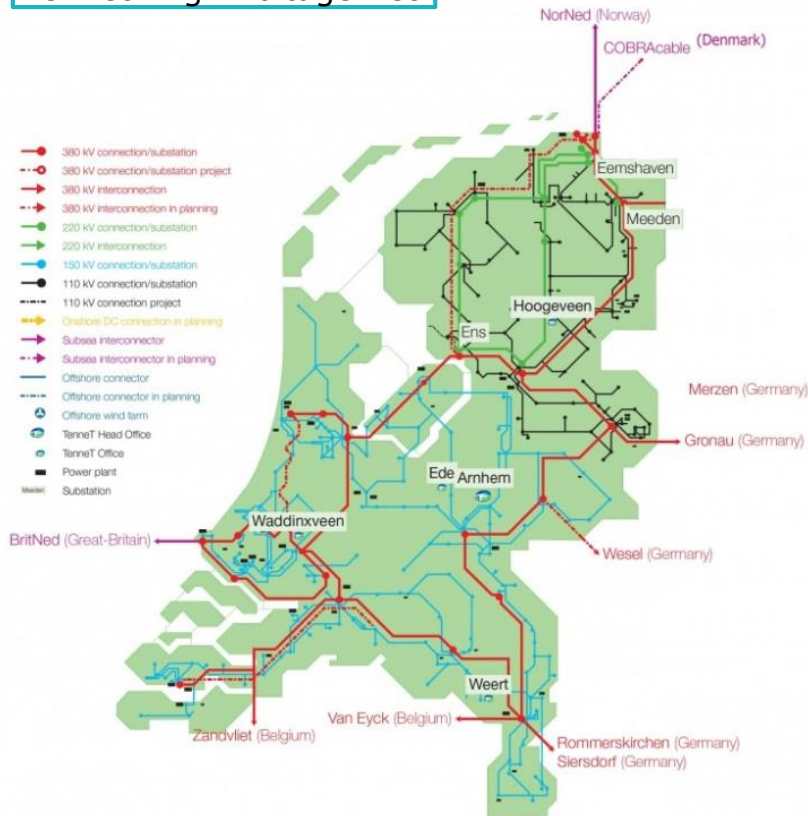
Beschouwen van het integrale energiesysteem aan de hand van scenario's.

Bepalen van consequenties voor gas- en elektriciteitstransportnet met geïntegreerd infrastructuurmodel.



Netwerken

Tennet high-voltage net



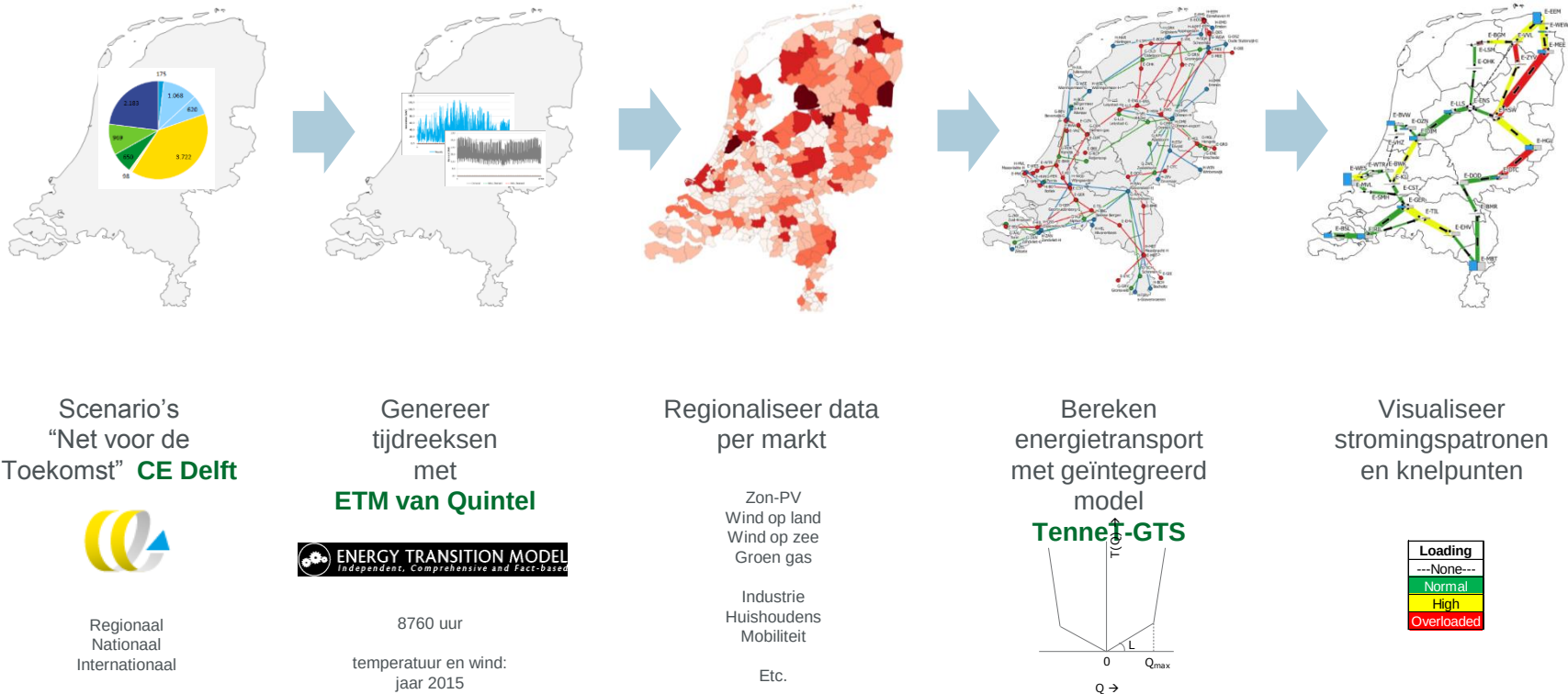
Capacity: 20 GW

Gasunie high-pressure net



Capacity: 350 GW

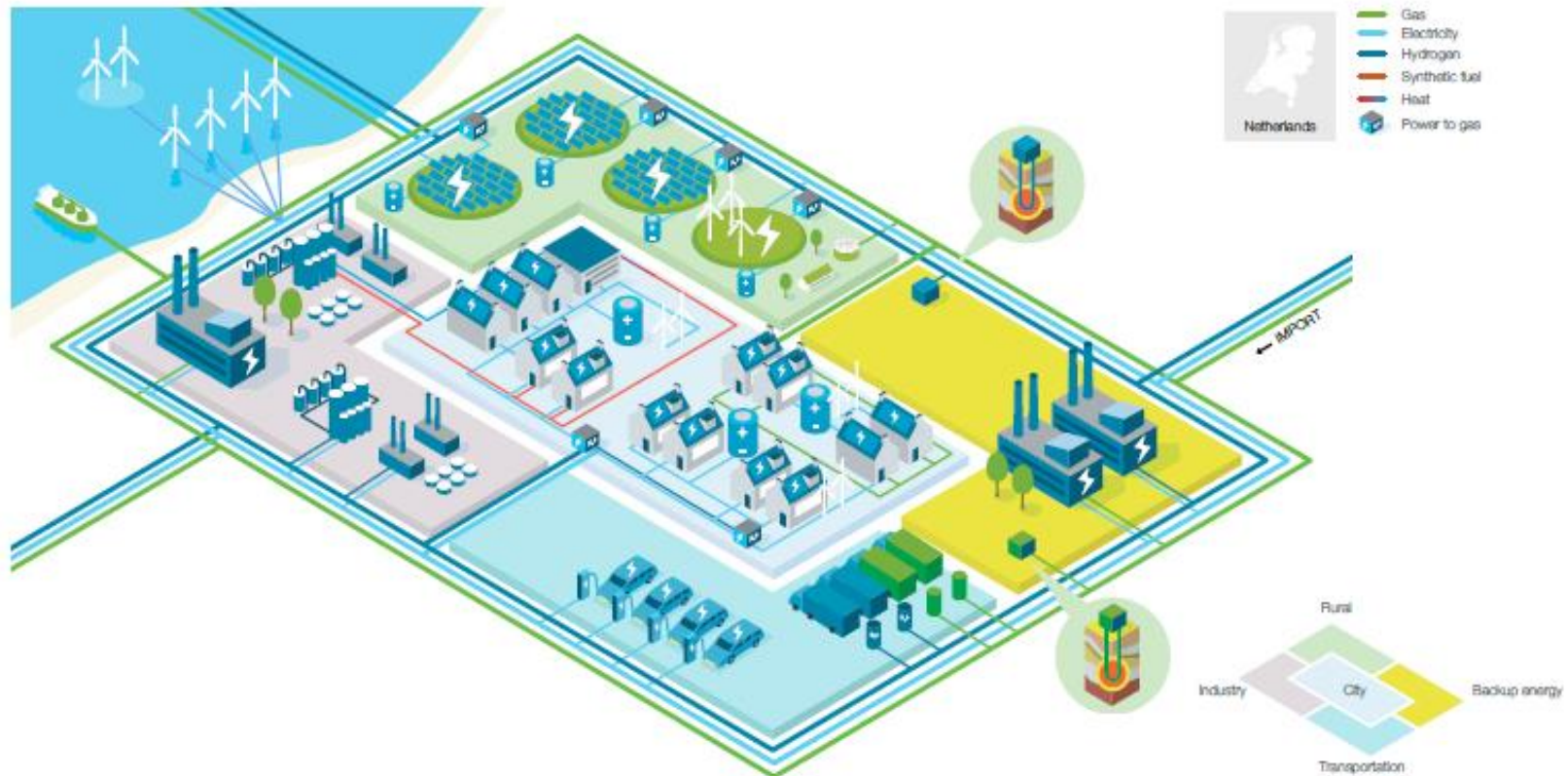
Aanpak



Tennet
Taking power further



Local scenario (the Netherlands)



Supply: Large volume solar PV and limited wind power. Some biogas production and import of natural gas

Demand: Spatial heating: district heating (geothermal, residual heat), electric heat pumps and hybrid green gas boilers.

Industry: feedstock: plastic waste and hydrogen, heat: hydrogen and electricity

Transport: passenger cars: 100 % electric, trucks: 50% hydrogen and 50% green gas

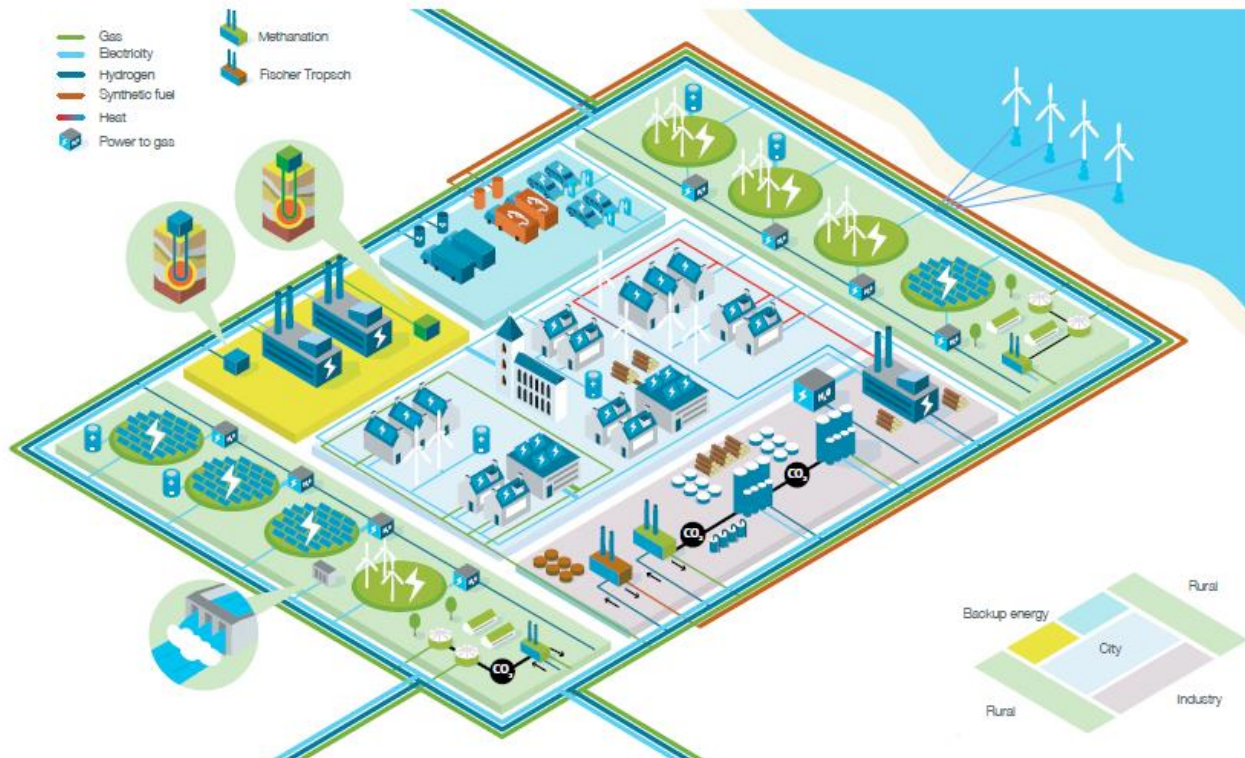
Flexibility: Power to gas and batteries

Scenarios (NL)

	Local	National	International
Power & Light	25% base-load savings through more efficient appliances. Substantial electrification of industry	25% base-load savings through more efficient appliances. Substantial electrification of industry	25% savings through more efficient appliances
Low-temperature heat	High penetration of heat grids and all-electric (restrictions on green gas, no H ₂ distribution) Savings: 23%	High penetration of hybrid heat pumps burning H ₂ (and green gas) (restrictions on green gas) Savings: 23%	High penetration of hybrid heat pumps burning H ₂ and green gas (mild restrictions on green gas). Savings: 12%
High-temperature & feedstock industry	Circular industry and ambitious process innovation: 60% savings 55% electrification 97% lower CO ₂ emissions	Circular industry and ambitious process innovation: 60% savings 55% electrification 97% lower CO ₂ emissions	Biomass-based industry: 55% savings 35% biomass 14% electrification 95% lower CO ₂ emissions
Passenger transport	100% electric	75% electric 25% hydrogen	50% electric 25% green gas 25% hydrogen
Freight transport	50% green gas 50% hydrogen	50% green gas 50% hydrogen	25% synthetic fuels 25% green gas 50% hydrogen
Renewables generation	84 GW solar 16 GW onshore wind 26 GW offshore wind	34 GW solar 14 GW onshore wind 53 GW offshore wind	16 GW solar 5 GW onshore wind 6 GW offshore wind
Conversion and storage	75 GW electrolysis 60 GW battery storage	60 GW electrolysis 50 GW battery storage	2 GW electrolysis 5 GW battery storage
Hydrogen	100 TWh domestic generation	158 TWh domestic generation	73 TWh import 4 TWh domestic generation
Methane	23 TWh domestic biomethane 35 TWh imported natural gas	46 TWh domestic biomethane 55 TWh imported natural gas	24 TWh domestic biomethane 72 TWh imported natural gas
Biomass			28 TWh import

Table 2: Main characteristics of the Dutch scenarios

Local scenario Germany



Supply: Large volume of installed solar PV and considerable amount of wind power. Biogas production

Demand: Spatial heating: district heating, electric heat pumps and green gas boilers.

Industry: feedstock: methane, heat: biomass, electricity, hydrogen and methane

Transport: passenger cars: 100 % electric, trucks 45% hydrogen, 50% synthetic fuel, 5% electric

Flexibility: Power to gas and batteries

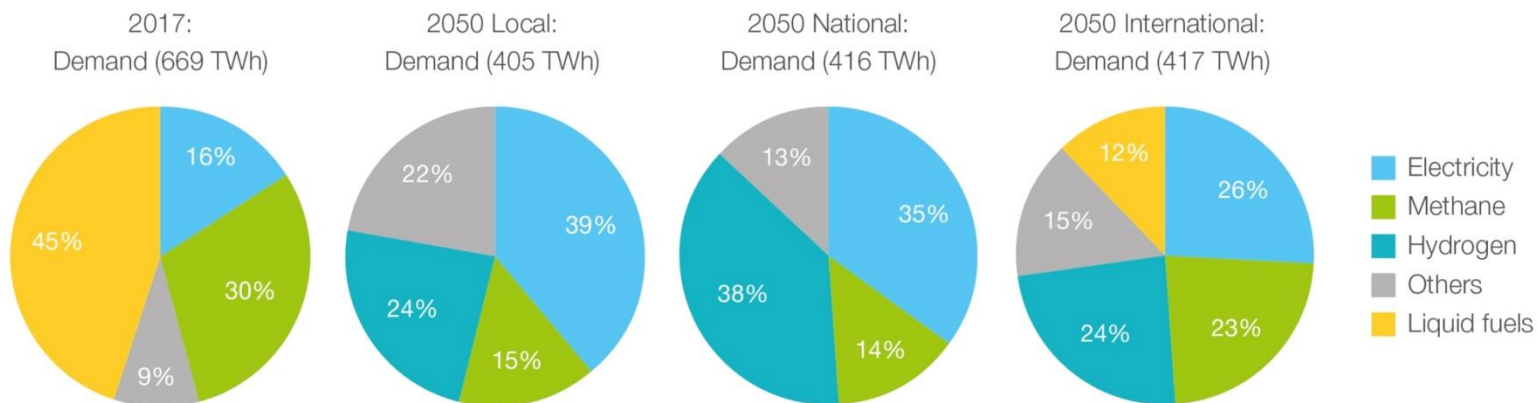
Hoofdbeelden (1)

De rol van aardolie zal richting 2050 grotendeels overgenomen zijn door elektriciteit en (duurzame) gasvormige energiedragers.

Eindverbruik van elektriciteit zal toenemen door elektrificatie warmtevraag en vervoer.

(Duurzame) gassen, zoals groene waterstof en biogas, krijgen belangrijke rol als feedstock voor de industrie en brandstof voor vervoer en verwarming.

Final energy demand for the Netherlands (2017 and three 2050 scenarios)



Hoofdbeelden (2)

Piekaanbod van elektriciteit kan verviervoudigen

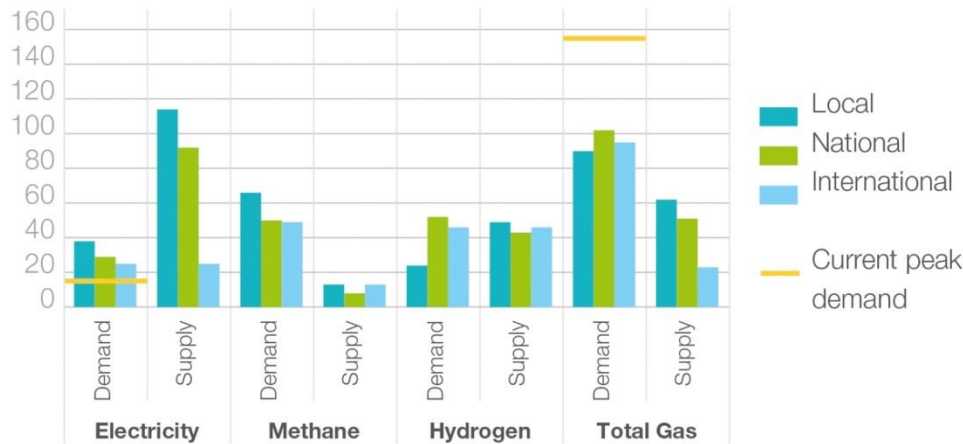


Figure 7: Dutch national peak demand and supply (GW) for the three scenarios¹⁸.

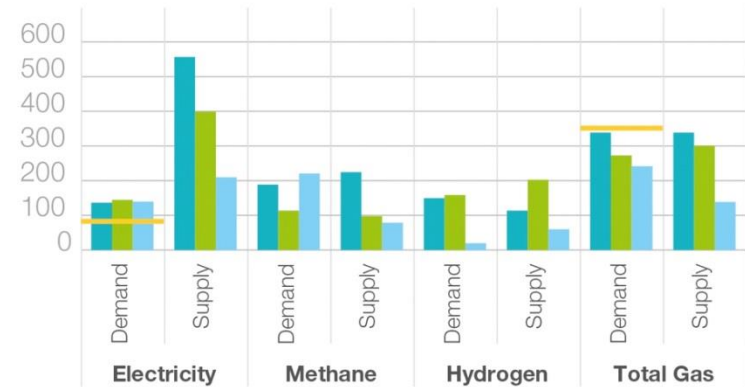


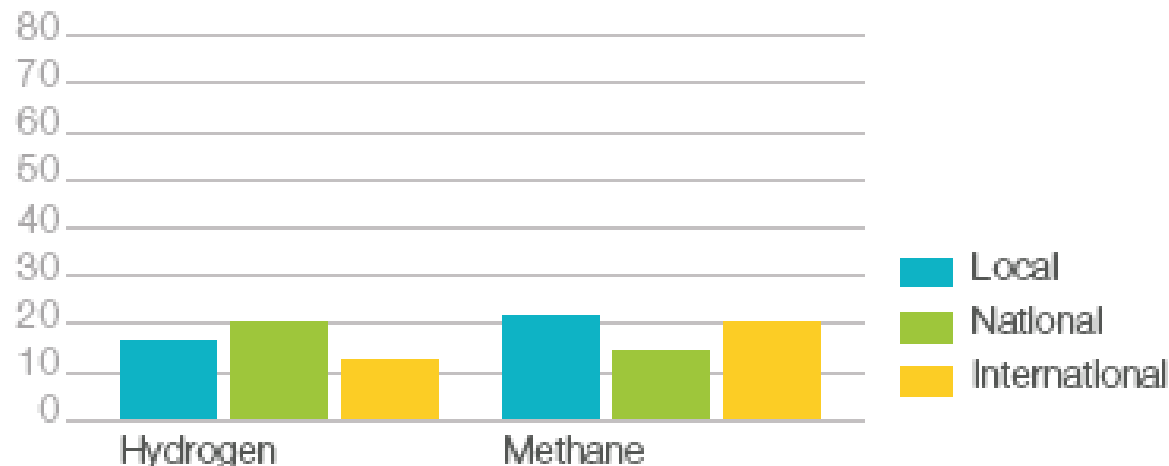
Figure 8: German national peak demand and supply (GW) for the three scenarios¹⁹.

Het is onmogelijk het elektriciteitsnet hiervoor uit te breiden.

Hoofdbeelden (3)

Totale behoefte seizoensopslag bedraagt in alle scenario's ongeveer 35 TWh.

Required gas storage volumes in the Netherlands (TWh)



Het is onmogelijk dit met elektrische opslag te realiseren

Hoofdbeelden (4)

De behoefte aan seizoensopslag bedraagt in alle scenario's 35 TWh
Deze kan niet worden belevend met opslag in batterijen

Waarom?

Tesla auto batterij heeft een capaciteit van ongeveer 60 kWh

Tesla PowerWall heft ongeveer 6 kWh.

35 TWh is dus equivalent met:

600 mln Tesla auto batterijen (=33 Tesla auto's per Nederlander)

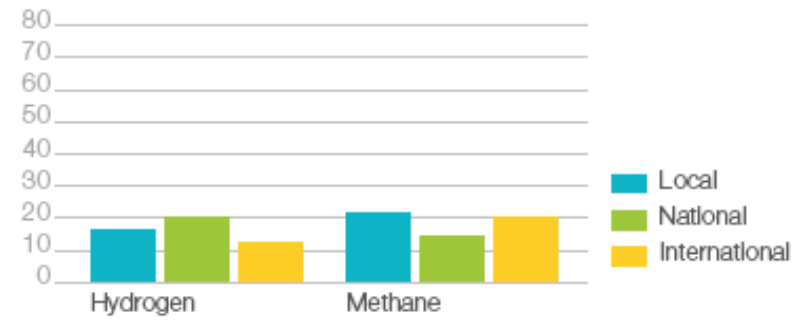
of

6 mrd Tesla PowerWalls.

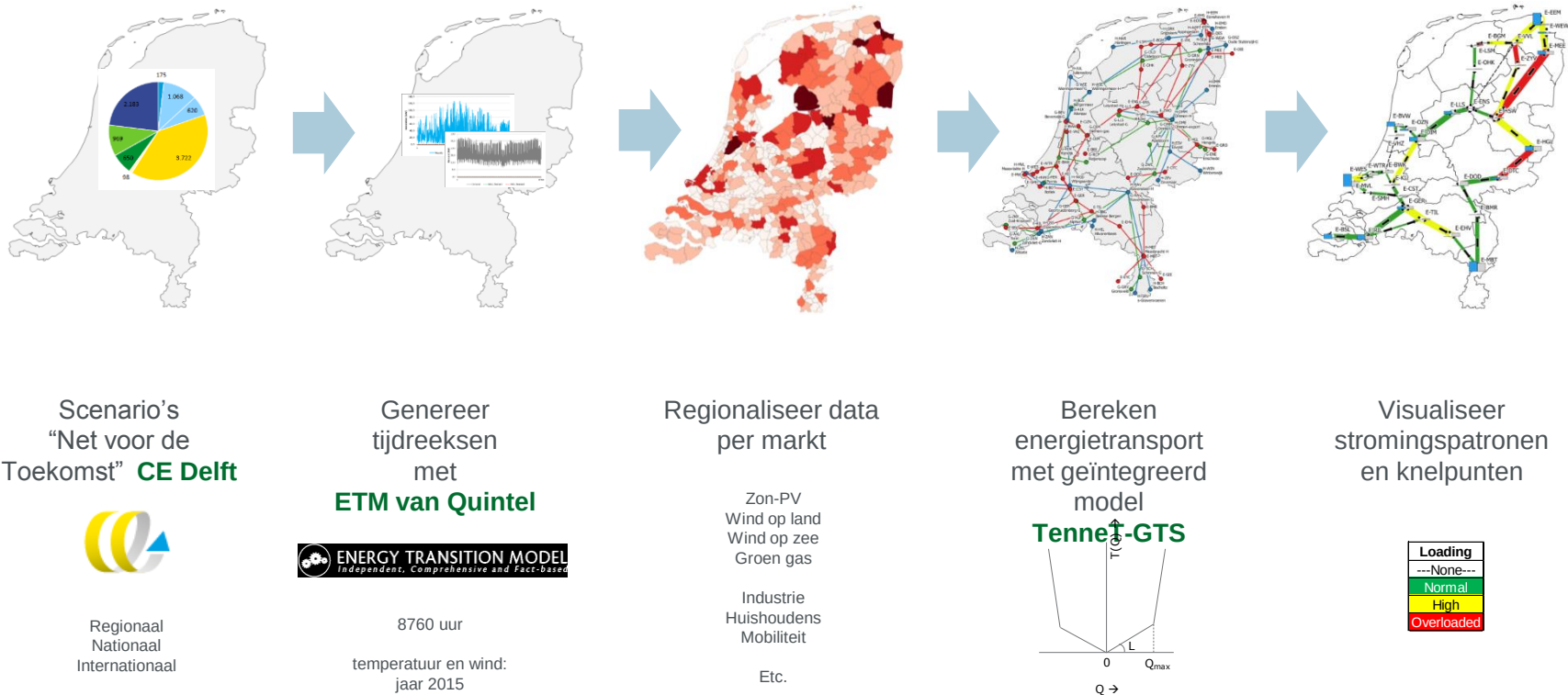
Een PowerWall kost ongeveer € 3000,-

Uitgedrukt in PowerWalls kost opslag van 35 TWh dus zo'n € 18000 mrd (!)

Required gas storage volumes in the Netherlands (TWh)



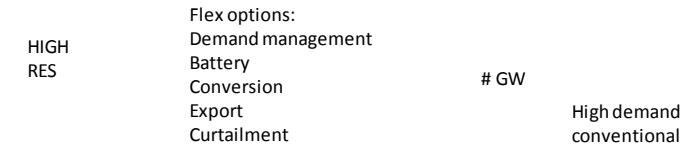
Aanpak



Snapshots

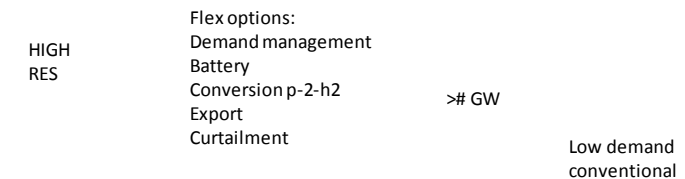
Situation A:

- High wind and/or solar supply
- High final demand



Situation B:

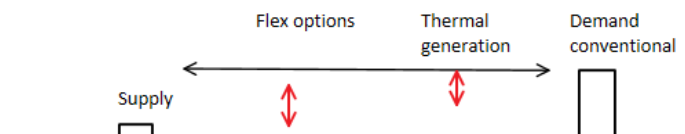
- High wind and/or solar supply
- Low final demand
- *NOTE: The need for flexibility options could be larger compared to situation 1*



Case: High RES WIND and low conventional demand

Situation C:

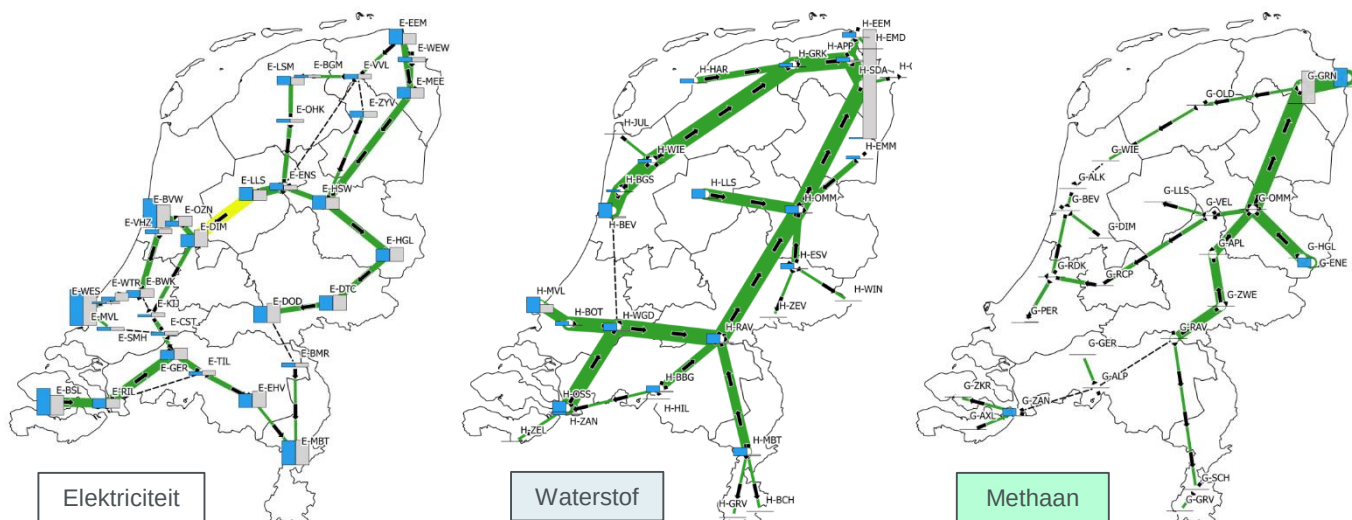
- Low wind and/or solar supply
- High final demand
- *NOTE: this could result in a need for back-up power plants*



→ Selection of suitable „snapshot hours“ that fulfill the defined criteria

Voorbeeld 1

zonnige zomerdag, veel wind, lage vraag



Elektriciteit

Waterstof

Methaan

Regionaal scenario: zonnepanelen + wind op land

Juni 2050, 12:00 's middags

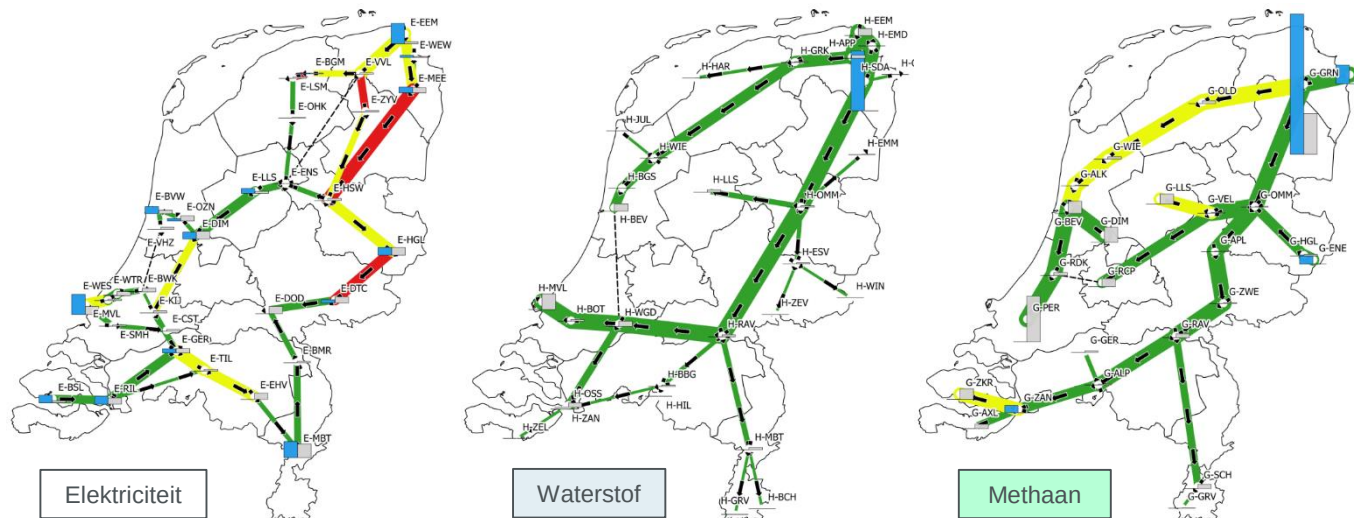
Elektrolyse bij stroomproductie

Supply
Demand

Loading
---None---
Normal
High
Overloaded

Voorbeeld 2

winteravond, weinig wind, hoge vraag



Regionaal scenario: zonnepanelen + wind op land

Februari 2050, 18:00 's avonds

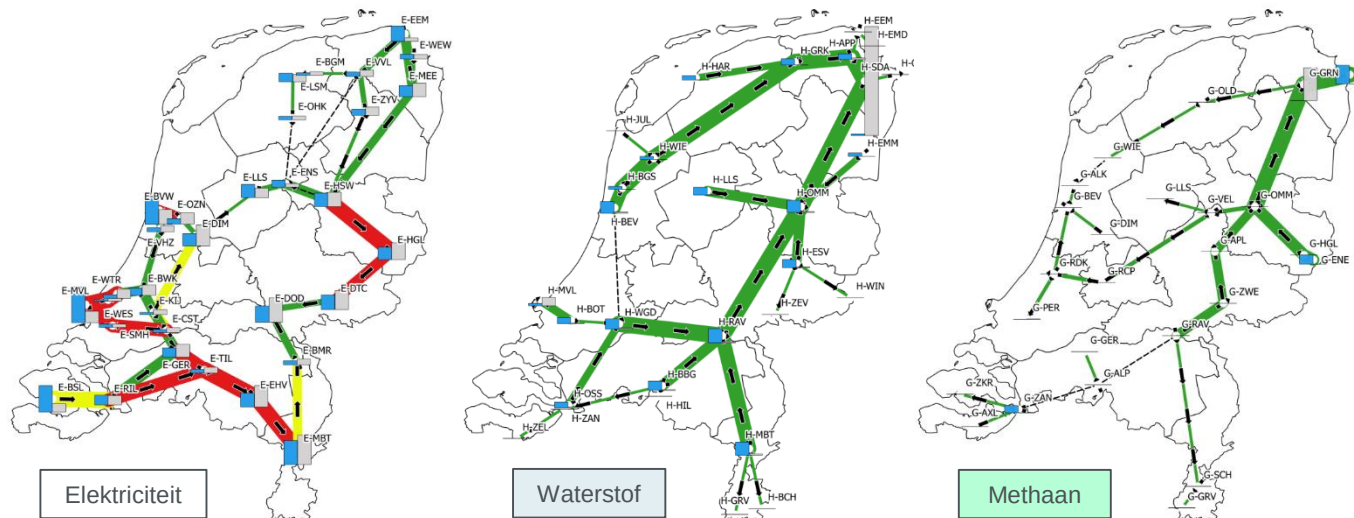
Elektrolyse bij stroomproductie

Supply
Demand

Loading
---None---
Normal
High
Overloaded

Voorbeeld 3

zaterdag, lage vraag, **P2H2 bij de markt**



Regionaal scenario: zonnepanelen + wind op land

Juni 2050, 12:00 's middags

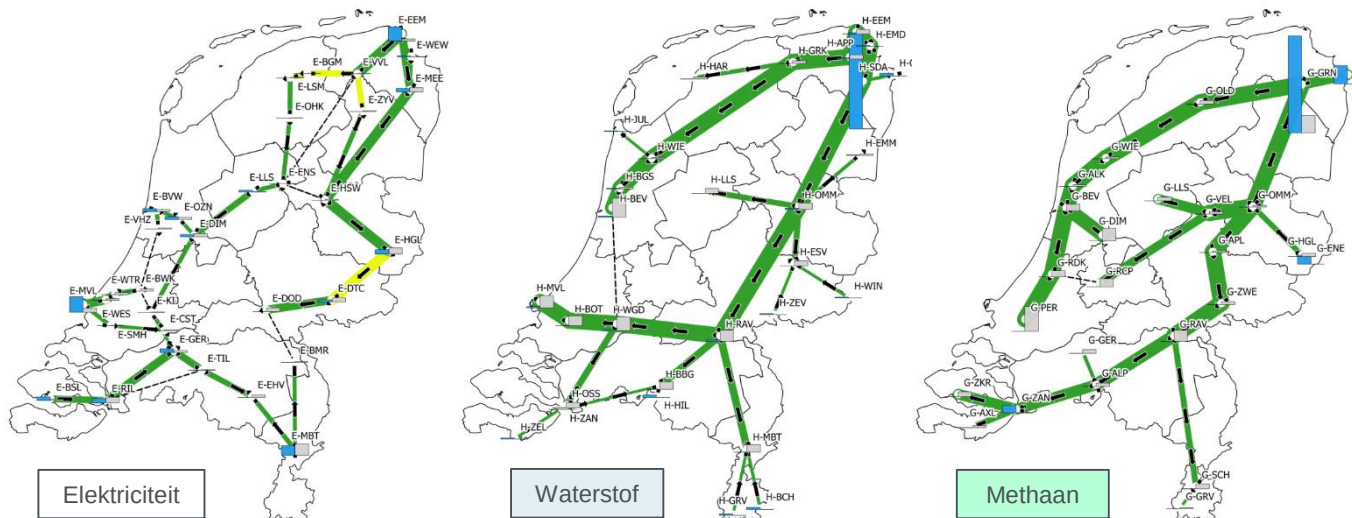
Elektrolyse bij de markt

Supply
Demand

Loading
---None---
Normal
High
Overloaded

Voorbeeld 4

winteravond, hoge warmtevraag



Internationaal scenario: import en export

Februari 2050, 's avonds

Import van energie; maximale productie bergingen

Supply
Demand

Loading
---None---
Normal
High
Overloaded

- Alle scenario's laten zien dat **zowel de elektriciteits- als de gasinfrastructuur een cruciale** rol spelen in het toekomstige energiesysteem.
- De energienetwerken (elektriciteit, waterstof en methaan) moeten verder worden **geïntegreerd**. Het **bestaande gasnetwerk** kan gesplitst worden in een netwerk voor waterstof en voor methaan en heeft **voldoende capaciteit**.
- Er is een grote behoefte aan **energieopslag in de vorm van gas** om seizoenen te kunnen overbruggen, o.a. voor situaties als “Dunkelflaute” en “Elfstedentocht”. Dit leidt tot een grote behoefte om **zoutcavernes** in te richten voor opslag van waterstof.
- Hoewel elektriciteitsopslag breed beschikbaar zal zijn in 2050 zal alleen **gasopslag** een oplossing zijn voor **seizoensopslag** in een energiesysteem gebaseerd op zon en wind.

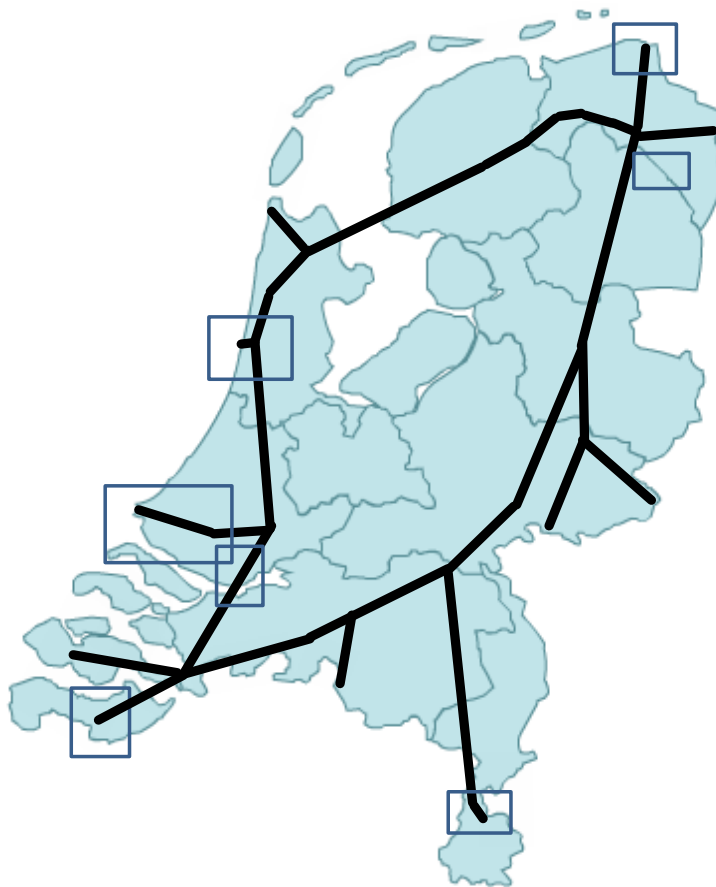
- De **locatie**, capaciteit en inzet van P2G installaties zijn bepalend voor investeringen in elektriciteitsnetten en moeten worden afgestemd met zowel electriciteits- en gas TSO's
- Ook **na 2030** zullen elektriciteitsnetwerken verder moeten worden uitgebreid om te kunnen voldoen aan de toenemende vraag naar elektriciteit.
- **Import** van hernieuwbare energie (groene moleculen) kan de noodzaak aan uitbreiding van elektriciteitsnetwerken **beperken**

- In toekomstig beleid in het kader van de energietransitie zal aandacht moeten zijn voor een **P2G implementatiestrategie** waarin aandacht is voor de consequenties voor de elektriciteits- en gasinfrastructuur
- Deze strategie zal ook een **routekaart** moeten bevatten naar volwassen grootschalige P2G technologie.
- Om te komen tot efficiënte investeringen in netwerken zullen **elektriciteits- en gas TSO's betrokken** moeten worden in het opzetten van een gedetailleerde P2G integratie-strategie.
- Voor een efficiënte energietransitie zullen ook **ontwikkelpaden richting 2050** moeten worden beschreven.
- De conclusies uit deze studie kunnen dienen als **richtinggevend in de investeringsplannen** (NEP in Duitsland en IP/NOP in Nederland).
- De scenario's die in deze studie zijn gebruikt zijn gebaseerd op nationale emissie-eisen. In een follow up studie zal ook de energiebehoefte van de **internationale lucht- en scheepvaart** moeten worden meegenomen.

Tijdslijn

2019 -2020	Regionale Energie Strategieën
Begin 2019	Infrastructure Outlook 2050 Gasunie/Tennet
Medio 2019	Rijksvisie marktordening CCS en financiering van CO ₂ -infrastructuur. De wettelijke kaders moeten uiterlijk 2021 zijn aangepast.
Medio 2019	Rijksvisie marktordening collectieve warmtenetten. De wettelijke kaders moeten uiterlijk 2021 zijn aangepast.
2019	Gasunie en Tennet starten, samen met de regionale netbeheerders, tot een integrale infrastructuurverkenning 2030-2050. Oplevering is voorzien in 2021.
2019	De Rijksoverheid stelt de Ruimteplanning (onder de NOVI) gericht op ruimtelijke planning van en het maken van ruimtelijke reserveringen voor het hoofdenrgiesysteem op nationale schaal.
2019-2020	CO ₂ -reductieplannen industrie
2020	Brede Rijksvisie Marktordening & Energietransitie, incl. beleidsagenda richting 2030, waarin vanuit een systeemperspectief zal worden ingegaan op de ordening, regulering, bekostiging van nieuwe infrastructuur voor met name warmte, waterstof en CO ₂ , rekening houdend met de implicaties voor gas en elektriciteitsnetwerken en vertrekkend vanuit scenario's voor 2030 en 2050.
(Vanaf) 2020	Verbrede monitor leveringszekerheid
Eind 2021	Transitieviesies warmte

H₂ – backbone - 2030



Verbindt

- grote industriële centra
- aanbod
- opslag
- buitenland

Kan stapsgewijs tot 2030 in gebruik worden genomen

Capaciteit 5 – 29 GW



**DANK VOOR DE
AANDACHT
VRAGEN?**