

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

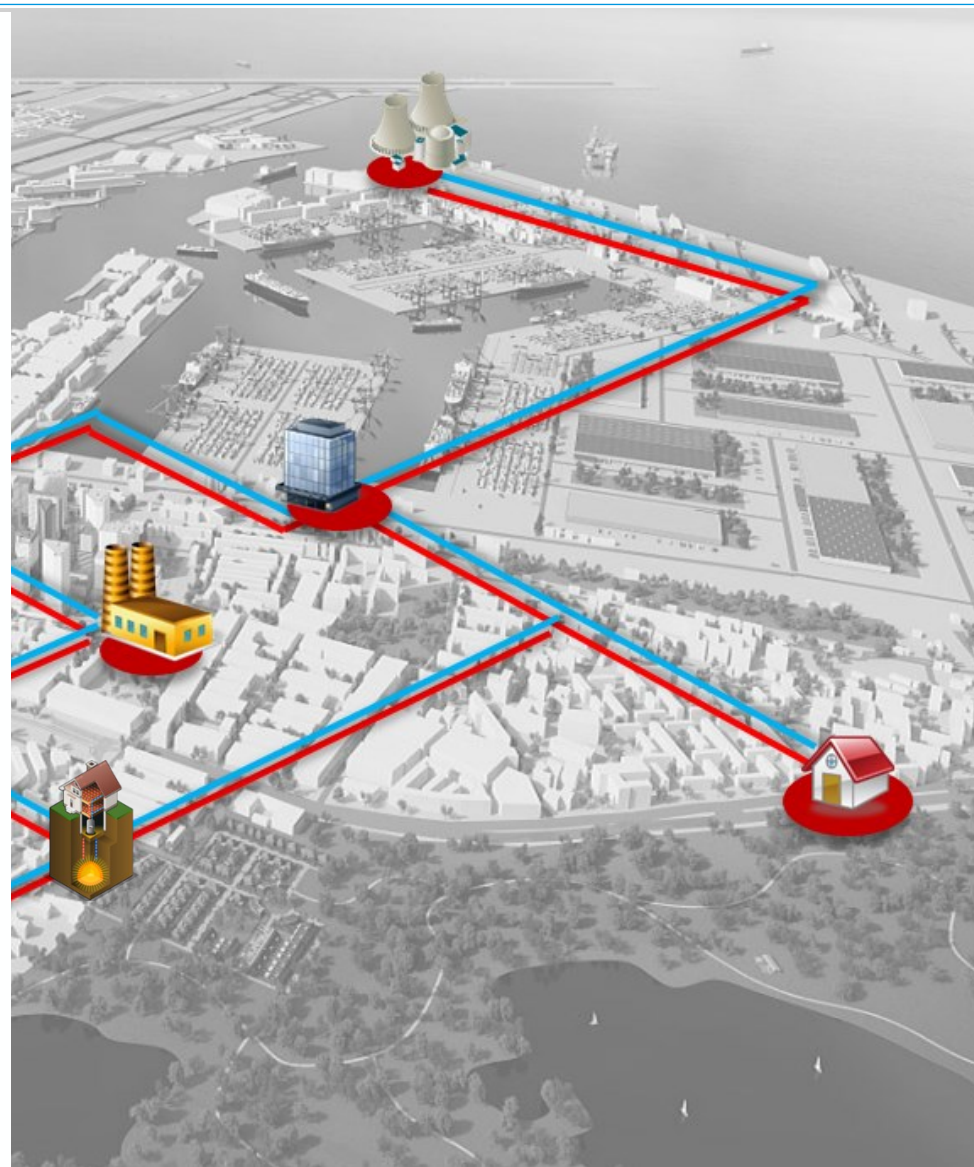
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

# INTEGRAAL

Verbinden van  
lokale en regionale  
collectieve warmte  
voor RES RSW Rotterdam Den Haag  
met de WarmingUP Design Toolkit



## Leeswijzer

- Deze eindrapportage van het project INTEGRAAL is enerzijds bedoeld voor de opdrachtgevers Invest-NL, EBN en Gasunie en de RES Rotterdam Den Haag om de aanpak, werkwijze en resultaten van de door hun opgegeven opdracht uitgebreid toe te lichten. De samenwerkende partners hebben anderzijds gevraagd deze publiek te willen delen om de waardevolle maar soms ook diepergaande informatie en inzichten met alle publieke en private partners transparant te delen.
- Om ook een toegankelijker versie beschikbaar te stellen, heeft de Samenwerking derhalve samen met opdrachtnemers TNO en Deltares ook een beknopte samenvattende rapportage van INTEGRAAL gemaakt, die u [hier](#) kunt vinden. Een beknopte versie van deze eindrapportage, beschikbaar in de vorm van een presentatie over INTEGRAAL zoals breed met u gedeeld op het afsluitende Warmteatelier van 30 januari 2024, zal te vinden zijn op [www.warmingup.info/designtoolkit](http://www.warmingup.info/designtoolkit).
- Op genoemde website [www.warmingup.info/designtoolkit](http://www.warmingup.info/designtoolkit) kunt u terecht voor toegang tot alle achterliggende data en informatie die aan het project INTEGRAAL ten grondslag liggen, en waarnaar op diverse plekken in deze eindrapportage naar verwezen wordt.

# Inhoudsopgave

## INTEGRAAL

1. [Opdracht](#)
2. [WarmingUP Design Toolkit als Open Werkplatform](#)
3. [Invoeren en vergelijken Uitgangsstudies](#)
4. [Baseline model](#)
5. [Variaties en scenario's](#)
6. [Open Werkplatform: evaluatie en vervolg](#)
7. [Overzicht conclusies](#)
8. [Bijlagen](#)

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

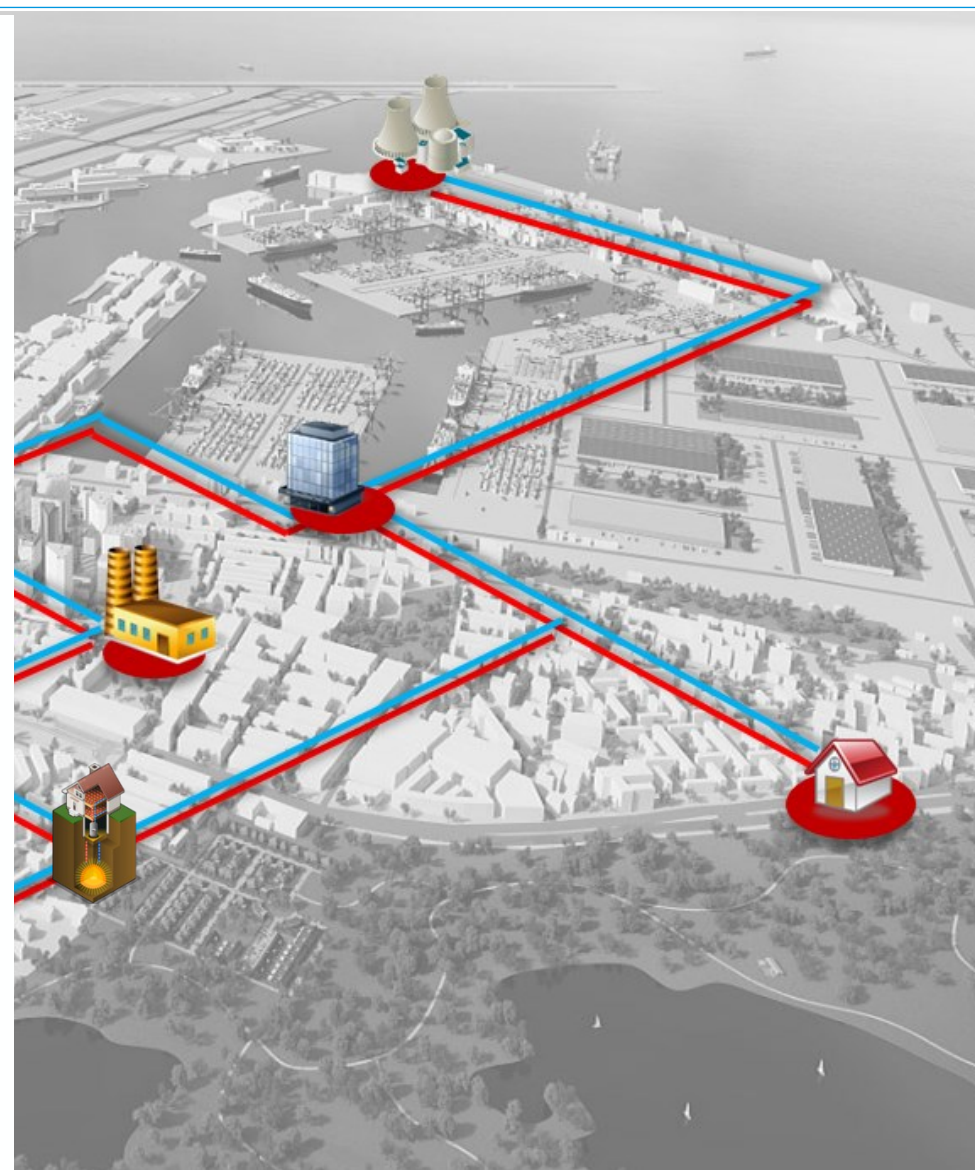
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

# INTEGRAAL

## 1. Opdracht





# 1. Opdracht

- De partners RES Rotterdam Den Haag, Provincie Zuid-Holland, Invest-NL, EBN en Gasunie (samen de Samenwerking) werken samen om de optimale inzet en verdeling van regionale warmte met en voor de gemeenten, provincie, waterschappen en de betrokken publieke, maatschappelijke en private partijen vorm te geven om de warmtetransitie te versnellen.
- De partijen hebben daarbij intensief samengewerkt ten behoeve van analyses voor de RES RSW 1.0 en willen nu bijdragen aan meer inzicht in de RES RSW Rotterdam Den Haag door verdere kennisopbouw, mede op basis van alle gegevens en informatie uit de RSW RES 1.0, en bijhorende Uitgangsstudies, zijnde:
  - CWS Rotterdam-Den Haag uitgevoerd door RHDHV, Gradyent en Fakton in opdracht van Invest-NL en EBN;
  - De Integraal Ontwerp studie uitgevoerd door Gasunie;
  - De 21 TVW's van de aangesloten gemeenten.
- Om hieraan bij te dragen hebben TNO en Deltares in opdracht van Invest-NL, EBN en Gasunie samen met RES Rotterdam Den Haag dit project **INTEGRAAL** uitgevoerd, waarin TNO en Deltares aan twee van de drie onderzoeksprojecten van de Samenwerking hebben gewerkt:
  - Onderzoeksproject 1: Ontsluiting, vergelijking en geschikt maken voor aanvullende analyses van gegevens, informatie en inzichten in de RES RSW 1.0 en onderliggende analyses in CWS RDH, Integraal Ontwerp en de 21 TVW's 1.0 middels een open, toegankelijk ('open access') werkplatform;
  - Onderzoeksproject 3: Onderzoeken optimale samenhang inzet lokale en regionale basislastbronnen (restwarmte, aftapwarmte en aardwarmte).

# 1. Opdracht

- De Samenwerking streeft op termijn naar het creëren van een toegankelijk en gebruiksvriendelijk Open Werkplatform met als doel ervoor te zorgen dat data en informatie over de plannen en projecten voor warmte voor alle partijen in de regio toegankelijk zijn. Toegankelijk voor zowel overheden (gemeenten, RES organisatie, en provincie) als marktpartijen (publiek en privaat). Dat maakt dat al deze partijen op basis van dezelfde data en informatie integraal in de keten kunnen samenwerken bij het vormgeven van de collectieve warmtetransitie, niet alleen voor de RES Rotterdam Den Haag en de Warmteprogramma's, maar ook de langere termijn. In het Open Werkplatform kunnen alle partijen dan alle relevante data en informatie blijvend opbouwen en verrijken voor integrale analyse van verbonden collectieve warmtesystemen binnen en tussen gemeenten.
- De WarmingUP Design Toolkit, die door TNO en Deltares wordt ontwikkeld, is een goede kandidaat voor zo'n dergelijk Open Werkplatform en wordt in dit project ingezet om te kijken in hoeverre dit werkplatform op termijn geschikt kan zijn.
- Daar waar de WarmingUP Design Toolkit bedoeld is voor experts, is er ook behoefte om een bredere groep van niet-experts stakeholders uit de warmteketen effectief te laten samenwerken zoals gemeentelijke en regionale planners. Deze gebruikers hebben andere gebruikerswensen en –eisen dan die van de Design Toolkit. In Hoofdstuk 6 gaan we verder in op wat dit betekent voor de vervolgstappen van het ontwikkelen van het Open Werkplatform.
- De Samenwerking bouwt vanuit de RES Rotterdam Den Haag organisatie aan meer inzicht voor de Energieregio Rotterdam-Den Haag. Met de resultaten uit deze opdracht wil zij de mogelijkheden van optimale inzet en verdeling van regionale warmte met en voor alle andere betrokken publieke, maatschappelijke en private partijen nader vorm geven om zo de warmtetransitie in de regio te kunnen versterken en versnellen, in lijn met de publieke waarden waar de RES Rotterdam Den Haag voor staat:

Betaalbare, betrouwbare, schone en veilige energievoorziening voor iedereen

Optimale inzet van beschikbare regionale warmte

Rechtvaardigheid: Eerlijke verdeling van lusten en lasten

Transparantie

# 1. Opdracht



**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

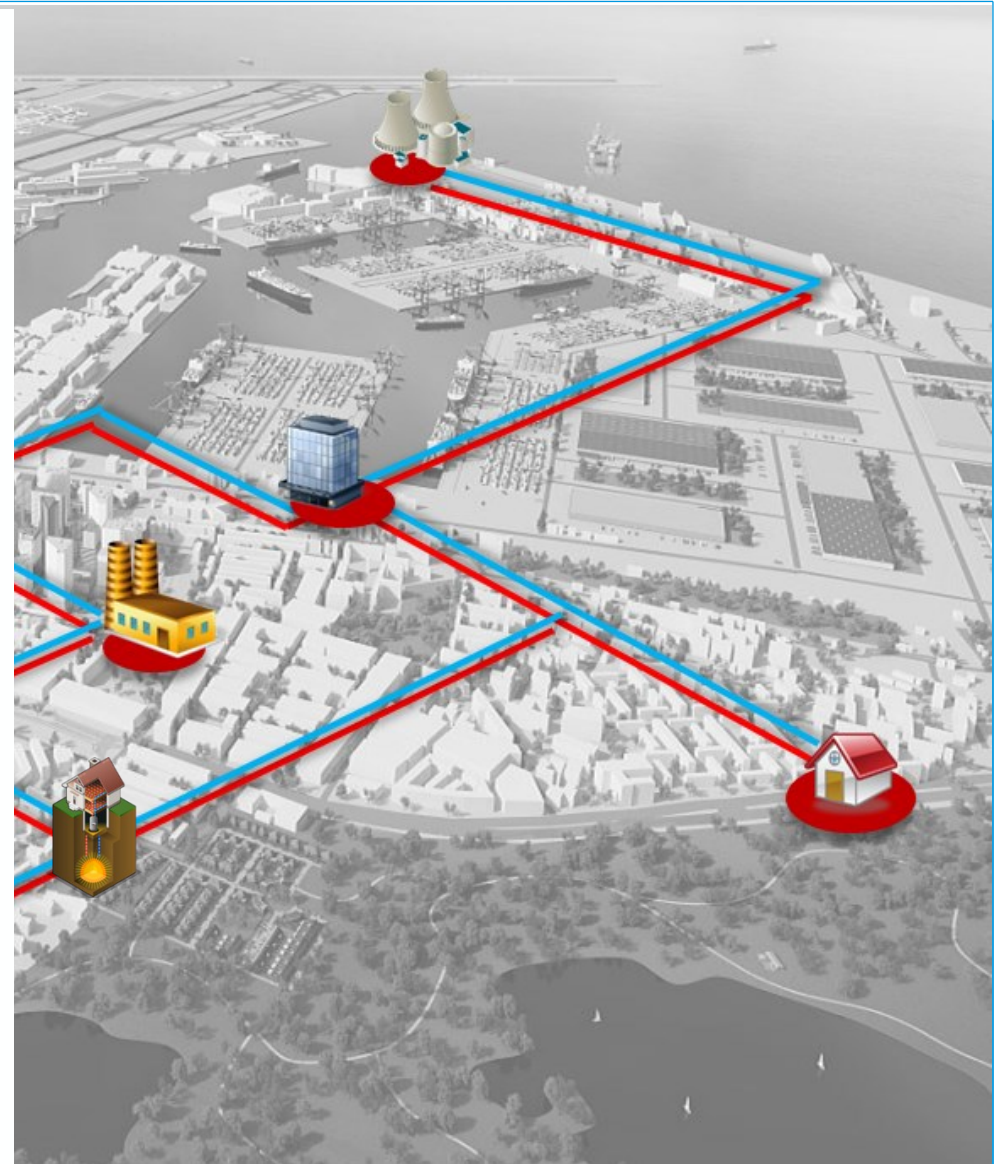
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 2. WarmingUP Design Toolkit als Open Werkplatform



## 2 WarmingUP Design Toolkit als Open Werkplatform

- 2.1 [Wat is de WarmingUP Design Toolkit?](#)
- 2.2 [De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak](#)
- 2.3 [Indicatoren voor betaalbare, betrouwbare, schone en veilige energievoorziening voor iedereen](#)
- 2.4 [Indicatoren CAPEX en OPEX opgebouwd uit de categorieën in het energiesysteem](#)
- 2.5 [Transparantie: uniforme taal en database voor beschrijving van energiesystemen](#)
- 2.6 [Hoe kan de Design Toolkit de indicatoren genereren, verwerken en inzichtelijk maken?](#)
- 2.7 [Wat voor data en informatie is daar voor nodig?](#)
- 2.8 [Hoe kan deze data en informatie geschikt worden gemaakt en overgezet voor gebruik in de Design Toolkit?](#)
- 2.9 [Conclusies](#)

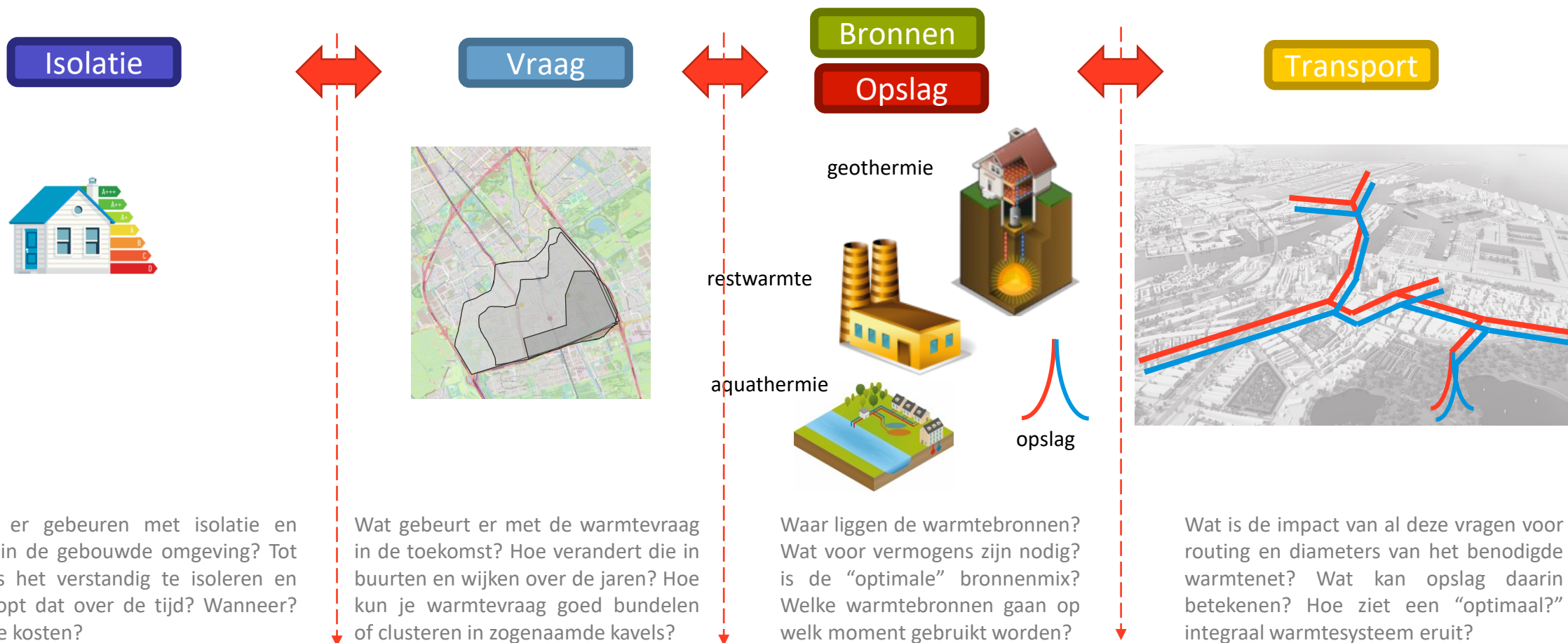


## 2.1 Wat is de Design Toolkit?

- De [Design Toolkit](#) wordt in deze opdracht ingezet als Open Werkplatform voor de ontsluiting, de vergelijking en het geschikt maken voor aanvullende analyses van de bestaande gegevens, informatie en inzichten in de RES RSW 1.0 en onderliggende analyses in de studies CWS RDH, Integraal Ontwerp en de TVW's 1.0 (de Uitgangsstudies).
- De Design Toolkit is eerder door TNO en Deltares ontwikkeld als beta versie in het [WarmingUP](#) programma en wordt nu verder uitontwikkeld tot een 1.0 versie onder het Groiefonds programma [Nieuwe Warmte Nu](#)
- De Design Toolkit is een Open Werkplatform voor concept ontwerp van collectieve warmte, waarop stakeholders uit de warmteketen samen kunnen werken aan de ontwikkeling van collectieve warmte. De Toolkit is open source en wordt ingezet in diverse projecten in gemeenten in Nederland. Het vergelijken van scenario's, simuleren en optimaliseren van warmtenetten kan voor zowel bestaande als nieuwe warmtenetten worden uitgevoerd.
- Om dat te kunnen doen heeft het Open Werkplatform data en informatie nodig. Waar die niet beschikbaar is, wordt gebruik gemaakt van standaard kentallen in de Energy Data Repository (EDR) van de Toolkit of van inschattingen voor zover mogelijk.
- Het Open Werkplatform maakt het mogelijk om een [integrale](#) aanpak de analyse van collectieve warmtesystemen uit te voeren, van bron tot en met de eindgebruiker achter de voordeur.
- Met het Open Werkplatform kunnen belangrijke [kosten- en duurzaamheidsindicatoren](#) gegenereerd worden zoals CAPEX, OPEX, TCO en LCOE en CO2 emissies, die essentieel zijn om de inzichten te verwerven over de optimale samenhang tussen lokale en regionale collectieve warmte, die ook vertaald kunnen worden naar de publieke waarden van de RES RSW Rotterdam Den Haag.
- Hoe je praktisch met de Design Toolkit werkt om dat voor elkaar te krijgen, staat op hoofdlijnen [hier](#) beschreven.

## 2.2 De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak

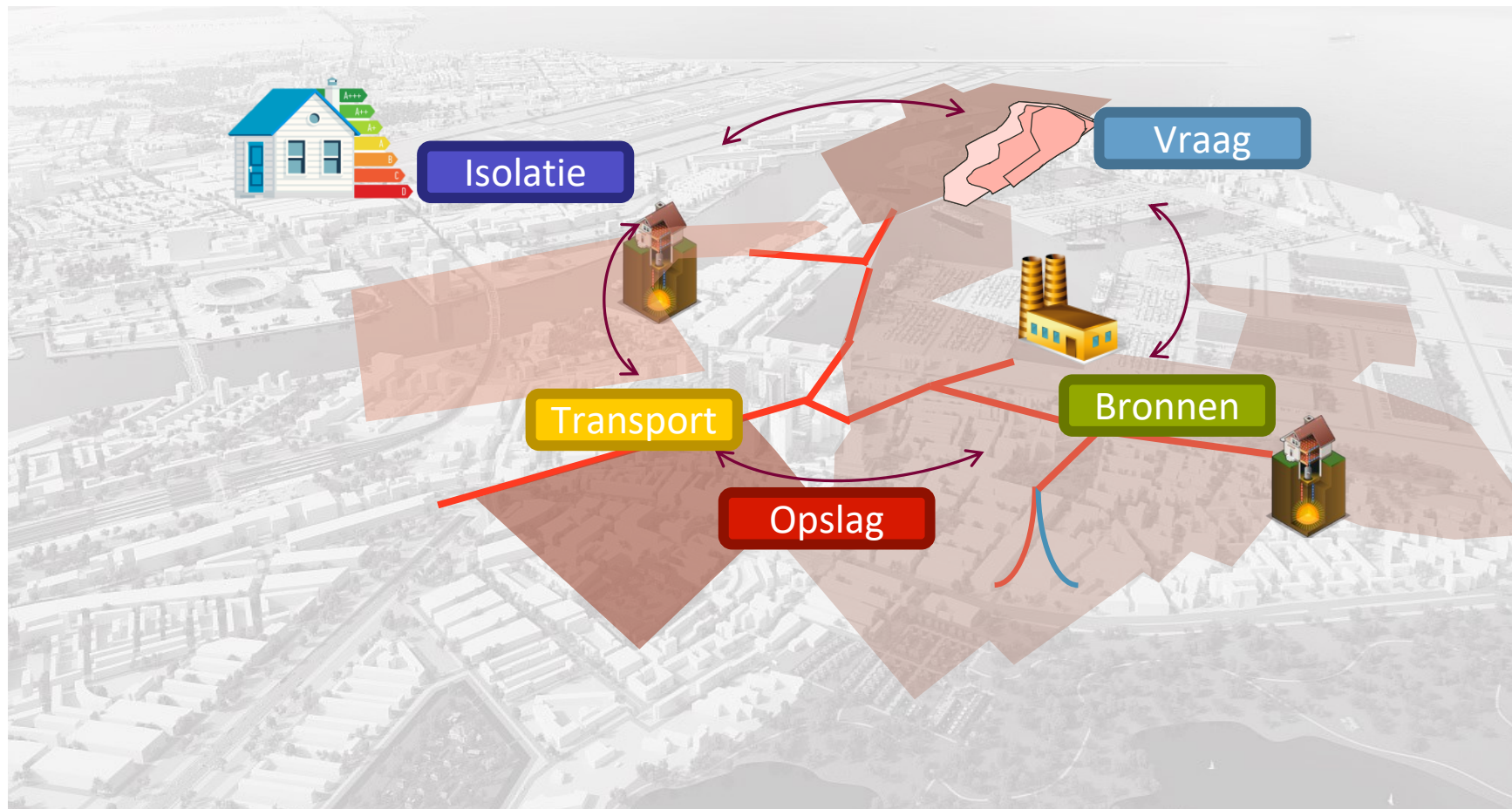
### Samenhang tussen alle onderdelen warmteketen



Voor elk van de onderdelen van de integrale warmteketen zijn vragen te stellen die voor gemeenten nog moeilijk zijn te beantwoorden. Tegelijkertijd worden gemeenten gevraagd op afzienbare termijn voor elk van deze onderdelen keuzes te maken om de warmtetransitie te versnellen. Maar hoe kun je keuzes maken als er nog veel zaken onbekend zijn? Wat het extra complex maakt, is de nauwe samenhang tussen de onderdelen: Isolatie-maatregelen hebben een significante invloed op de warmtevraag, geschiktheid van bronnen, en dimensionering van infrastructuur. Een **eerste** onderdeel van de integrale aanpak is om de ketenonderdelen gelijktijdig te beschouwen in een analyse, om de samenhang holistisch te analyseren.

## 2.2 De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak

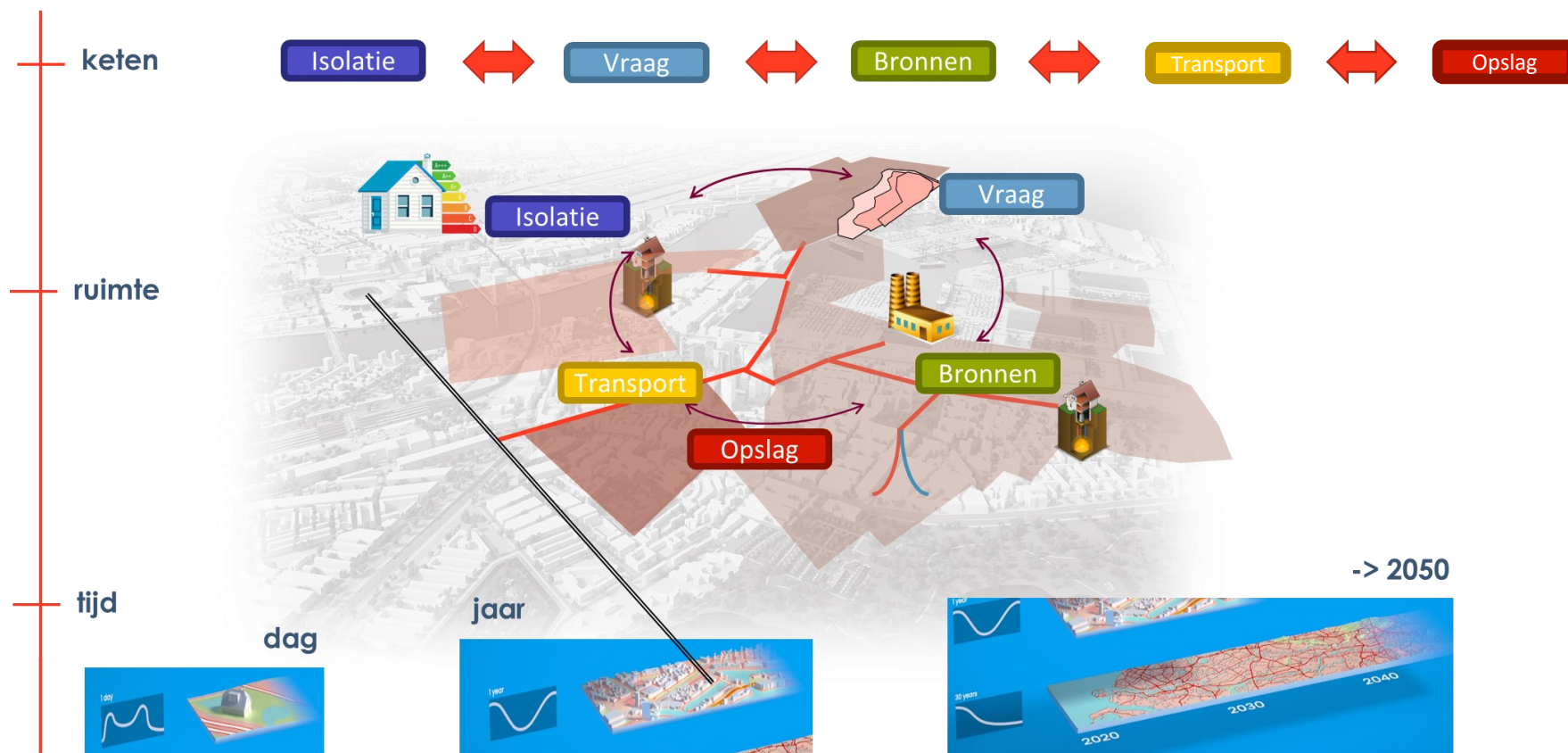
### Ruimtelijke samenhang ketenonderdelen



De samenhang tussen de verschillende ketenonderdelen wordt sterk beïnvloed door haar topografische of geografische component. Voor gemeenten is deze samenhang relevant als het gaat om oplossingsrichtingen voor de wijken. Welke oplossing komt waar? Wat is de volgorde van de wijken in wijkuitvoeringsplannen? Waar zijn bronnen inzetbaar, en hoe kan het warmtenetwerk eruit gaan zien, gegeven de (on)mogelijkheden vanuit de ruimtelijke ordening. De ruimtelijke samenhang vormt het **tweede** onderdeel van de integrale aanpak.

## 2.2 De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak

### Samenhang ketenonderdelen, ruimte en tijd



Het **derde** onderdeel dat van belang is bij een integrale aanpak is verandering over tijd: de warmtevraag verandert over de dag, over het jaar, en tijdens de warmtetransitie:

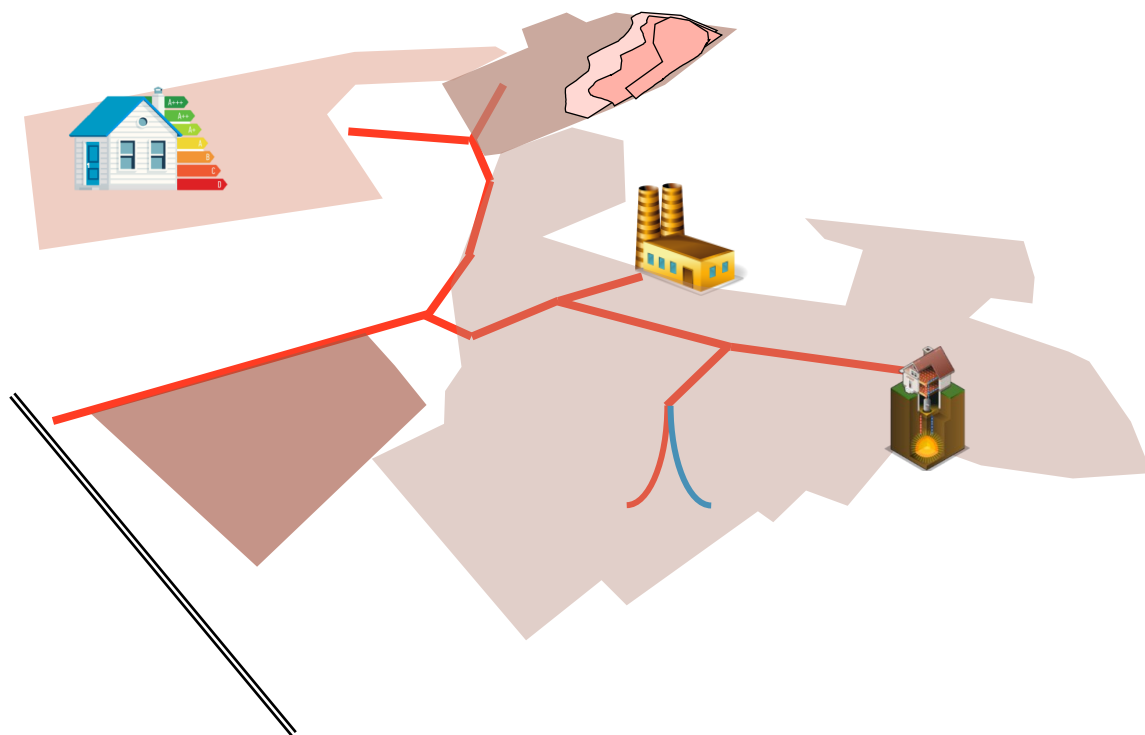
- de **dag**-piek in de warmtevraag (de typische koude februaridag, op basis waarvan vaak een ontwerptemperatuur van -10 graden wordt aangehouden) bepaalt de capaciteit die het systeem moet kunnen leveren en is daarmee gekoppeld aan de CAPEX.
- de variatie van de warmtevraag over **een jaar** bepaalt de inzet van warmte uit de verschillende bronnen, de *allocatie*, en daarmee de operationele kosten (OPEX)
- de verandering van de warmtevraag richting **2050** bepaalt de bronnenstrategie, de aanleg cq. uitbreiding van een warmtenet, en daarmee de vraag waar kunnen de leidingen komen en hoe dik zijn deze etc. In deze opdracht is onderzocht hoe een aantal varianten beïnvloedt hoe een regionaal systeem in 2050 eruit kan gaan zien. De transitie naar een degelijk systeem is nu nog niet onderzocht, en is een van de logische vervolgonderwerpen.
- de rol van warmteopslag op de verschillende tijdschalen van dag en jaar wordt belangrijk om balans tussen vraag en aanbod van warmte te verkrijgen en de kosten omlaag te krijgen



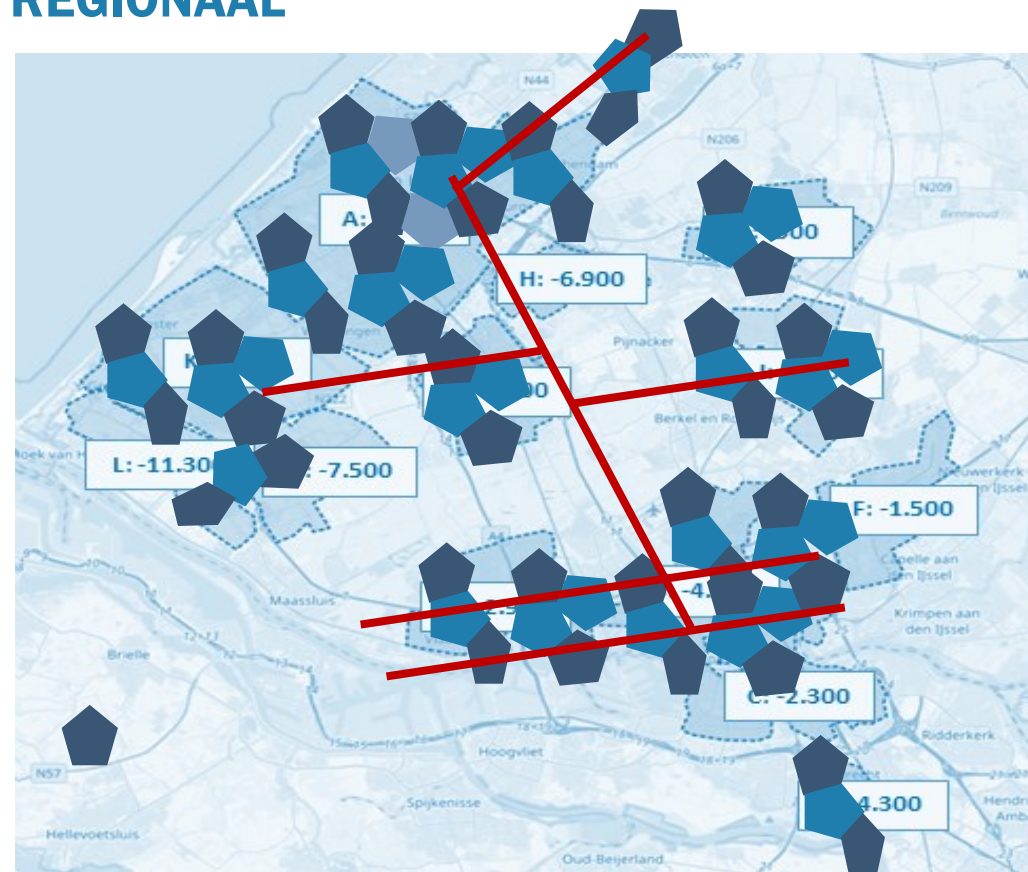
## 2.2 De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak

Ruimtelijke samenhang tussen gemeenten en regio

LOKAAL



REGIONAAL



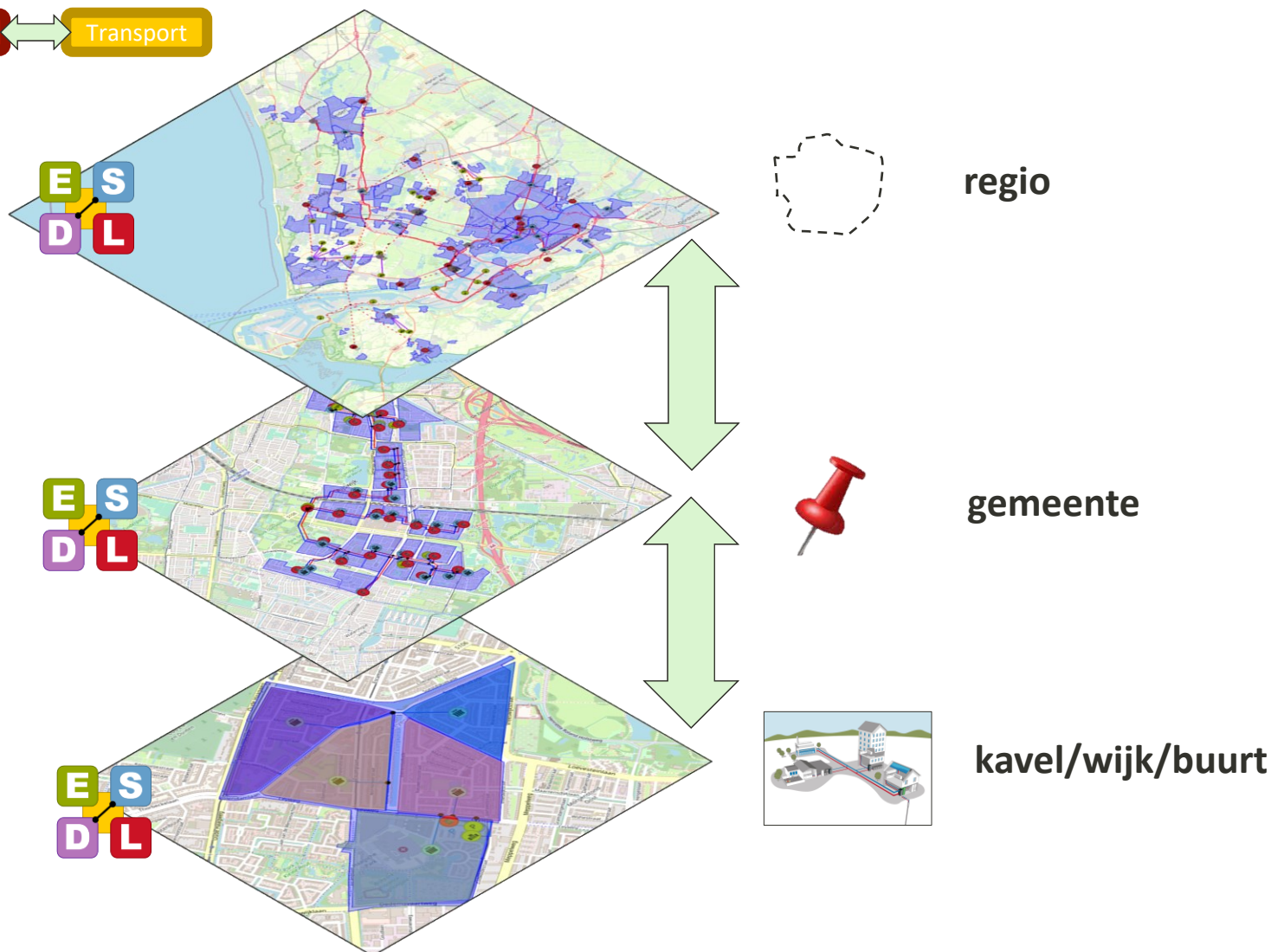
De ruimtelijke samenhang speelt niet alleen binnen de gemeentegrenzen. Vaak kunnen (potentiële) bronnen voor buurgemeenten interessant zijn. Op veel plekken in Nederland gaan de huidige plannen verder en hebben voorziene warmtesystemen op het niveau van regio en gemeenten een dusdanige wederzijds afhankelijkheid, dat afstemming nodig is. Samenwerken vanuit een integrale aanpak in een Open Werkplatform helpt om die samenhang recht te doen



## 2.2 De WarmingUP Design Toolkit heeft een integrale aanpak



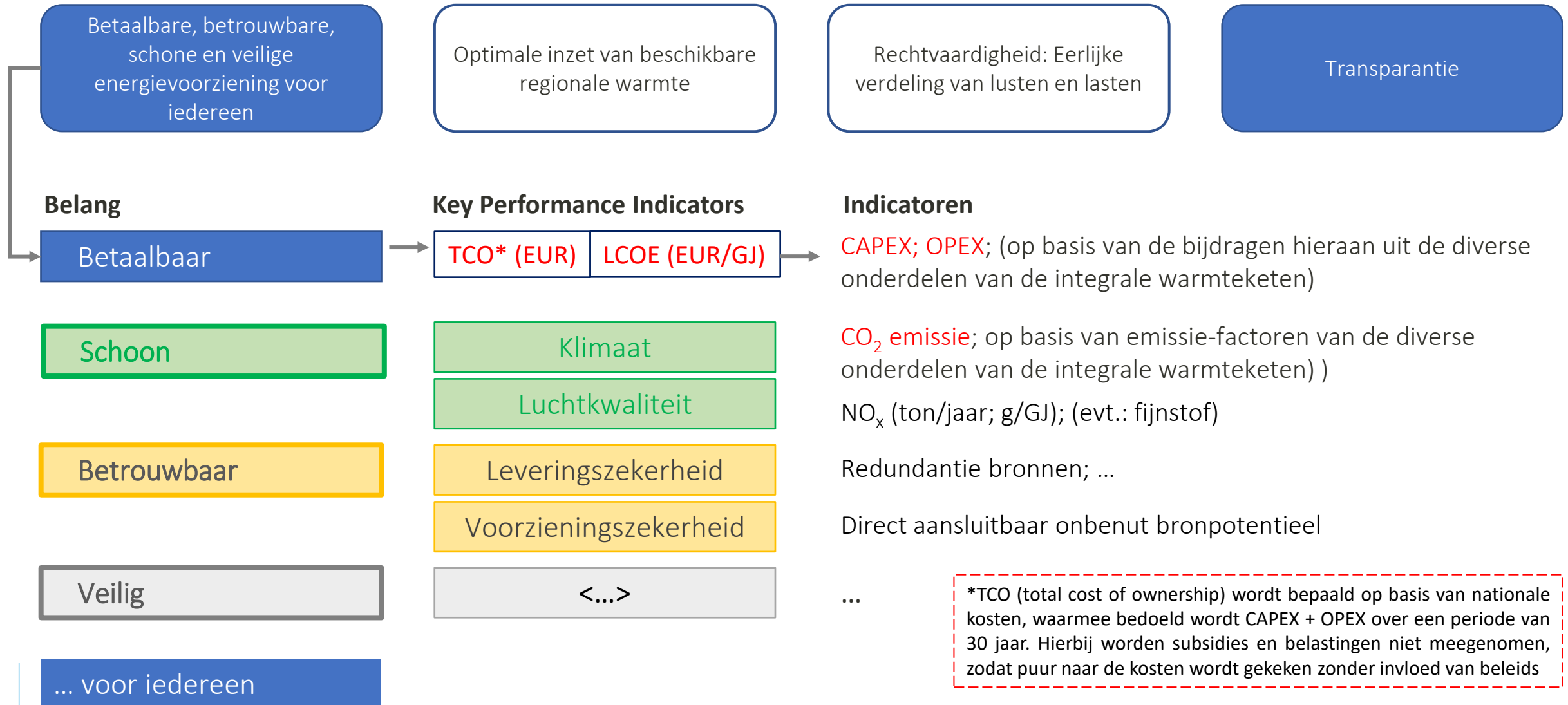
### WARMINGUP DESIGN TOOLKIT



De Design Toolkit is een open source werkplatform waarin een integrale aanpak voor de ontwikkeling van collectieve warmte door stakeholders samen kan worden uitgevoerd en waarbij de integrale samenhang en wederzijdse beïnvloeding van de ketenonderdelen, de ruimtelijke samenhang en de tijd intrinsiek worden meegenomen.

## 2.3 Indicatoren voor betaalbare, betrouwbare, schone en veilige energievoorziening voor iedereen

De Design Toolkit is in deze opdracht ook ingezet om belangrijke indicatoren zoals CAPEX, OPEX, TCO en LCOE en de CO<sub>2</sub> emissies transparant te genereren, verwerken en inzichtelijk te maken, die vertaald kunnen worden naar de publieke waarden van de RES.



## 2.4 Indatoren CAPEX, OPEX, TCO en LCOE opgebouwd uit ESDL categorieën energiesysteem

Indatoren CAPEX, OPEX, TCO en LCOE zijn opgebouwd uit bijdragen vanuit [ESDL](#) categorieën van het energiesysteem (Vraag, Bronnen Transport en Opslag), aangevuld met isolatie. Waarom dit relevant is, komt aan bod in de volgende slide.

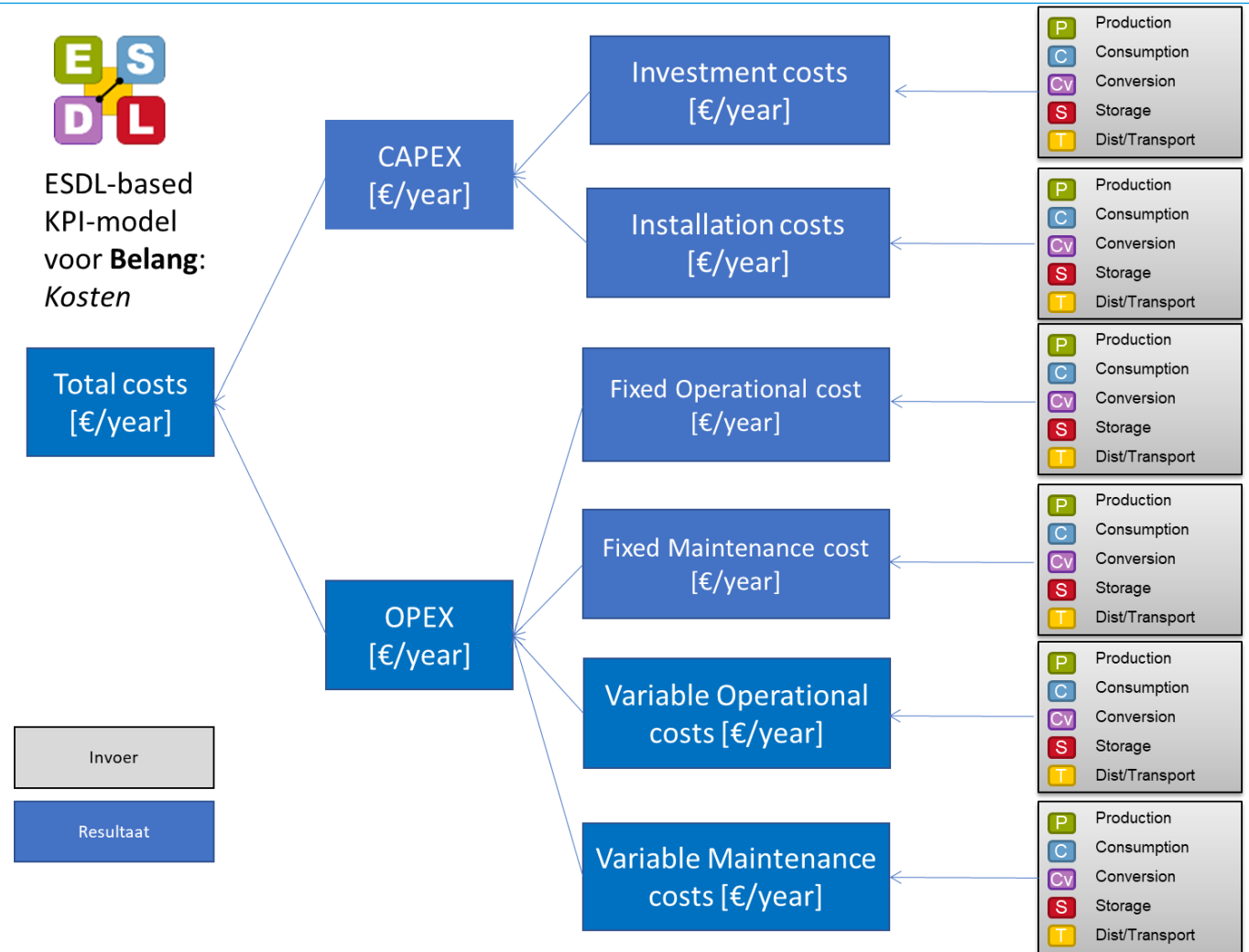


Met de Design Toolkit kunnen deze indatoren (zoals weergegeven in de figuur) worden gegenereerd en verwerkt. Hiervoor wordt informatie verzameld in een ESDL file, op twee manieren:

Invoer van gebruiker of uit [EDR](#) database

Berekeningen in Design Toolkit waarin deze invoer wordt gebruikt

Met behulp van postprocessing kunnen indatoren op ander aggregatie niveau worden bekeken, bv per ruimtelijk gebied of per asset-categorie. Voorbeelden van die laatste aggregatie zijn vanaf [hier](#) te vinden in grafiek en tabelvorm.



## 2.5 Transparantie: uniforme taal en database voor beschrijving van energiesystemen

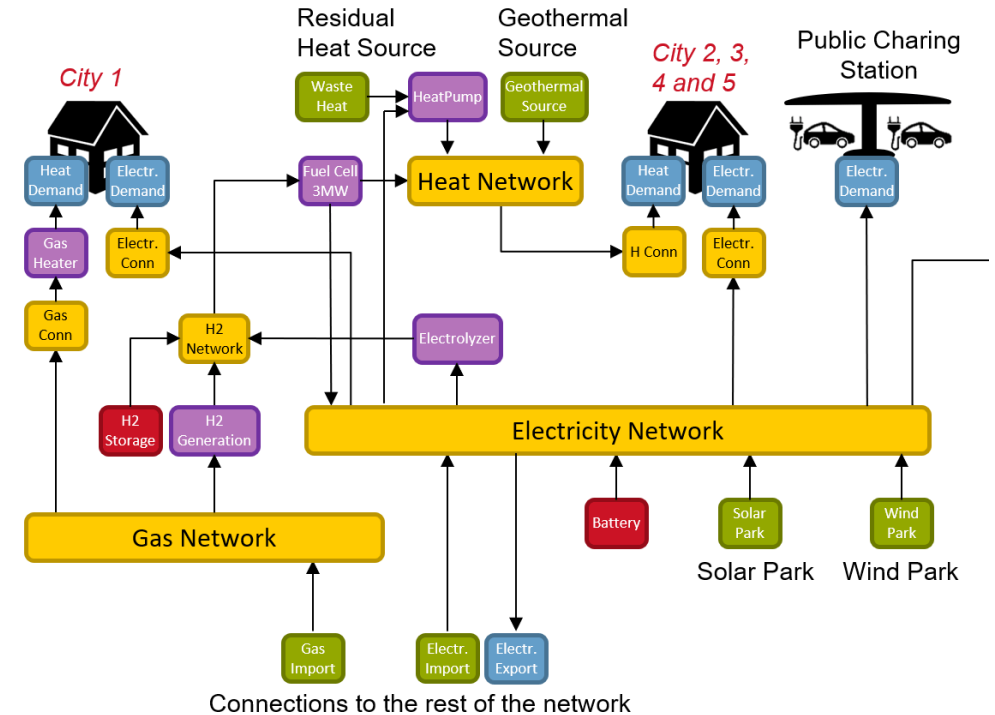
De Design Toolkit maakt bij het genereren, verwerken en weergeven van indicatoren gebruik van twee belangrijke, uniforme, transparante onderdelen die door TNO zijn ontwikkeld: een *taal* (ESDL) en een *database* (EDR):

**Energy System Description Language** ESDL is een *taal* om energiesysteem en energietransitie gerelateerde informatie op een uniforme en gestructureerde manier te kunnen beschrijven. De scope van ESDL is het energiesysteem in de volle breedte. Het maakt het koppelen van energiemodellen makkelijker en maakt het mogelijk om allerlei energiedata in een uniforme taal te ontsluiten, zodat het makkelijk bruikbaar wordt in modelstudies. Met ESDL is het mogelijk om:

- energietransitiemodellen te kunnen koppelen en ze op een geautomatiseerd manier informatie uit te laten wisselen
- aannames te documenteren en te standaardiseren
- Gegevens optelbaar te maken en te combineren

Een uitvoerige beschrijving van ESDL en de toepassingsmogelijkheden daarvan is hier te vinden: [www.esdl.nl](http://www.esdl.nl)

**Energy Data Repository** EDR is een eerste implementatie van een publieke energie *database*, waar informatie is verzameld voor verschillende aspecten van de energietransitie, voor algemeen gebruik. Voorbeelden zijn energie-vraagprofielen, technologie factsheets met ontwerpparameters en economische kostenkennallen. EDR voorziet ook in een API waarmee modellen toegang kunnen krijgen tot al deze data. Voor een uitvoerige beschrijving: [Energy Data Repository \(EDR\) - ESDL \(gitbook.io\)](https://github.com/energy-esdl/energy-esdl)

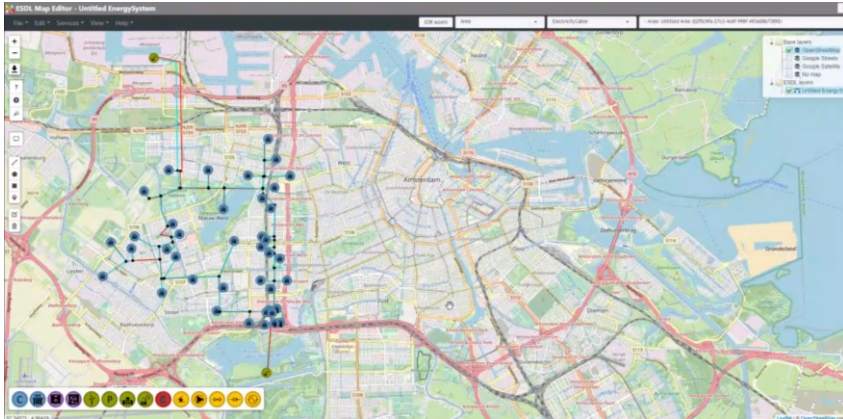


ESDL kent een vijftal categorieën voor beschrijving van energiesystemen. **Transport als ESDL-categorie omvat alle transport vanaf de bron tot en met de gebruiker, dus ook de distributienetten naar de huisaansluitingen.** In deze opdracht richten we ons echter op de regionale netten en aggregeren we de lokale netten (zie [hier](#)). Ook gebruiken wij een extra (niet-ESDL) categorie isolatie, vanwege de sterke invloed daarvan op de inrichting van collectieve warmtesystemen



## 2.6 Hoe kan de Design Toolkit deze indicatoren genereren, verwerken en inzichtelijk maken?

Wat zijn de verschillende manieren waarop de gebruiker invoer kan aanleveren om de indicatoren te genereren? Dit gebeurt door het ontwerpen van een collectief warmtesysteem. De gebruiker kan een collectief warmtesysteem *tekenen* door vraag, bronnen en/of opslag te verbinden met pijpleidingen. Een systeem kan ook worden ontworpen door een bestaande shapefile te uploaden.



### Voorbeelden van icons voor assets in ESDL Mapeditor

collectief  
vraagcluster



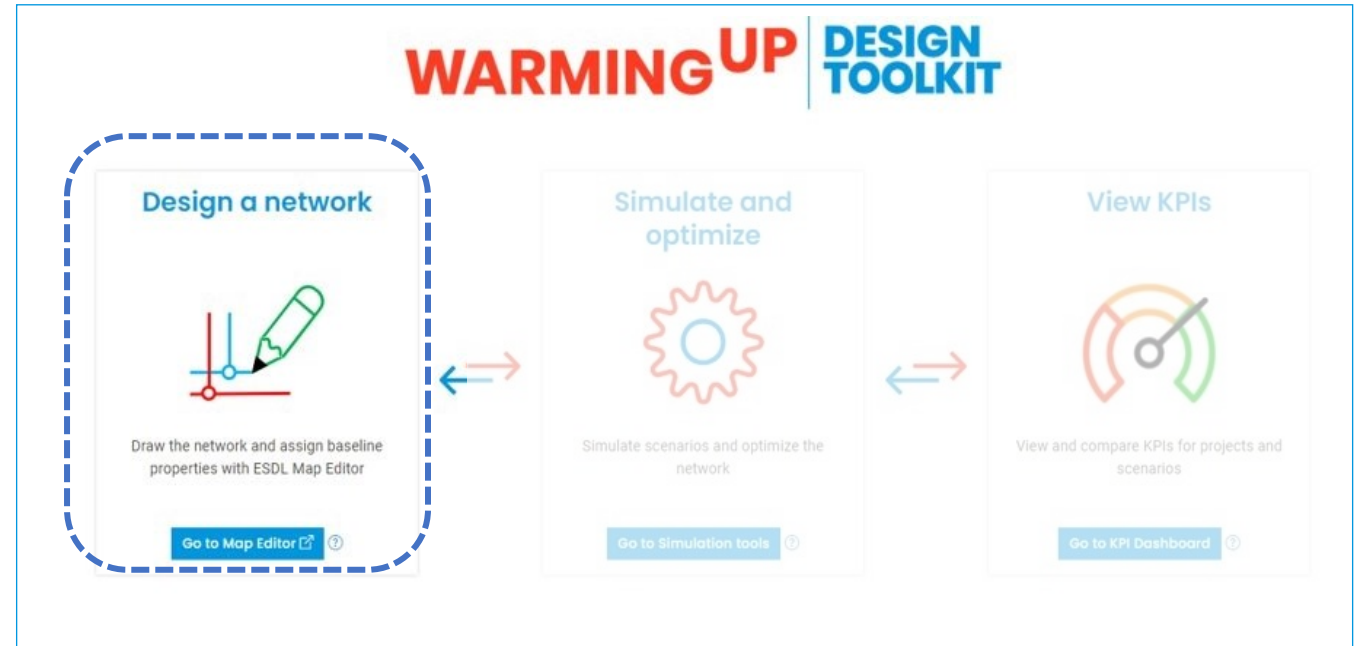
restwarmte

geothermie

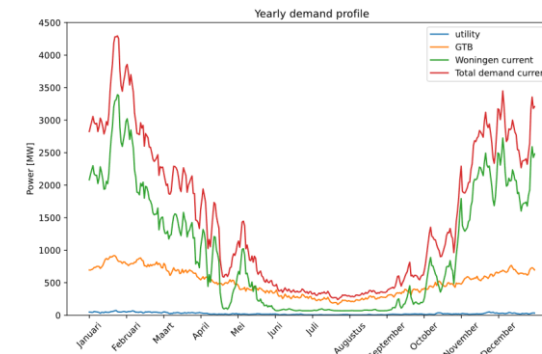


tankopslag

pijpleiding



Verder specificeren van *assets*, bijv. dimensionering, gaat aan de hand van *attributes*; denk bijvoorbeeld aan het toevoegen van een warmtevraagprofiel aan een warmtevraag cluster...



...Of, bijvoorbeeld in de ESDL categorie bronnen: *asset* is geothermische bron en *attribute* is vermogen (MW)

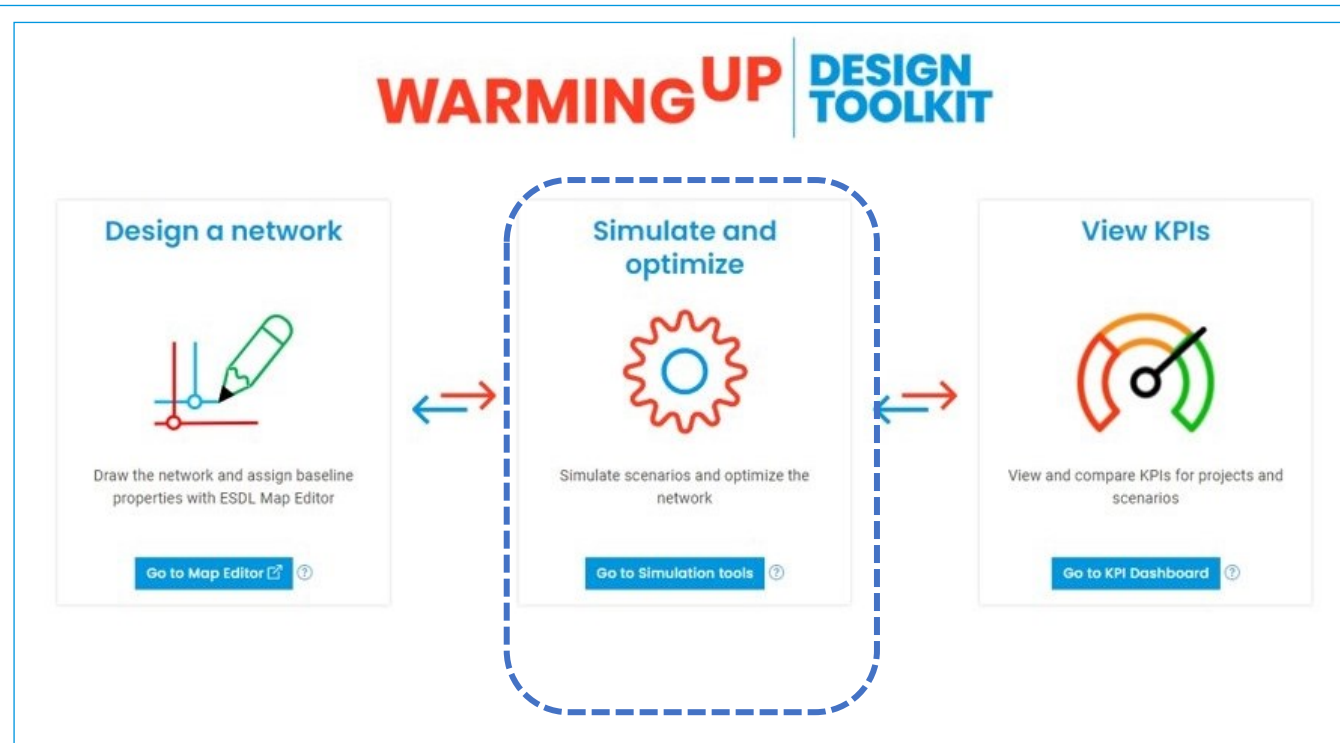


## 2.6 Hoe kan de Design Toolkit deze indicatoren genereren, verwerken en inzichtelijk maken?

Het verwerken van de indicatoren vindt vervolgens plaats aan de hand van het **simuleren en optimaliseren** van warmtenetten, waarbij:

**Simulaties** als doel hebben:

- Vraag (vermogens, aanvoertemperatuur) naar warmte te bepalen, die kan worden ingevuld vanuit een regionale warmtestructuur dan wel door lokale bronnen;
- Capaciteit en inzet (allocatie) van regionale/lokale bronnen te bepalen, en daarbij thermisch vermogen, aanvoertemperatuur, etcetera te bepalen;
- Knelpunten te identificeren zoals verschillen in warmtevraagclusters/kavels, onder/overcapaciteit van bronnen en/of transport leidingen en opslag van warmte, volloopduur, etcetera.

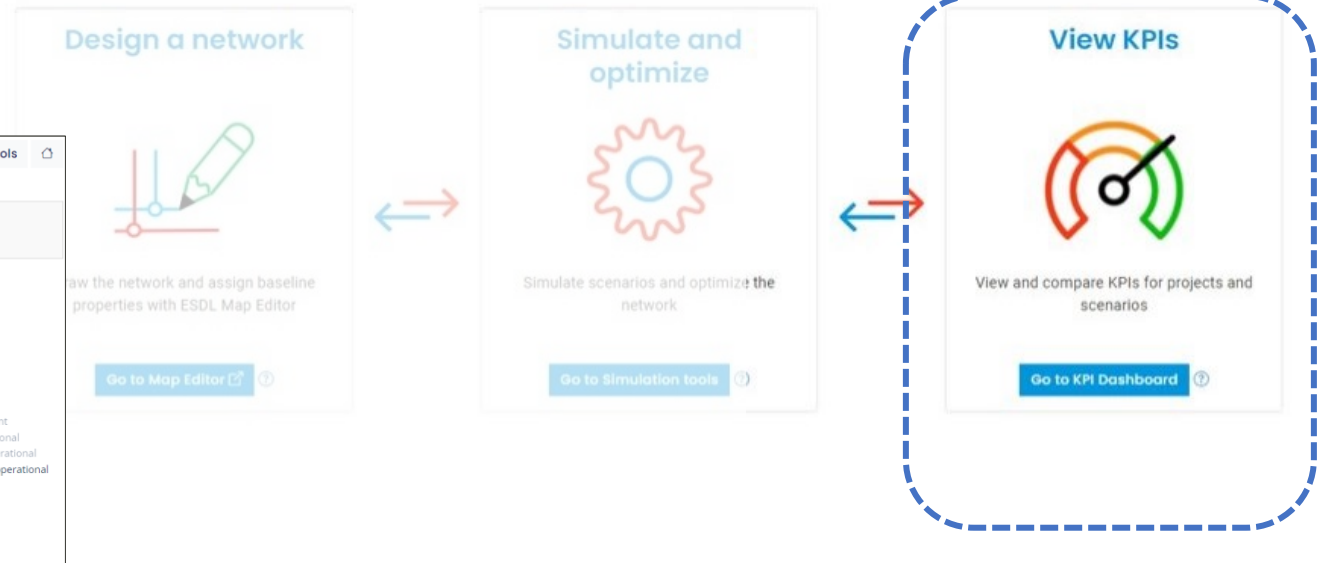


**Optimalisatie** heeft als doel om kwantitatief inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden om de warmtevraag optimaal te kunnen invullen met een mix van regionale en lokale bronnen. De optimalisatie is integraal, wat wil zeggen dat alle categorieën in het energiesysteem in de optimalisatie worden meegenomen.

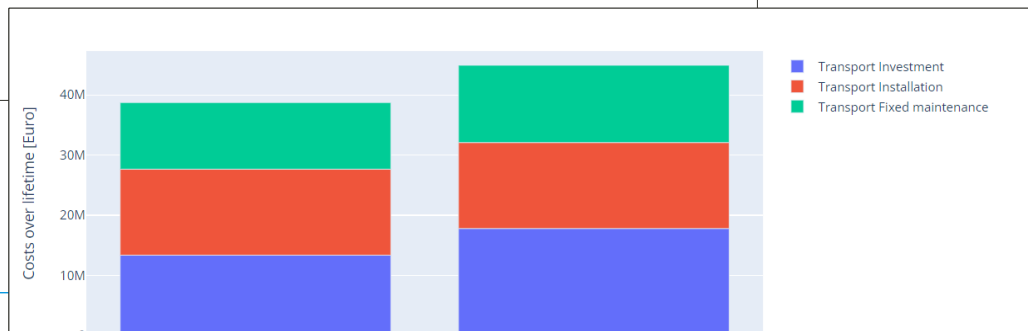
## 2.6 Hoe kan de Design Toolkit deze indicatoren genereren, verwerken en inzichtelijk maken?

Deze indicatoren worden vervolgens inzichtelijk aan de hand van een **KPI dashboard**, waarin deze zijn gekwantificeerd en gevisualiseerd. Met behulp van postprocessing kunnen indicatoren op ander aggregatie niveau worden bekeken, bv per ruimtelijk gebied of per asset-categorie. Voorbeelden van die laatste aggregatie zijn vanaf [hier](#) te vinden in grafiek en tabelvorm.

### WARMING UP DESIGN TOOLKIT



#### KPI Dashboard



Affordability	
CAPEX	55.8M €
OPEX	137M €
NPV	192M €
Sustainability	
CO2 emission	156k ton

## 2.7 Wat voor data en informatie is daar voor nodig?

- Goede data en informatie is cruciaal voor het goed analyseren en ontwerpen van integrale warmteketens.
- Data en informatie die nodig is om de indicatoren, opgebouwd uit bijdragen vanuit (ESDL) categorieën in het energiesysteem, te genereren en verwerken -[zie deze slide](#)- is aangegeven met:



- Alle overige data en informatie die nodig is om de indicatoren inzichtelijk te maken en de warmteketen te kunnen tekenen, simuleren en optimaliseren, [zie deze slide](#), is aangegeven met:



- Deze data en informatie vormen de vergelijkingsparameters aan de hand waarvan de Uitgangsstudies uniform kunnen worden vergeleken op die aspecten die voor de onderlinge samenhang tussen gemeenten en de regio als geheel van belang zijn, waaronder de publieke waarden van de RES Rotterdam Den Haag.

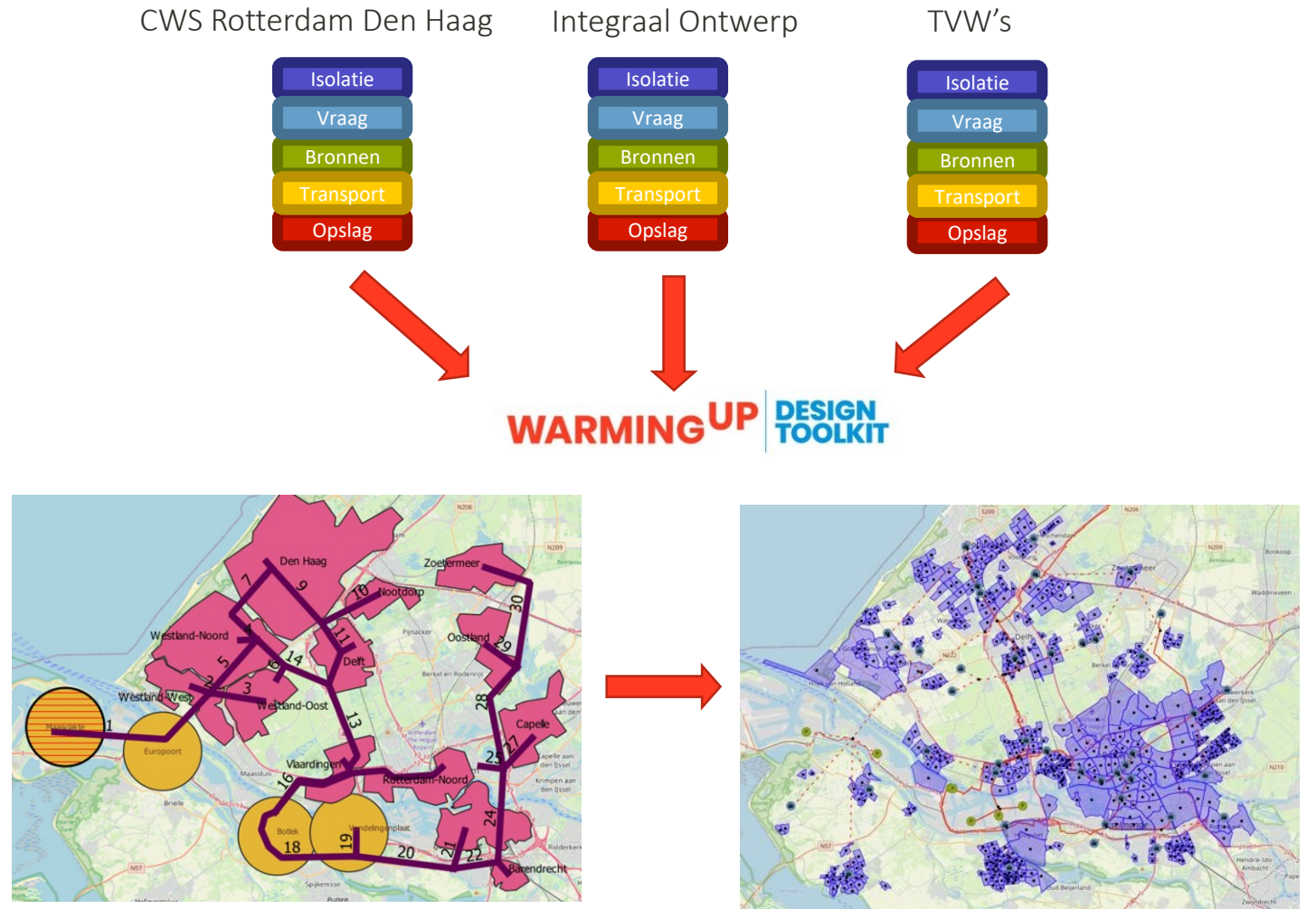
Isolatie		Vraag		Bronnen		Transport		Opslag	
Label	Waarde (in GIS)	Gemeente	GIS/ESDL	Regionaal – locaties	GIS/ESDL	Topologie – routing	GIS/ESDL	Seizoensopslag – locaties	GIS
Isolatie Niveau	Streefwaarde	Wijk/Buurt	GIS/ESDL	Regionaal – type & type last	Rest/aftap/aard – warmte, basis/midden/plek last	Topologie – Diameters	GIS/ESDL – barplot	Seizoensopslag – capaciteit	Waarde in GIS
Verduurzamings-optie - CAPEX		Vraag volume [GJ/y]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/wijk /buurt), en tijdsafhankelijk over jaren (2030, 2040, 2050)	Regionaal – vermogens [MW]	Barplot (tijdsafhankelijk)	Topologie – kosten CAPEX	Totale Waardes & waardes bij specifieke dimensies EUR/m	Seizoensopslag – type	
		Vraag invulling regionaal [GJ/y]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	Regionaal – ontwikkeling	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar	Topologie – kosten OPEX	Waardes totaal over jaar & getal energiekosten per energie eenheid elektriciteit	Intraday opslag – locaties	GIS
		Vraagvermogen [MW]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	Regionaal – temperatuur restricties		Topologie – volloop of gebruikte capaciteit		Intraday opslag – capaciteit	Waarde in GIS
		Vraagprofiel		Regionaal – CO2 uitstoot (duurzaamheid) [ton CO2/GJ]		Topologie – locatie WOS		Seizoensopslag – CAPEX	
		Type secundair net	HT/MT/LT & specifieke aanvoer/retourT	Regionaal – totale overcapaciteit (betrouwbaarheid, redundancy) [MW]				Intraday opslag – CAPEX	
		WOS primair minimale aanvoertemperatuur & minimale retourT	Waarde uitgesplitst naar WOS	Lokaal – locaties	GIS			Seizoensopslag – efficiëntie?	
		Vraag – ontwikkeling	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar,	Lokaal – type	Rest/aftap/aard – warmte & anders			Seizoensopslag – OPEX	
		Distributienet - CAPEX	Waarde per WOS	Lokaal – vermogens [MW]	Waarde			Intraday opslag – OPEX	
		Distributienet - OPEX	Waarde per WOS	Lokaal – temperatuur restricties					
				MERIT order alle bronnen	Volgorde: Regionaal vs lokaal en evt regionale of lokale bronnen onderling				
				Regionaal – kosten OPEX	Waarde totaal & getal per energie eenheid				
				Regionaal – kosten CAPEX	Waarde				

De volledige tabel met vergelijkingsparameters is te vinden: [Tabel Vergelijkingsparameters](#)

## 2.8 Hoe is deze data en informatie geschikt gemaakt en overgezet voor gebruik in de Design Toolkit?

### Van data en informatie naar ESDL

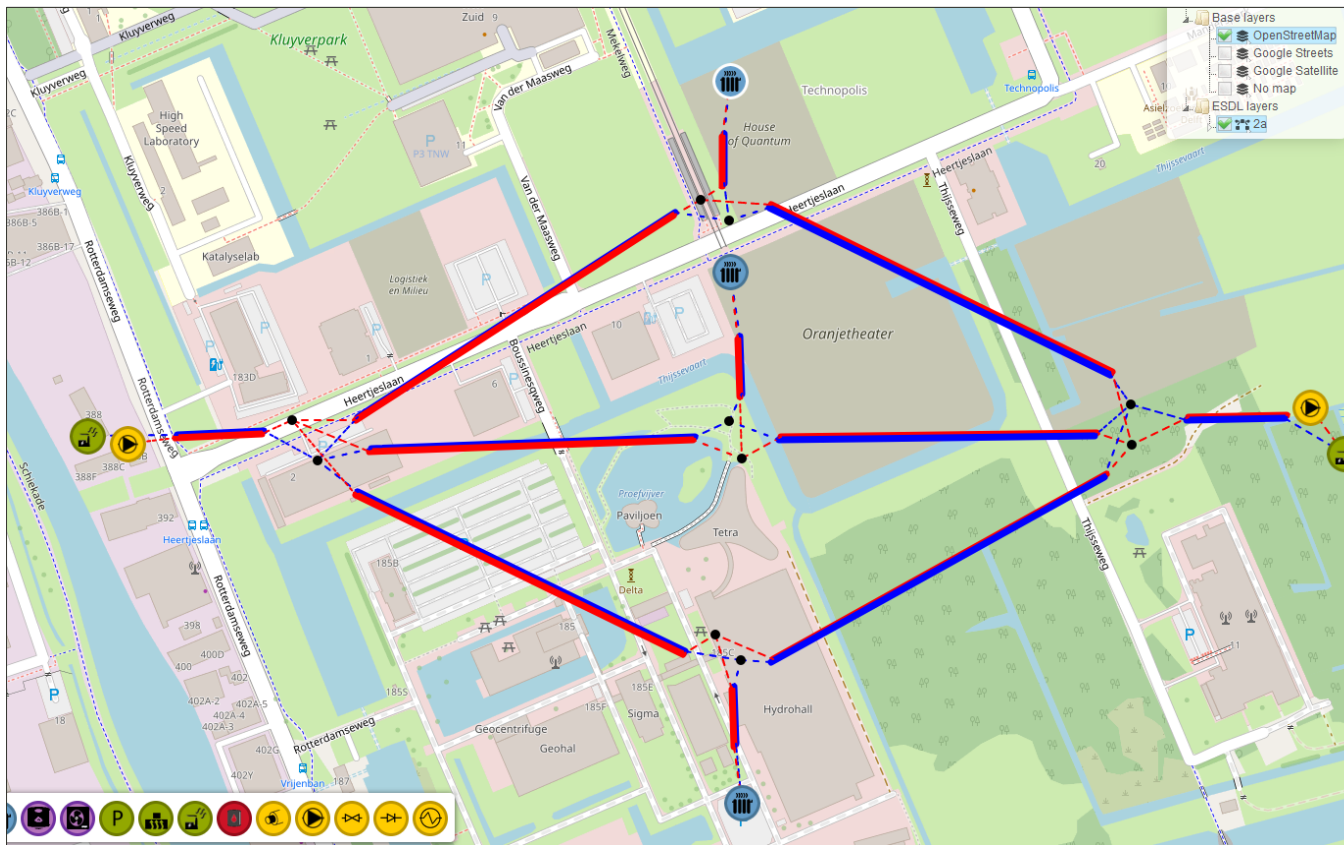
- Data kan worden verzameld in een [ESDL](#) file die kan worden ingelezen en bewerkt in de Design toolkit;
- Allerhande data (shapefiles, leidingdata, bronvermogens) wordt zo bijeengebracht in de [ESDL Mapeditor](#) van de Toolkit. Voor dit project is voor de omzetting naar ESDL gebruik gemaakt van custom Python scripts, die in een later stadium omgezet kunnen worden naar generieke scripts die voor iedereen beschikbaar zijn;
- De data van de Uitgangsstudies die hiervoor gebruikt zijn, is [hier](#) te vinden



## 2.8 Hoe is deze data en informatie geschikt gemaakt en overgezet voor gebruik in de Design Toolkit?

### ESDL Mapeditor

- In de [ESDL Mapeditor](#) kan een integrale warmteketen worden ingetekend inclusief alle assets en eigenschappen van die assets.



HeatingDemand\_7484

#### Basic attributes

Name HeatingDemand\_7484  
State ENABLED  
Technical Lifetime 0 years  
Power 1.000000M W

#### Advanced attributes

#### Ports

#### Cost information

Save Cancel

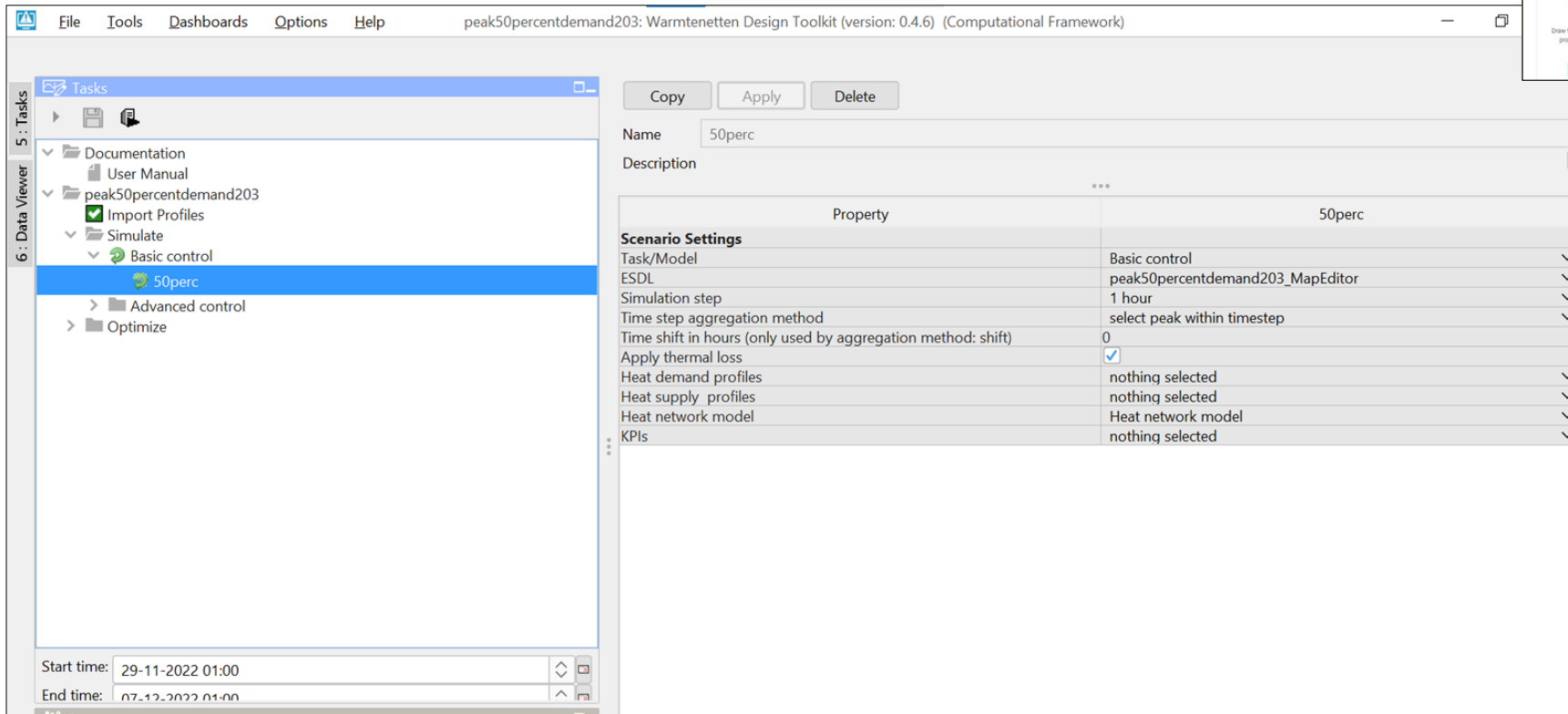




## 2.8 Hoe is deze data en informatie geschikt gemaakt en overgezet voor gebruik in de Design Toolkit?

### Simulatie en Optimalisatie

- Vervolgens zet de gebruiker een simulatie/optimalisatie op voor het netwerk in ESDL formaat. De gebruiker moet daarbij de simulatietijd en tijdstap voor een simulatie opgeven, als ook het wel of niet meenemen van thermische verliezen in het systeem. Vervolgens kan de simulatie met een simpele druk op de knop worden gestart.



The screenshot shows the 'Warming Up Design Toolkit' interface. The main window displays the '50perc' task configuration. The 'Scenario Settings' table is as follows:

Property	50perc
<b>Scenario Settings</b>	
Task/Model	Basic control
ESDL	peak50percentdemand203_MapEditor
Simulation step	1 hour
Time step aggregation method	select peak within timestep
Time shift in hours (only used by aggregation method: shift)	0
Apply thermal loss	<input checked="" type="checkbox"/>
Heat demand profiles	nothing selected
Heat supply profiles	nothing selected
Heat network model	Heat network model
KPIs	nothing selected

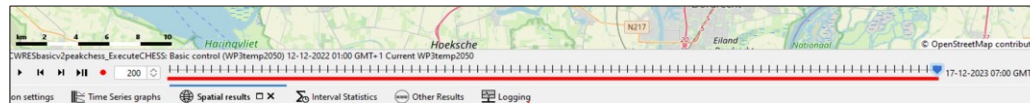
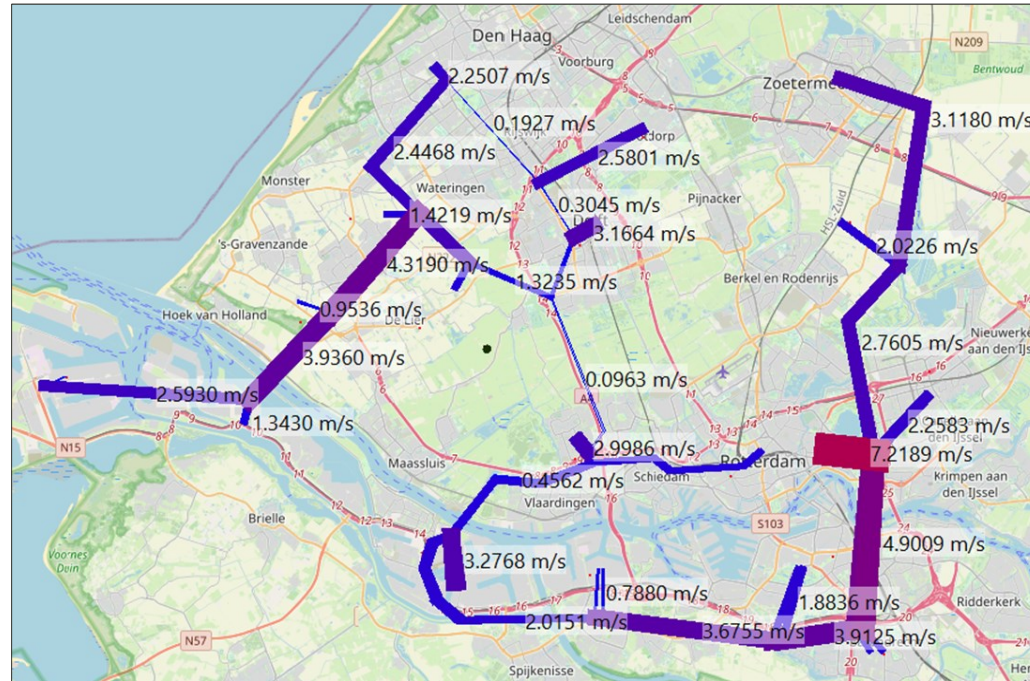
At the bottom, the start time is set to 29-11-2022 01:00 and the end time is 07-12-2022 01:00.



## 2.8 Hoe is deze data en informatie geschikt gemaakt en overgezet voor gebruik in de Design Toolkit?

### Inspectie van indicatoren (dashboard) en technische/fysische informatie (time-series)

- De gebruiker kan technische en fysieke informatie inspecteren, zoals bijvoorbeeld hiernaast is getoond voor stroomsnelheden in de pijpleidingen en KPI Dashboard.
- In het KPI dashboard zijn ook de indicatoren gekwantificeerd en gevisualiseerd, aan de hand waarvan de bijdrage aan publieke waarden kan plaatsvinden.



Met de mogelijkheid om verschillende momenten in tijd te visualiseren met een handige balk.

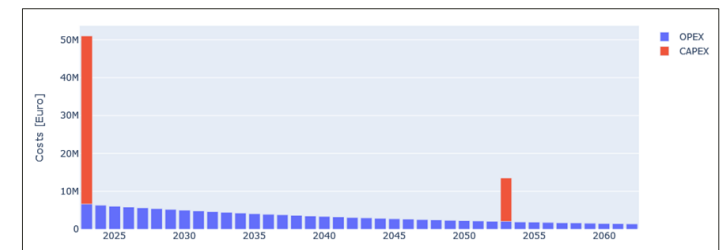


#### Affordability

CAPEX	55.8M €
OPEX	137M €
NPV	192M €

#### Sustainability

CO2 emission	156k ton
--------------	----------



## 2.9 Conclusies

1. De Design Toolkit is een Open Werkplatform voor concept ontwerp van collectieve warmte, waarop stakeholders uit de warmteketen transparant samen kunnen werken aan de ontwikkeling van collectieve warmte. De Toolkit is open source en wordt, terwijl zij nog in ontwikkeling is, nu ingezet in diverse projecten in gemeenten in Nederland.
2. De Design Toolkit is bedoeld om aan de hand van een integrale aanpak de analyse van collectieve warmtesystemen uit te voeren, waarbij de intrinsieke samenhang en wederzijdse beïnvloeding van alle ketenonderdelen, van bron tot en met de eindgebruiker achter de voordeur, ruimte en tijd tegelijk worden meegenomen op basis van technische en economische ontwerpparameters en kentallen onder meer aanwezig in de Energy Data Repository (EDR). De Design Toolkit kan deze inputdata en aannames conform de inzichten en wensen van de gebruikers overschrijven en variëren. Zo kunnen het vergelijken van scenario's, simuleren en optimaliseren van integrale warmtekets voor zowel bestaande als nieuwe warmtesystemen worden uitgevoerd.
3. Met de Design Toolkit kunnen belangrijke kosten- en duurzaamheidsindicatoren gegenereerd, doorgerekend en geoptimaliseerd worden zoals CAPEX, OPEX, TCO en LCOE en CO2 emissies, die essentieel zijn om de inzichten te verwerven over de optimale samenhang tussen lokale en regionale collectieve warmte, die ook vertaald kunnen worden naar de publieke waarden van de RES RSW Rotterdam Den Haag.
4. De kwaliteit van de analyses en inzichten die de Design Toolkit als Open Werkplatform kan leveren hangen sterk af van de data en informatie die in de Design Toolkit wordt gebruikt. De data en informatie en resulterende analyses in de Design Toolkit blijven bewaard in standaard ESDL files en kunnen voortdurend opnieuw door iedereen worden gebruikt. De omvang en kwaliteit ervan kan stap voor stap worden op- en uitgebouwd.

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

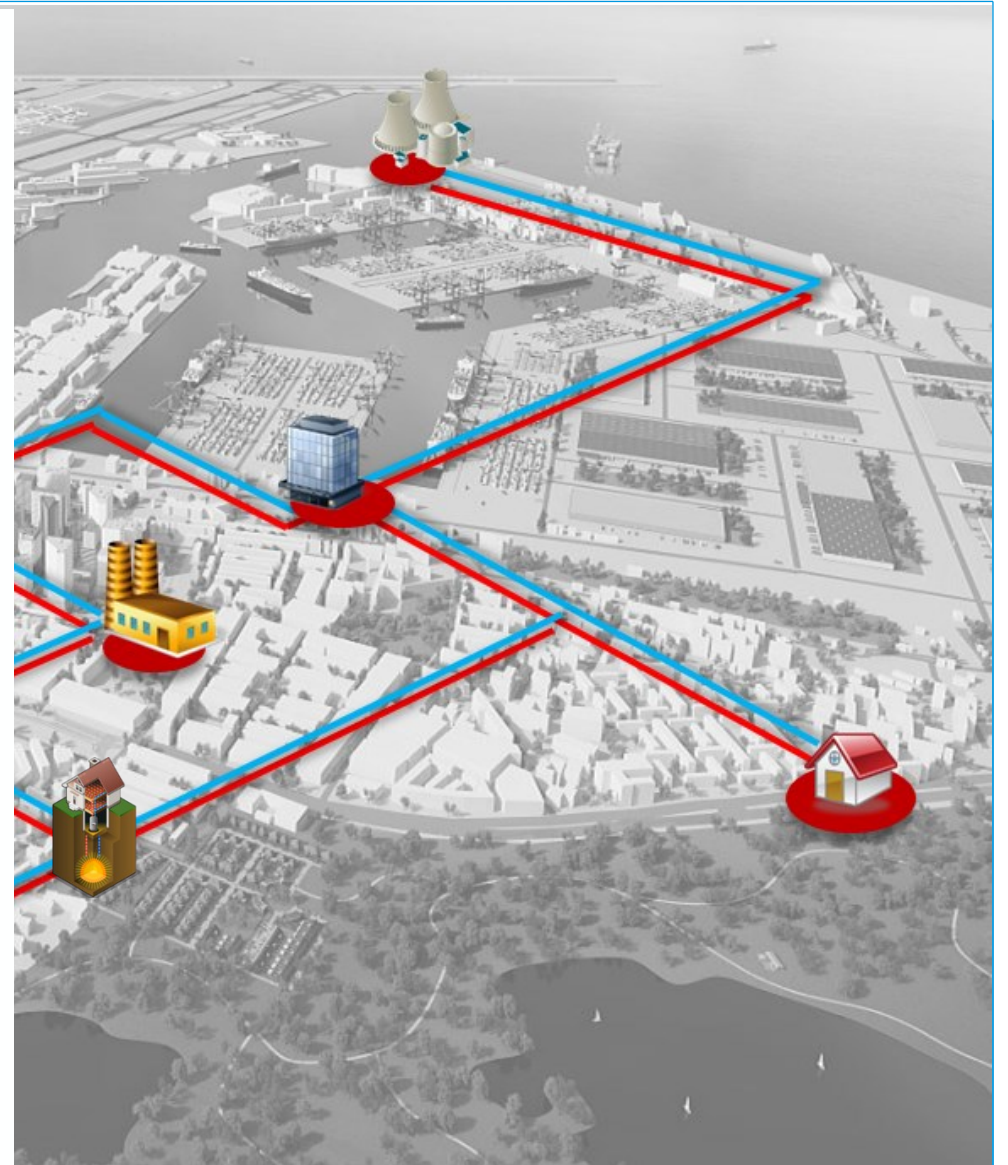
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 3. Invoeren en vergelijken Uitgangsstudies



## 3 Invoeren en vergelijken Uitgangsstudies

3.1 [Hoe data en informatie van de Uitgangsstudies in te voeren en vergelijken?](#)

3.2 [Vergelijkingstabellen: data en informatie beschikbaar in de Uitgangsstudies](#)

3.3 [Bevindingen vergelijking Uitgangsstudies](#)

- [Isolatie, vraag, bronnen, transport en opslag](#)
- [Kostenoverzicht](#)

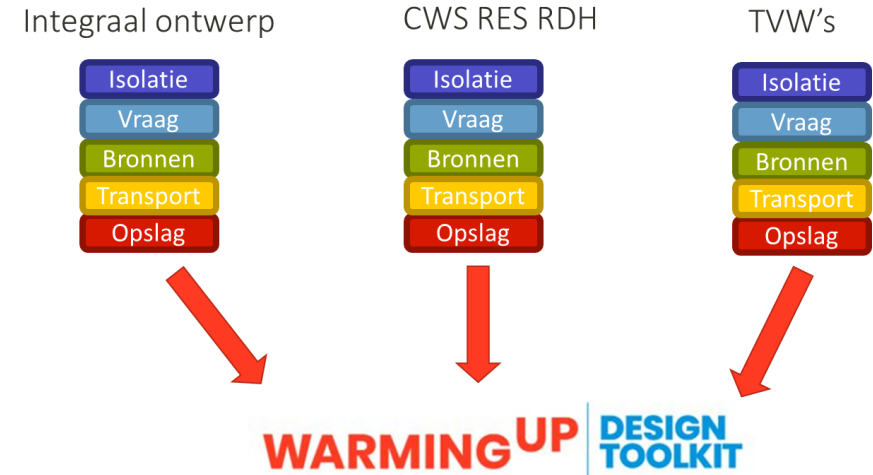
3.4 [Hoe verhouden de Uitgangsstudies zich tot elkaar?](#)

3.5 [Conclusies](#)



## 3.1 Hoe data en informatie van de Uitgangsstudies in te voeren en vergelijken?

- Het vergelijken van de Uitgangsstudies wordt uitgevoerd aan de hand van [indicatoren](#) die bepaald zijn voor de verschillende ESDL categorieën:
- Deze indicatoren zijn kwantificeerbare waarden die laten zien hoe, in dit geval, een warmtenetontwerp presteert. Deze kwantificeerbare waarden volgen uit de resultaten van [simulaties en optimalisatie](#).
- Voor de vergelijking zijn we afhankelijk van [welke kwantitatieve data en informatie beschikbaar is in de Uitgangsstudies](#) in de verschillende (ESDL) categorieën in het energiesysteem.
- Deze data en informatie is verzameld in [Vergelijkingstabellen Uitgangsstudies](#).
- De volgende slides geven een samenvatting van de resultaten van de vergelijking van de Uitgangsstudies voor de indicatoren en [vergelijkingsparameters](#) uit de verschillende ESDL categorieën.



## 3.2 Vergelijkingstabellen: data en informatie beschikbaar in de Uitgangsstudies

- Allereerst is onderzocht over welke (ESDL) categorieën in het energiesysteem er informatie beschikbaar is in de Uitgangsstudies:



- Bij deze beoordeling van het karakter van deze informatie is een normering gebruikt, gebaseerd op de aspecten:

- Kwantitatieve danwel kwalitatieve informatie?;
- wordt de informatie in een tijdspad richting 2050 benoemd (tijd)?;
- bevat de informatie een ruimtelijke component (plaats)?:

kwantitatief; naar tijd en plaats
kwantitatief; naar tijd of plaats
kwantitatief; geen tijd of plaats
kwalitatief; naar tijd of plaats
kwalitatief; geen tijd of plaats
geen info

	Isolatie	Vraag	Bronnen	Transport	Opslag
<b>CWS-RES</b>	slide 13	Slide 13-14	slide 15-16	Slide 25	geen info
<b>Integraal ontwerp</b>	slide 14	Slide 13-14	Slide 15-16	Slide 25	geen info
<b>Delft</b>	pagina 18	pagina 17	pagina 48	pagina 17	geen info
<b>Leidschendam-Voorburg</b>	pagina 24	pagina 25, p27 (kaart),	<a href="#">Zie link</a>	geen info	<a href="#">Zie link, p42-43</a>
<b>Vlaardingingen</b>	<a href="#">zie link, p27</a>	pagina 13	pagina 14 twv en link, p14	pagina 21	geen info
<b>Brielle</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Hellevoetsluis</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Nissewaard</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Westvoorne</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Capelle aan den IJssel</b>	pagina 24,25 en 29	geen info	pagina 41	pagina 22	pagina 41 (WKO potentie)
<b>Midden-Delfland</b>	pagina 37-38	pagina 38	pagina 44 (Transitiekaart 2030)	pagina 42 (Warmtelinq tracé) en pagina 44	geen info
<b>Ridderkerk</b>	pagina 20 en pagina 28 (Isolatieaanpak op kaart)	pagina 20 (kWh/m2 huidige warmtevraag op	geen info	pagina 28, 31 -32 (Potentiegebied kaart	pagina 36 (WKO Zoekgebied kaart)
<b>Schiedam</b>	geen info	pagina 22 (gemiddelde vraag van 70 kWh/m2)	pagina 27 (De potentie voor geothermie)	pagina 19-20 (Warmtelinq en Leiding over Noord	pagina 27
<b>Lansingerland</b>	geen info	pagina 20	pagina 30 e.v.	pagina 20	geen info
<b>Albrandswaard</b>	geen info	pagina 20	pagina 30, 32	pagina 52	geen info
<b>Barendrecht</b>	geen info	pagina 17/18, 20	pagina 55 (potentie TEO)	pagina 53 (kaartje, geen shapefile)	pagina 55 (gerealiseerde WKO's)
<b>Maassluis</b>	pagina 11	pagina 55	pagina 33	geen info	geen info
<b>Pijnacker-Nootdorp</b>	pagina 23	pagina 25	pagina 25	pagina 37	pagina 33
<b>Zoetermeer</b>	AR pagina 6	AR pagina 51	AR hoofdstuk 3.3	pagina 23	geen info
<b>Rijswijk</b>	pagina 45, 54	pagina 38	pagina 19	pagina 19	geen info
<b>Rotterdam</b>	geen info	pagina 62	pagina 92	geen info	geen info
<b>Westland</b>	pagina 20	pagina 20/23/32	pagina 25 to 30	pagina 15	geen info
<b>Den Haag</b>	geen info	geen info	pagina 20	geen info	geen info
<b>Krimpen aan den IJssel</b>	geen info	geen info	pagina 25	geen info	geen info
<b>Wassenaar</b>	geen info	geen info	pagina 20 (geothermie-potentie); pagina 23 (TED-	pagina 103 (geen warmtenetten)	pagina 24/25 (WKO-potentie)

De volledige tabel is hier te vinden: [Verzameltabel Uitgangsstudies](#)

## 3.2 Vergelijkingstabellen: data en informatie beschikbaar in de Uitgangsstudies

- Voor een effectieve en uniforme vergelijking richten we ons op data en informatie die **kwantitatief** beschikbaar is in de Uitgangsstudies:

kwantitatief  
beschikbare data

kwantitatief; naar tijd en plaats
kwantitatief; naar tijd of plaats
kwantitatief; geen tijd of plaats
kwalitatief; naar tijd of plaats
kwalitatief; geen tijd of plaats
geen info

- Uit deze Verzameltabel blijkt dan dat:
  - de regionale studies CWS-RDH en IO zich laten vergelijken op onderdelen in de categorieën



- terwijl de Transitievisies Warmte zich laten vergelijken op onderdelen in de categorieën



- Hoe de data en informatie er in meer detail uitziet voor de vergelijkingsparameters, is te vinden in de [Vergelijkingstabellen Uitgangsstudies](#)

	Isolatie	Vraag	Bronnen	Transport	Opslag
<b>CWS-RES</b>	slide 13	Slide 13-14	slide 15-16	Slide 25	geen info
<b>Integraal ontwerp</b>	slide 14	Slide 13-14	Slide 15-16	Slide 25	geen info
<b>Delft</b>	pagina 18	pagina 17	pagina 48	pagina 17	geen info
<b>Leidschendam-Voorburg</b>	pagina 24	pagina 25, p27 (kaart),	<a href="#">Zie link</a>	geen info	<a href="#">Zie link, p42-43</a>
<b>Vlaardingen</b>	<a href="#">zie link, p27</a>	pagina 13	pagina 14 twv en link, p14	pagina 21	geen info
<b>Brielle</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Hellevoetsluis</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Nissewaard</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Westvoorne</b>	pagina 22	pagina 10	pagina 16	geen info	pagina 17
<b>Capelle aan den IJssel</b>	pagina 24,25 en 29	geen info	pagina 41	pagina 22	pagina 41 (WKO potentie)
<b>Midden-Delfland</b>	pagina 37-38	pagina 38	pagina 44 (Transitiekaart 2030)	pagina 42 (Warmtelinq tracé) en pagina 44	geen info
<b>Ridderkerk</b>	pagina 20 en pagina 28 (Isolatieaanpak op kaart)	pagina 20 (kWh/m2 huidige warmtevraag op	geen info	pagina 28, 31 -32 (Potentiegebied kaart	pagina 36 (WKO Zoekgebied kaart)
<b>Schiedam</b>	geen info	pagina 22 (gemiddelde vraag van 70 kWh/m2)	pagina 27 (De potentie voor geothermie)	pagina 19-20 (Warmtelinq en Leiding over Noord	pagina 27
<b>Lansingerland</b>	geen info	pagina 20	pagina 30 e.v.	pagina 20	geen info
<b>Albrandswaard</b>	geen info	pagina 20	pagina 30, 32	pagina 52	geen info
<b>Barendrecht</b>	geen info	pagina 17/18, 20	pagina 55 (potentie TEO)	pagina 53 (kaartje, geen shapefile)	pagina 55 (gerealiseerde WKO's)
<b>Maassluis</b>	pagina 11	pagina 55	pagina 33	geen info	geen info
<b>Pijnacker-Nootdorp</b>	pagina 23	pagina 25	pagina 25	pagina 37	pagina 33
<b>Zoetermeer</b>	AR pagina 6	AR pagina 51	AR hoofdstuk 3.3	pagina 23	geen info
<b>Rijswijk</b>	pagina 45, 54	pagina 38	pagina 19	pagina 19	geen info
<b>Rotterdam</b>	geen info	pagina 62	pagina 92	geen info	geen info
<b>Westland</b>	pagina 20	pagina 20/23/32	pagina 25 to 30	pagina 15	geen info
<b>Den Haag</b>	geen info	geen info	pagina 20	geen info	geen info
<b>Krimpen aan den IJssel</b>	geen info	geen info	pagina 25	geen info	geen info
<b>Wassenaar</b>	geen info	geen info	pagina 20 (geothermie-potentie); pagina 23 (TEO	pagina 103 (geen warmtenetten)	pagina 24/25 (WKO-potentie)

## 3.2 Vergelijkingstabellen: data en informatie beschikbaar in de Uitgangsstudies

Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

- De data en informatie die nodig is om effectief en uniform te vergelijken op die aspecten die voor de onderlinge samenhang tussen gemeenten en de regio als geheel van belang zijn, is dus nog niet volledig beschikbaar in de Uitgangsstudies. O.a. meer kwantitatieve informatie ten aanzien van (bestaande en potentiële) warmtevraag en - bronnen, isolatie, transport en opslag van warmte is nodig. Er is ook behoefte aan data met meer differentiatie naar plaats (geografisch) en tijd (transitie richting 2050).
- Een aanbeveling richting het opstellen van de Warmteprogramma's voor 2026 is dat gestreefd wordt naar het vergaren van data en informatie:
  - opgebouwd uit de ([ESDL](#)) categorieën in het energiesysteem: (Isolatie-Vraag-Bronnen-Transport-Opslag-Omzetting);
  - die bijdraagt aan het kunnen bepalen van de [indicatoren](#);
  - volgens een vastgestelde werkwijze voor het verzamelen, verwerken en weergeven van deze data;
  - met een uniform format (ESDL);
  - waar mogelijk uit erkende open databases voor kentallen voor de warmtetransitie.
- De inventarisatie van alle data en informatie is verzameld in [Vergelijkingstabellen Uitgangsstudies](#).
- De volgende slides gaan in op de bevindingen uit de vergelijking van de Uitgangsstudies aan de hand van elk van de verschillende onderdelen van de integrale warmteketen.

## 3.3 Bevindingen vergelijking Isolatie Uitgangsstudies

Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

- De tabel hieronder geeft een overzicht van de aannames voor het isolatieniveau dat is aangehouden in de verschillende studies.

Studie	Isolatieniveau 2050	Toelichting
IO	D	
CW-RDH	B/C	CWS-RDH wordt daar toegepast in de bestaande gebouwde omgeving waar isolatie maatregelen zijn uitgevoerd die leiden tot Energielabel C en waar mogelijk B. Daarnaast neemt CWS-RDH aan dat vanaf 2030 warmte op MT (60 °C) mogelijk wordt. Ook heeft CWS-RDH als uitgangspunt dat door isolatie van gebouwen de vraag naar ruimteverwarming in de gebouwde omgeving met 27% zal dalen tot 2050. In de tuinbouw daalt de vraag tussen 2015 en 2050 met 40%.
TVW		Verschillende aannames per gemeente.

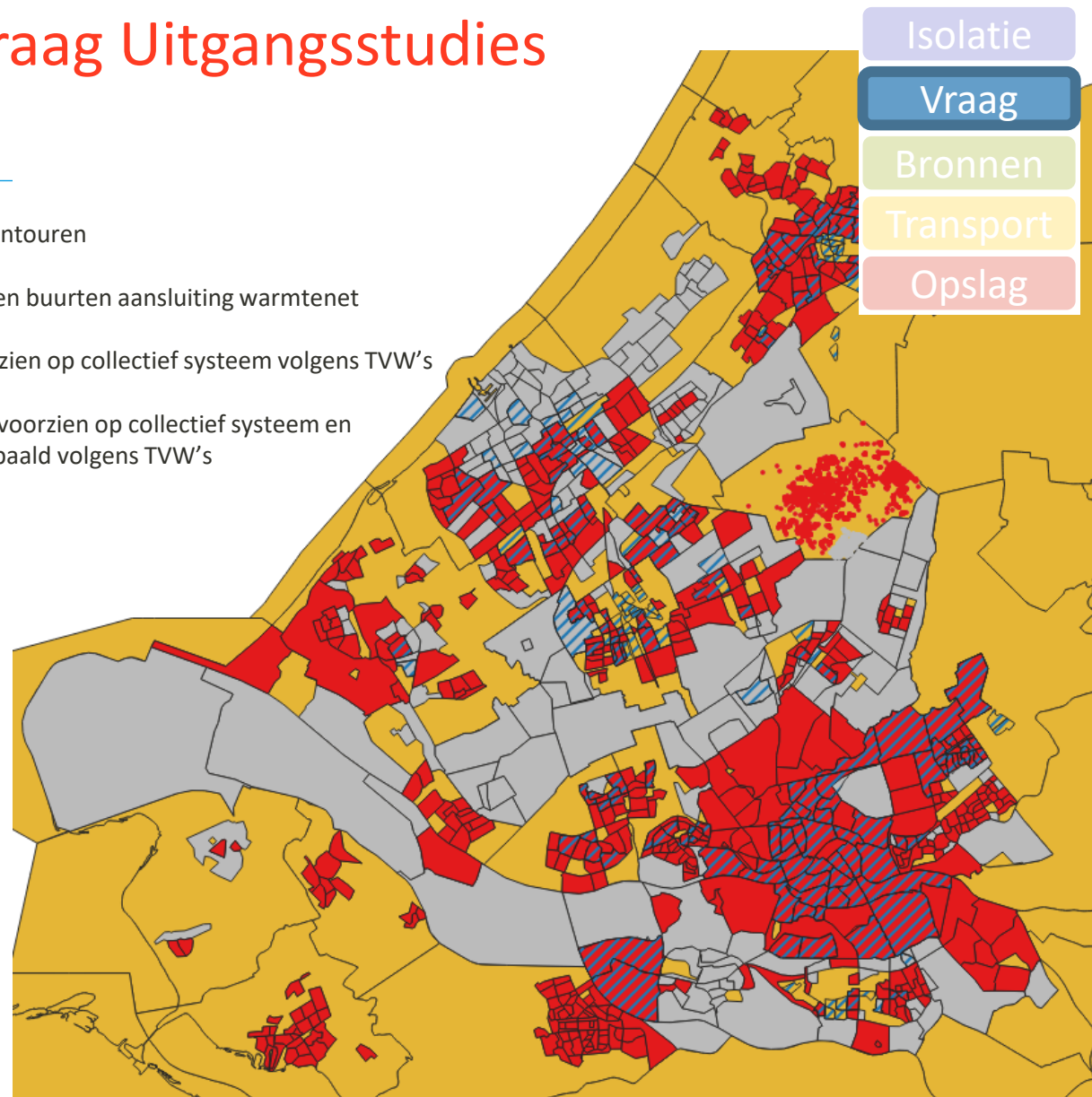
- Ergo: er wordt in de Uitgangsstudies met verschillende isolatieniveaus voor de bestaande bouw gewerkt, van D tot B/C of nog onbekend.



### 3.3 Bevindingen vergelijking Warmtevraag Uitgangsstudies

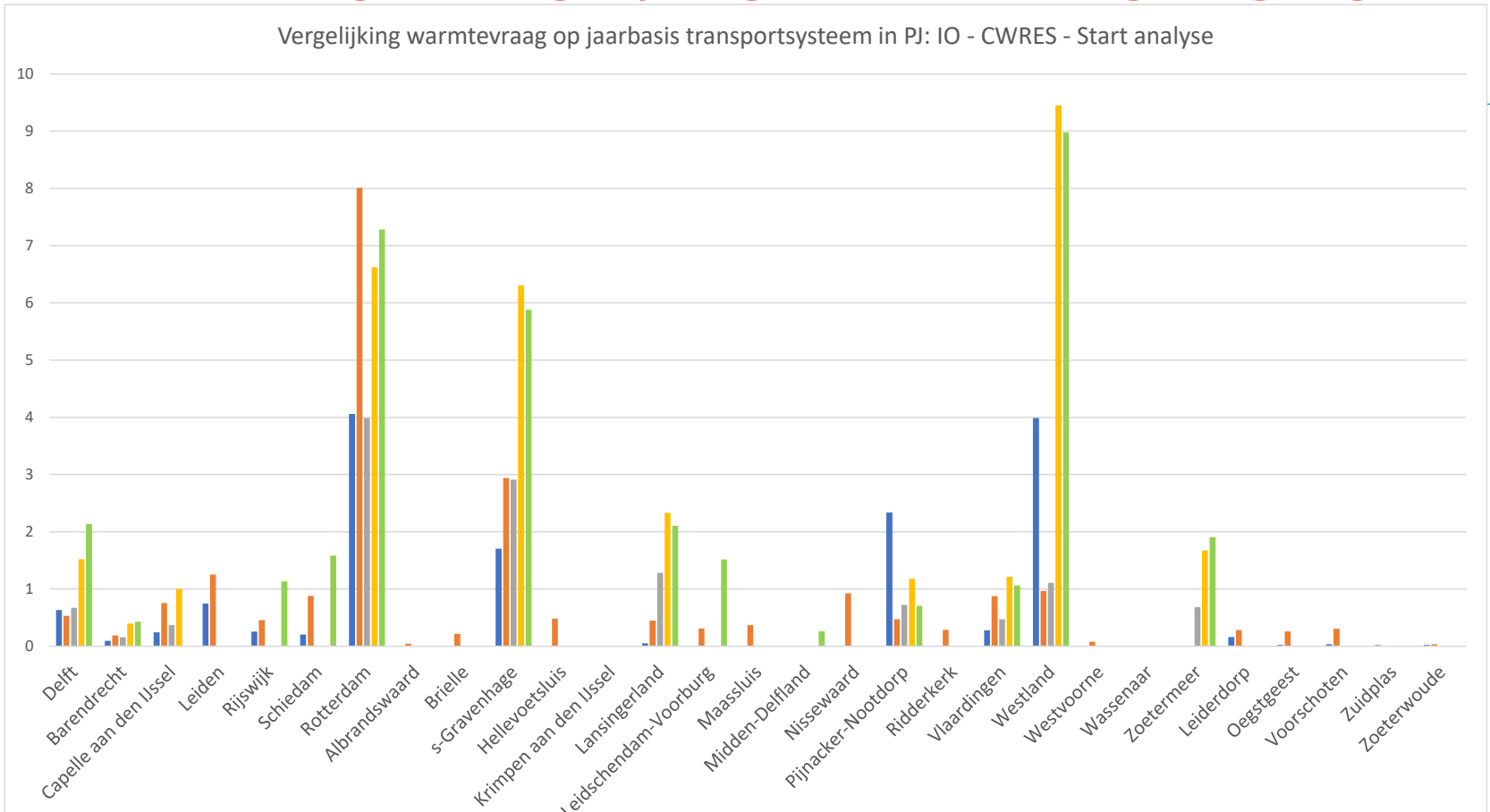
- Aangewezen buurten voor collectieve warmtenetten zoals aangenomen in de uitgangsstudies zijn hiernaast gevisualiseerd.
- IO: excl. glastuinbouw (GTB).
- TVW's wijzen veel meer buurten aan op een collectief systeem.
  - Niet alle buurten op collectief systeem hoeven aan regionaal netwerk te worden verbonden.
  - Voor niet alle buurten is al gekozen/bekend welke oplossingsrichting het wordt.
  - Warmtevraag ontbreekt vaak, deze is aangevuld met gegevens uit de startanalyse
- IO bevat voornamelijk buurten die ook in TVW's zijn toegewezen.
- CWS RDH: nog geen buurt-specifieke data bekend.
- Een groot aantal buurten komt overeen als collectieve warmtebuurten, maar een groot aantal buurten ook niet. Er zijn nog veel buurten waarvan het op dit moment nog niet duidelijk is.

- Gemeente contouren
- IO aangewezen buurten aansluiting warmtenet
- Buurten voorzien op collectief systeem volgens TVW's
- Buurten niet voorzien op collectief systeem en (nog) niet bepaald volgens TVW's



# 3.3 Bevindingen vergelijking Warmtevraag Uitgangsstudies

- Isolatie
- Vraag**
- Bronnen
- Transport
- Opslag



De grafiek hiernaast geeft een overzicht van de volume warmtevraag aan het regionaal transportsysteem per uitgangsstudie.

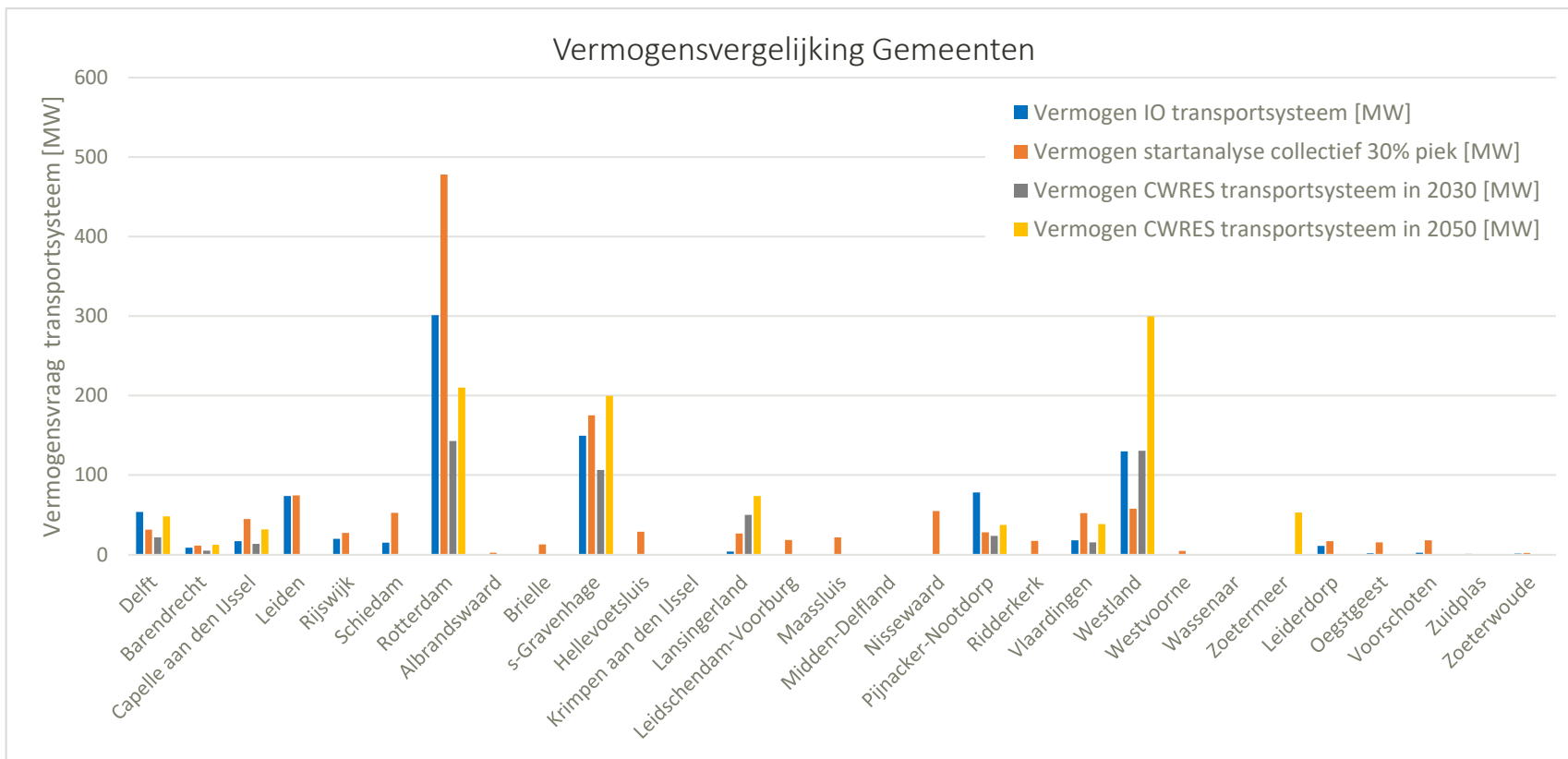
- Hieruit valt op te maken dat:
- CWS RDH 2030 & IO volume vraag regionaal transportsysteem vergelijkbaar is in grootte en verdeling
  - Voor TVW is het de totale collectieve vraag, dus de werkelijke vraag aan het regionaal transportsysteem zal lager zijn.
  - Voor TVW is de waarde in Westland en Pijnacker-Nootdorp veel lager dan verwacht, door het ontbreken van GTB.
  - Grotere vraag CWS RDH in 2050 dan 2030 doordat meer/grotere delen van clusters aangesloten zijn op transportnetwerk.

- Uitleg IO transportsysteem  
80% van volume warmtevraag van de op het transportsysteem aangesloten buurten berekend met Vest-Mais, conform startanalyse (label D).
- Uitleg TVW - Start analyse collectief  
Totale volume warmtevraag van buurten geselecteerd voor collectieve warmte volgens de TVW's, waardes uit Startanalyse eindbeeld.
- Uitleg CWS RDH - Samenland - 2030  
Warmtevraag transportnetwerk berekend lineair tussen 2020 (huidig) en 2050 (berekend met Digital Twin) minus levering door lokale bronnen op clusterniveau.

- Uitleg CWS RDH - Samenland - 2050  
Warmtevraag transportnetwerk in 2050 (berekend met Digital Twin) minus levering door lokale bronnen op clusterniveau.
- Uitleg CWS RDH - SETuP tool - 2050  
80% van totale warmtevraag RES regio in 2050 (berekend met de SETuP tool) minus levering door lokale bronnen (berekend met Digital Twin voor 2050) op gemeenteniveau.

### 3.3 Bevindingen vergelijking Warmtevermogensvraag Uitgangsstudies

- Isolatie
- Vraag
- Bronnen
- Transport
- Opslag



De grafiek hiernaast geeft een overzicht van de vermogensvraag aan het regionaal transportsysteem per uitgangsstudie.

- Hieruit valt op te maken dat:
- CWS RDH: ongeveer een verdubbeling van de vraag in 2050 tov 2030 voor meeste clusters.
  - IO en TVW-startanalyse significant grotere vermogensvraag in Rotterdam dan CWS RDH, terwijl CWS RDH Schiedam al in cluster Rotterdam meeneemt.
  - IO meestal vergelijkbaar met CWS RDH 2050.
  - Westland heeft grotere vermogensvraag in CWS RDH 2050.

- Uitleg Vermogensvraag IO  
30% van totale piekvermogen van de aangesloten buurten berekend met Vest-Mais, conform startanalyse (label D).
- Uitleg TVW – Startanalyse collectief  
30% van piekvraag van de aangesloten buurten volgens de TVW's. Piekvraag is op basis van piekuur volgens NEDU profiel

- Uitleg Vermogensvraag CWS RDH 2030  
Volume warmtevraag 2030 regionaal transportsysteem per cluster gelijk verdeeld over het hele jaar (8760 vollasturen).
- Uitleg Vermogensvraag CWS RDH 2050  
Volume warmtevraag 2050 regionaal transportsysteem per cluster gelijk verdeeld over het hele jaar (8760 vollasturen).

## 3.3 Bevindingen vergelijking Bronnen Uitgangsstudies

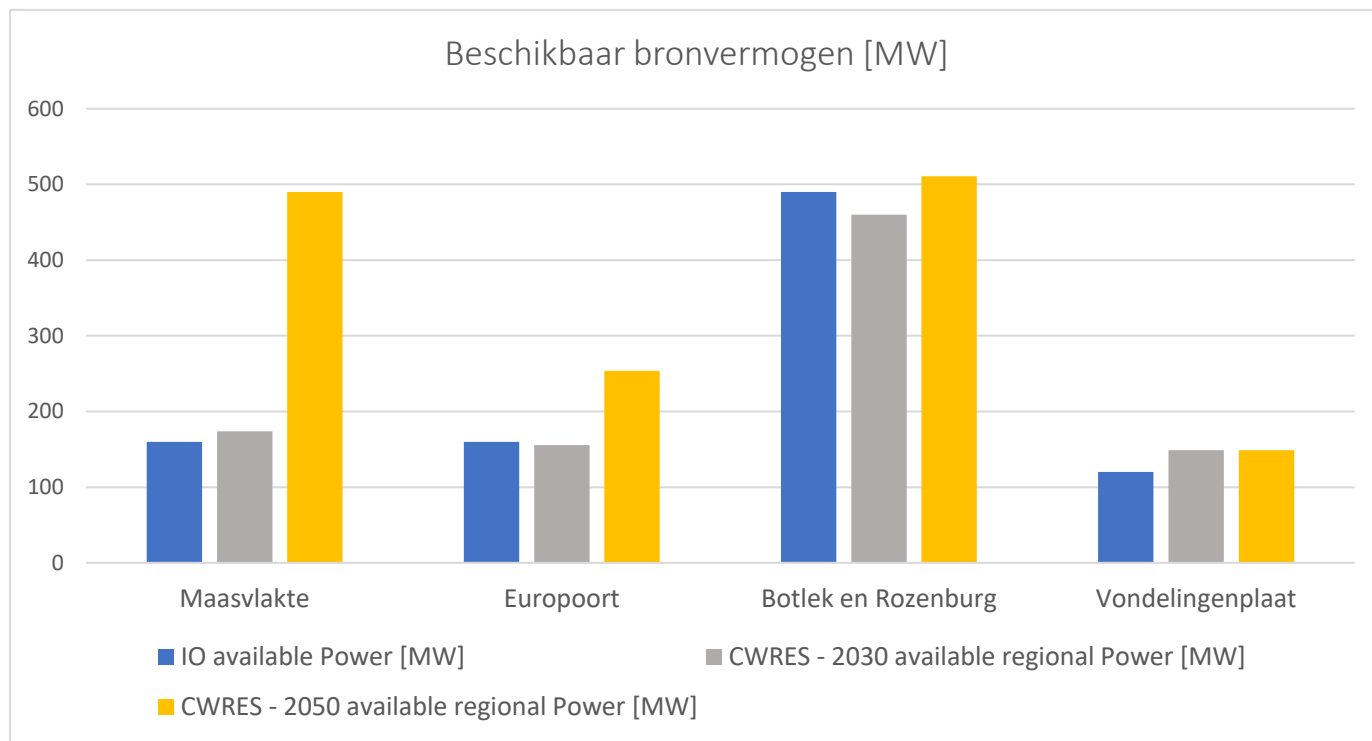
Isolatie

Vraag

**Bronnen**

Transport

Opslag



De grafiek hiernaast geeft een overzicht van de maximale vermogens van de regionale bronnen in de RES vanuit de studie IO en CWS RDH. De bronnen in de TVW's komen twee slides verder aan bod.

Hieruit valt op te maken dat:

- Productie capaciteit IO is vergelijkbaar met CWS RDH 2030. Hierbij dient opgemerkt te worden dat voor IO is aangenomen dat de benodigde productie capaciteit beschikbaar is. Dit is dus een berekend vermogen.
- CWS RDH 2050 gaat uit van een significante uitbreiding op de Maasvlakte (groeit mee met de vraag)
- Aanvoertemperatuur van de bronnen ligt lager bij CWS RDH dan IO.

### Uitleg bronnencapaciteit CWS RDH

Enkel de potentiële energie productie van de regionale bronnen zijn gebruikt waarbij is uitgegaan van 8760 vollasturen. GEO regionaal Maasvlakte is bij Maasvlakte meegenomen.

### Uitleg bronnencapaciteit IO

Rozenburg bevat Rozenburg \_NWW en Rozenburg LoN

## 3.3 Bevindingen vergelijking Bronnen Uitgangsstudies

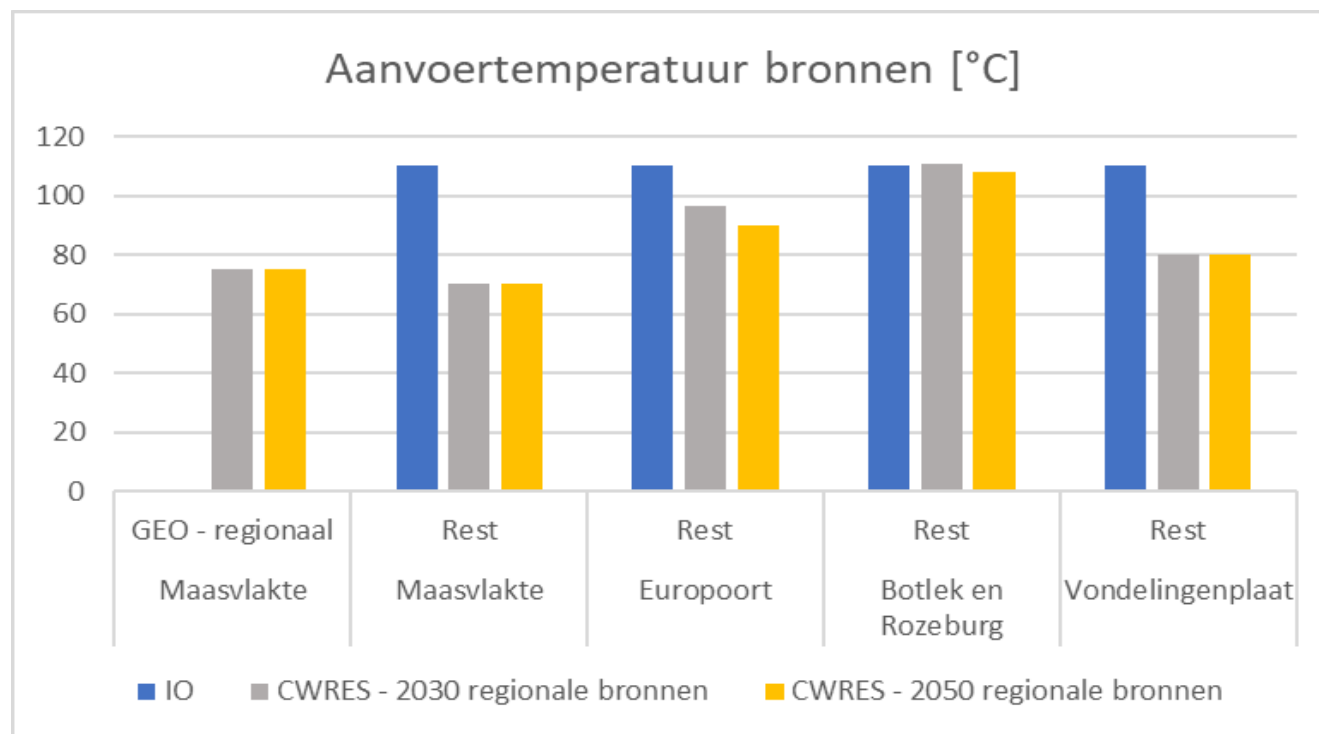
Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag



De grafiek hiernaast geeft een overzicht van de aanvoertemperaturen van de regionale bronnen in de RES.

Hieruit valt op te maken dat:

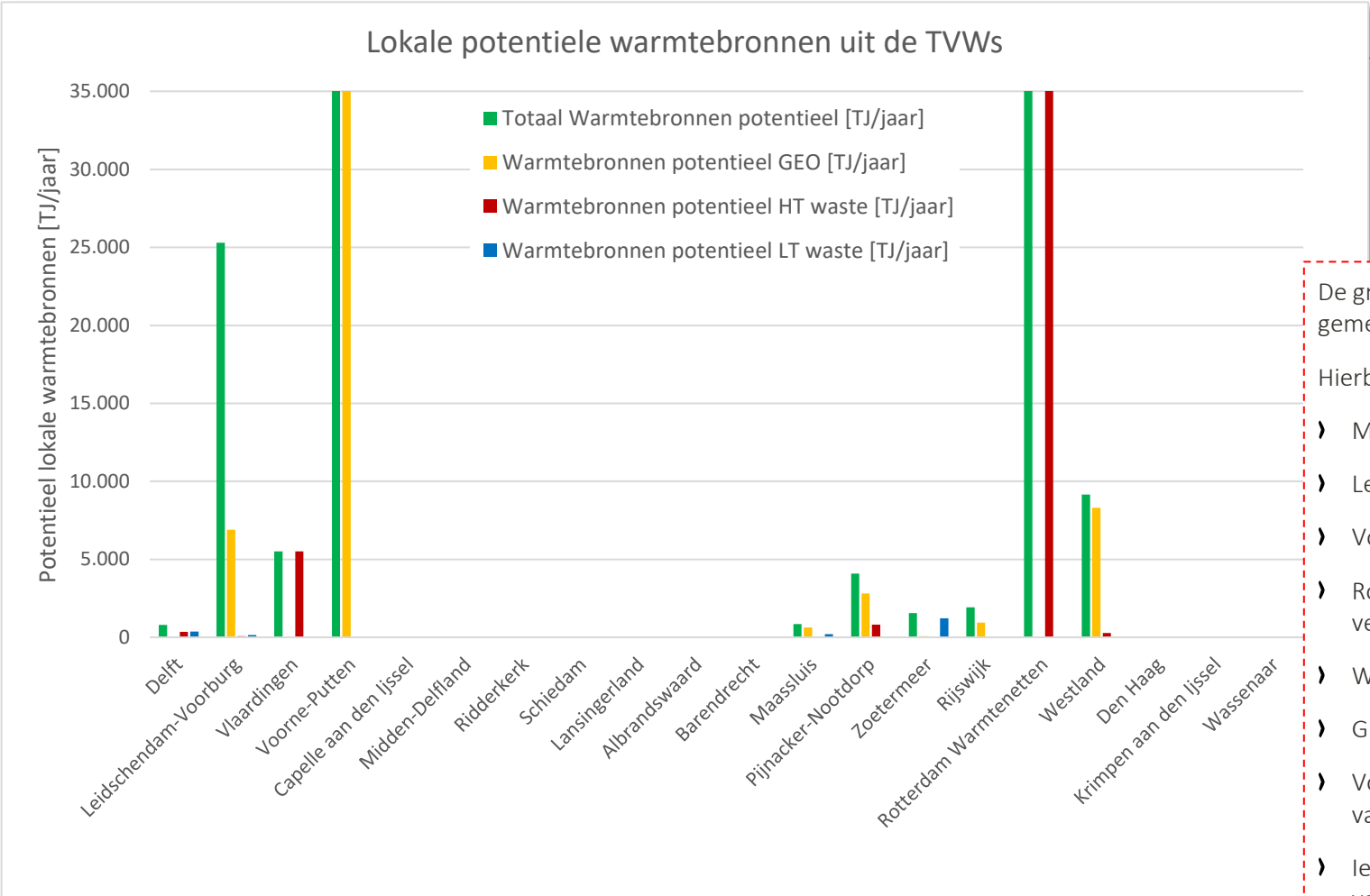
- IO gaat uit van een gelijke aanvoertemperatuur voor alle bronnen. CWS RDH daarentegen maakt wel onderscheid tussen de verschillende type bronnen.
- CWS RDH gaat uit van lagere aanvoertemperaturen in 2050 tov 2030. Dit kan bijvoorbeeld door isolatiemaatregelen.

Wanneer de aanvoertemperatuur van een regionale bron lager is dan de gewenste aanvoertemperatuur van een distributiesysteem, zou deze opgekrikt moeten worden in/nabij het distributiesysteem.



# 3.3 Bevindingen vergelijking Bronnen Uitgangsstudies

- Isolatie
- Vraag
- Bronnen**
- Transport
- Opslag



De grafiek hiernaast geeft een overzicht van de potentie van warmtebronnen per gemeente volgens de TVW's.

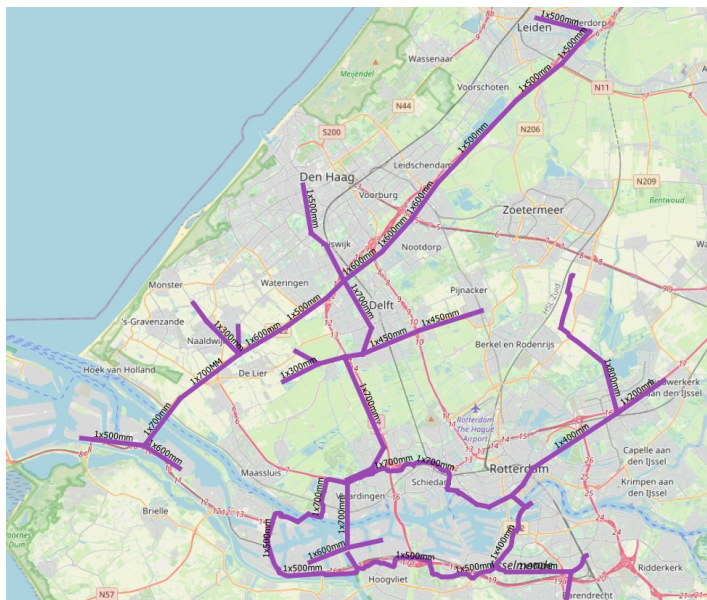
Hierbij moet opgemerkt worden dat:

- › Meerdere gemeentes hebben geen kwantitatieve informatie in de TVW staan
- › Leidschendam-Voorburg geeft grote potentie voor WKO (16PJ/jaar)
- › Voorne-Putten geeft potentie van 374 PJ/jaar geothermie
- › Rotterdam heeft hier de bronnen benoemd die aan het regionale net zijn verbonden (97.500 TJ/jaar in totaal)
- › Westland heeft niet de bronnen benoemd die al door de GTB in gebruik zijn
- › Grafiek afgekapt op 35000 TJ/jaar anders andere gemeenten niet meer zichtbaar.
- › Voor sommige gemeentes bevatten de TWV's geen informatie over de potentie van bronnen.
- › Iedere gemeente hanteert een eigen definitie voor de potentie van bronnen en vaak zijn de uitgangspunten niet helder of volledig gedocumenteerd in de TWV's.
- › Ook is de haalbaarheid van de potentiële bronnen nog niet onderzocht door de gemeentes.
- › Kwantitatieve data van bestaande en potentiële lokale bronnen wordt relevant voor optimalisatie

# 3.3 Bevindingen vergelijking Transport Uitgangsstudies

- Isolatie
- Vraag
- Bronnen
- Transport**
- Onslag

IO



CWS RDH – 2050



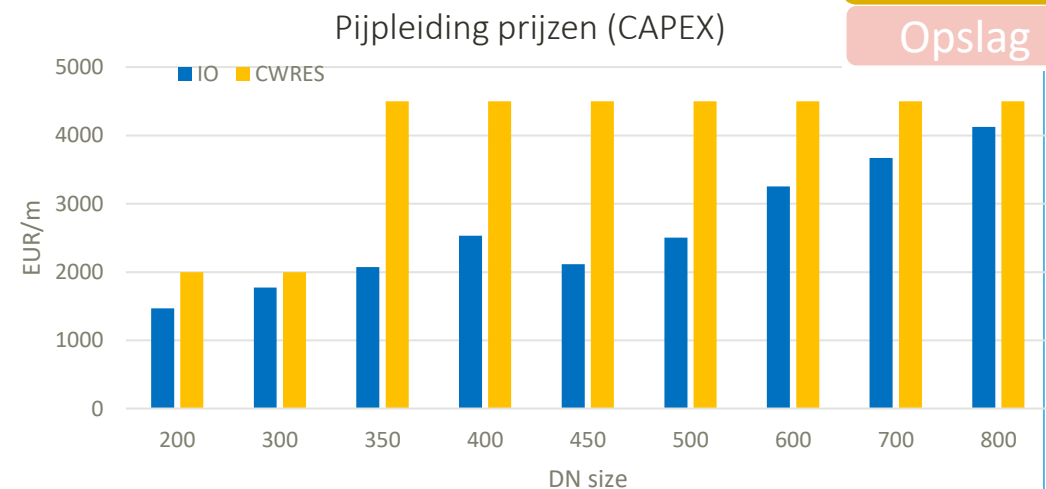
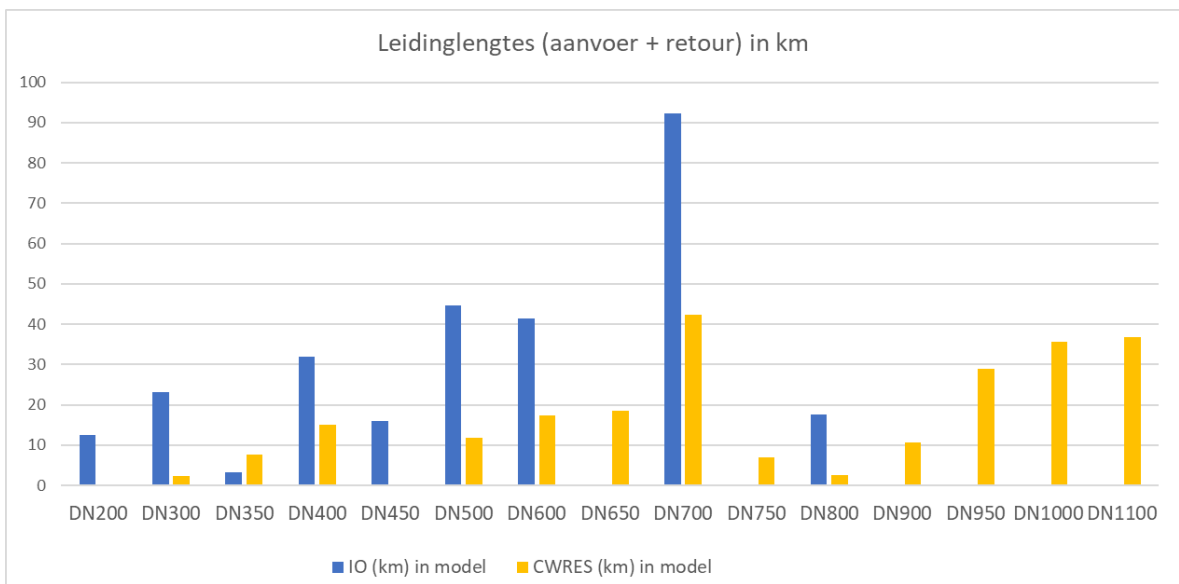
De figuren hiernaast geven het transportnetwerk zoals voorzien in de uitgangsstudies IO en CWS RDH – 2050 weer. In de TVW's staat geen informatie over transportnetten en daarom zijn deze niet meegenomen in de vergelijking.

Hieruit van op te maken dat:

- Het transportnetwerk van IO, in vergelijking met CWS RDH, is doorgetrokken naar Leiden, maar niet naar Zoetermeer.
- Het IO transportnetwerk bevat de bestaande koppeling tussen RD-noord en RD-zuid, terwijl deze onderbreekt in CWS RDH.
- Het CWS RDH transportnetwerk bevat een ringnetwerk tussen Den Haag en Delft.
- Het CWS RDH transportnetwerk bevat minder detail, wat ook resulteert in langere leidinglengtes (zie tabel volgende slide).
- De verschillen tussen beide komen door het verschil in uitgangspunten van beide studies. Het ontwerp van het transportsysteem tussen IO en CWS RDH kent verschillende uitgangspunten: het IO is op een analyse voor een investeringsbeslissing in het heden gemaakt met name voor vraag in de GO. CWS RDH is gemaakt op basis van aannames van samenwerking en het optimale collectieve warmtesysteem voor 2050 voor vraag in GO en GTB.
- Een ander verschil tussen de twee studies is dat het IO transportnetwerk al de vastgestelde leidingdiameters bevat van alle leidingen, zowel bestaand als leidingen die aangelegd gaan worden.
- De distributienetten zijn hier buiten beschouwing gelaten; de kosten daarvan zijn [geaggregeerd op HAP niveau](#). De focus van beide studies was op het regionale transportnetwerk.

# 3.3 Bevindingen vergelijking Transport Uitgangsstudies

- Isolatie
- Vraag
- Bronnen
- Transport**
- Opslag



	IO (km) in model	CWS RDH (km) in model
Totaal excl Leiden & Zoetermeer	282,7	237,4
Nootdorp – Leiden	37,3	0
Oostland - Zoetermeer	0	20,4

- CAPEX kostenoverzicht is afhankelijk van gekozen leidingdiameters en de bijbehorende kosten. Hier is enkel de vergelijking gemaakt tussen kosten voor het regionale transportnetwerk
- CWS RDH heeft 3 algemene kosten per leidinglengte voor de diameters: tot DN125, DN125-DN300 en voor diameters groter dan DN300.
- IO zijn de kosten dimensie en locatieafhankelijk (installatie). De gemiddelde kosten per leidinglengte per DN maat zijn weergegeven.
- De dimensionering van het regionale transportsysteem van IO kent door de kleinere diameters een kleiner transport vermogen dan CWS RDH. De afgelegde lengte van het transportsysteem in IO is groter, als gevolg van een gedetailleerder uitgetekend netwerk.

## 3.3 Bevindingen vergelijking Opslag Uitgangsstudies

Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

**Opslag**

- De Uitgangsstudies benoemen dat opslag van groot belang is om te onderzoeken, maar is nog niet meegenomen in de analyses tot nu toe.

## 3.3 Bevindingen vergelijking kosten Uitgangsstudies

De tabel hieronder vergelijkt de indicatoren CAPEX en OPEX per categorie voor de verschillende uitgangsstudies.

Studie	Isolatie		Vraag		Bronnen		Transport		Opslag	
	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX
<b>CWS RDH ("Samenland")</b>	Isolatie en gebouwszijdige aanpassingen: 12300 M€		Distributienet: 5500 M€		1800 M€ (inclusief lokale bronnen)		DN125: 650 €/m DN300: 2000 €/m Overig: 4500 €/m  1400 M€	Exploitatiekosten: € 62 mln. / jaar  1.5% per jaar	-	-
<b>CWS RDH ("Eiland")</b>	Isolatie en gebouwszijdige aanpassingen: 12400 M€		Distributienet: 4500 M€		1900 M€ (inclusief lokale bronnen) + 2600 M€ (warmtepompen)	-	nvt	nvt	-	-
<b>IO</b>	-	-	-	-	16,2-27 €/MWh		913 M€	-	-	-
<b>TVW's</b>	-	-	-	-	-		-	-	-	-

Uit de getallen van de CWS RDH studies volgt o.a. dat de kosten van isolatie en gebouwszijdige aanpassingen dominant zijn: ca 12 miljard € op een totaal van ca 20 miljard €



## 3.4 Hoe verhouden de Uitgangsstudies zich tot elkaar?

- De Uitgangsstudies komen op veel punten overeen maar op een aantal ook niet; dit is een gevolg van het vertrekpunt, gebruikte invoer en scope van de studies. De verschillen zijn op die manier verklaarbaar.
- Details over de vergelijking van de Uitgangsstudies kunnen worden gevonden in Vergelijking Uitgangsstudies. Hieruit blijkt dat voor alle onderdelen van de integrale warmteketen van isolatie, warmtevraag, bonnen, opslag en transport nog veel data en informatie van goede kwaliteit in meer of mindere mate ontbreekt.
- De best beschikbare data en informatie in de Uitgangsstudies worden gebruikt om een zogeheten Baseline model te maken, als startpunt.

## 3.5 Conclusies

1. De data en informatie van de Uitgangsstudies zijn ingeladen conform de ESDL standaard in de Design Toolkit en vergeleken. De vergelijking van de data en informatie maakt een selectie mogelijk van de best beschikbare data en informatie om een eerste Baseline model op te zetten (Hoofdstuk 4).
2. Met de integrale aanpak is voor het vergelijken van de Uitgangsstudies de data en informatie van alle onderdelen in de warmteketen isolatie, vraag, bronnen, transport ( zowel regionaal transport als lokale distributienetten ) en opslag naast elkaar gezet. In deze vergelijking valt op dat de data en informatie op een deel van de aspecten overeenkomt, maar op een groot deel ook niet. Dit valt voor een deel te verklaren vanuit het vertrekpunt, gebruikte invoer en scope van de studies.
3. Uit de bevindingen van de vergelijking van data en informatie in de Uitgangsstudies komt naar voren dat:
  - Isolatie niveaus voor 2050 verschillen tussen D, B en C of zijn in zijn geheel nog niet meegenomen;
  - Kosten van isolatie en in pandige woningaanpassingen zijn alleen in een CWS RDH tot op zekere hoogte meegenomen;
  - Vraaggebieden in de regio voor collectieve warmtesystemen komen voor een groot deel overeen. Voor een groter deel daarbuiten is de invulling hiervan nog als onbekend aangemerkt;
  - De omvang van de vraag en de vermogensvraag qua capaciteit lopen nog uiteen, evenals het al dan niet meenemen van de warmtevraag in de glastuinbouw samen met die in gebouwde omgeving;
  - Het aanbod van de bronnen is op hoofdlijnen inzichtelijk. Op het niveau van de bronnen zelf is relatief weinig bekend welk vermogen en temperatuur deze kunnen leveren en welke kosten deze met zich meebrengen;
  - Transportleidingen zijn redelijk goed in beeld zijn gebracht inclusief de verwachte technische en economische parameters.
  - Onder de categorie transport zijn de distributienetten op lokaal niveau nog niet goed in beeld gebracht;
  - Opslag is in zijn geheel nog niet in de Uitgangsstudies meegenomen.

## 3.5 Conclusies

4. Op basis van een analyse van de compleetheid in de vergelijking van de data en informatie van de Uitgangsstudies blijkt een deel van de benodigde data en informatie omtrent technische ontwerpparameters en economische kentallen niet of alleen kwalitatief aanwezig. Doorgaans blijkt meer informatie beschikbaar over verwachte warmtevraag en –bronnen dan over de andere onderdelen in de keten. Voor warmtevraag ontbreekt de informatie over de veranderingen in vraag gedurende de dag, week, maand en jaar. Voor bronnen ontbreekt informatie over de potentiële vermogens. Samengevat geldt dat voor alle onderdelen in de keten geldt dat kwantitatieve data en informatie van goede kwaliteit nog veelal ontbreekt.
5. De integrale aanpak van de Design Toolkit maakt duidelijk welke data en informatie nog nodig is voor onderbouwde analyses van integrale warmteketens. De benodigde informatie hiertoe is beschreven in: vergelijkingsparameters. Voor het opstellen van de Warmteprogramma's in 2026 wordt aanbevolen hiervan gebruik te maken op basis van de ESDL standaard. ESDL vormt een uniforme taal om gestructureerd alle onderdelen van energiesystemen zoals integrale warmteketens te beschrijven. Dit maakt data- en informatie-uitwisseling op transparante wijze mogelijk.
6. Data en informatie zoals bovenstaand bedoeld zijn dynamisch en intrinsiek zelf in transitie. Aanbevolen wordt om continue regelmatige updates van deze data en informatie te ontsluiten. Een publiek deelbaar, transparant en digitaal Open Werkplatform met EDR op basis van de ESDL standaard lijkt hier een geschikte omgeving voor.

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

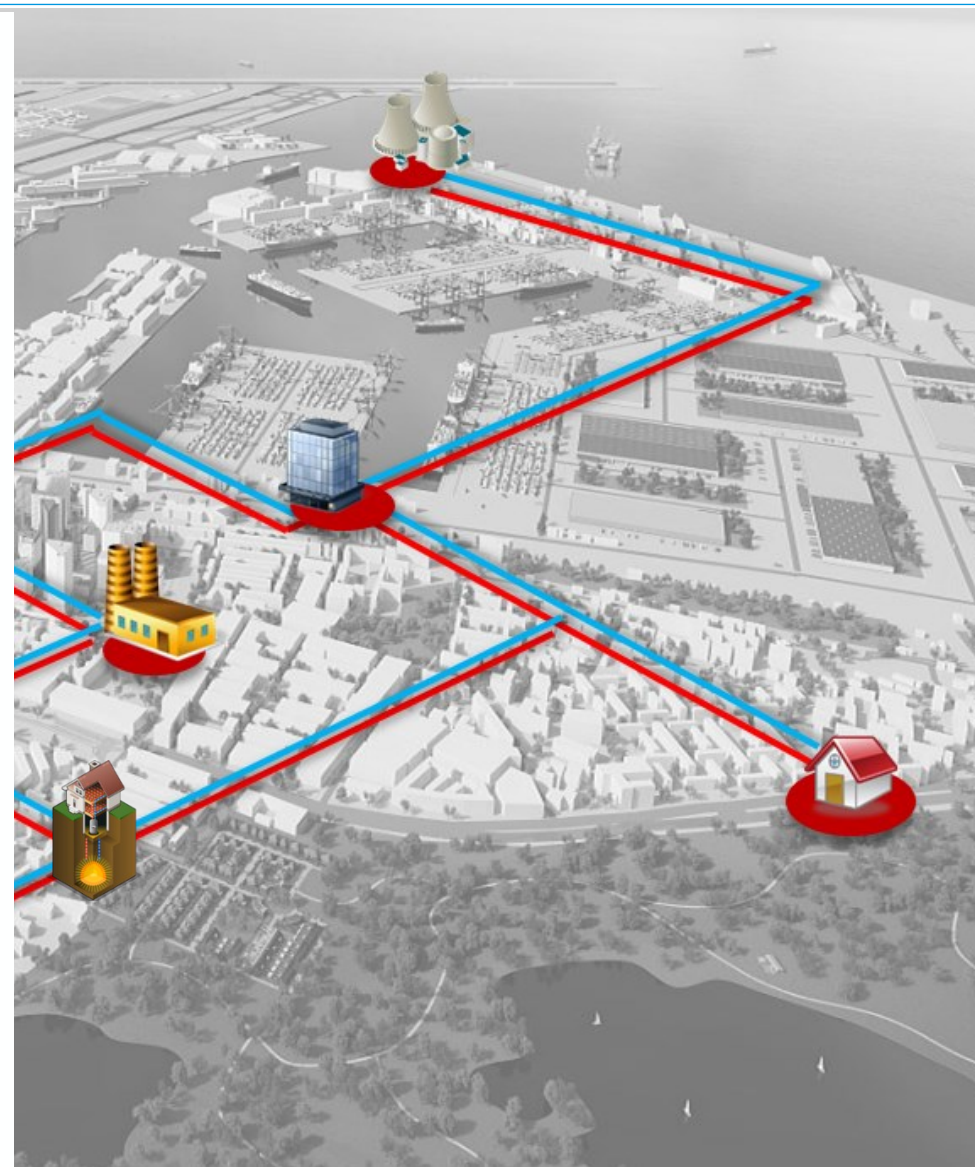
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 4. Baseline model



## 4 Baseline model

4.1 [Wat is het Baseline model?](#)

4.2 [Hoe wordt het Baseline model opgebouwd?](#)

4.3 [Beschikbare data en informatie Uitgangsstudies en lacunes Baseline model](#)

4.4 [Aanvullende aannames, data en informatie om het Baseline model op te bouwen](#)

4.5 [Beschikbare en aangevulde data Baseline model](#)

- [Isolatie, vraag, bronnen, transport en opslag](#)

4.6 [Resultierend Baseline model](#)

4.7 [Conclusies](#)

## 4.1 Wat is het Baseline model?

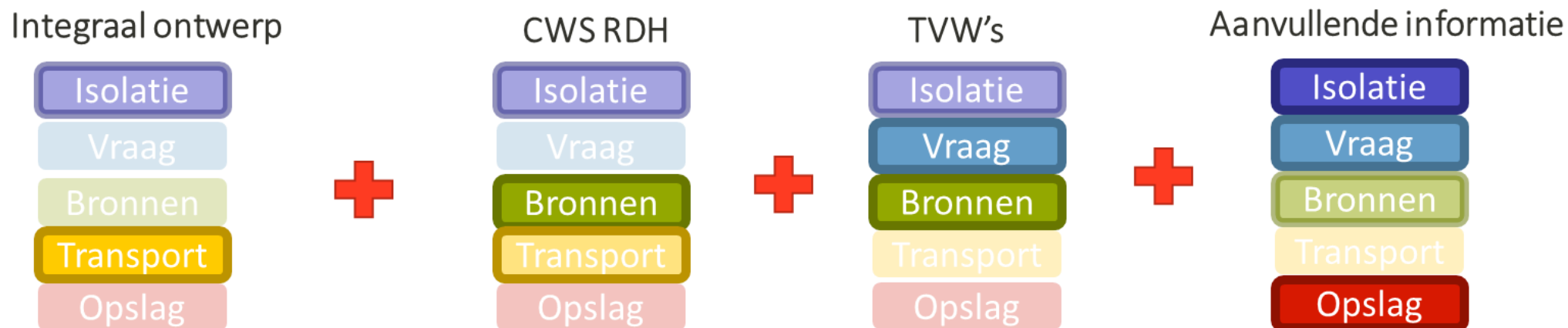
Het Baseline model is:

- een *startpunt* voor het uitvoeren van simulaties en optimalisaties waarbij het mogelijk is om verschillende variatie op data en aannames te onderzoeken en zo te komen tot inzichten over een optimale inzet en verdeling van regionale warmte ...;
- ... waarmee ook inzichtelijk gemaakt wordt wat de afhankelijkheden tussen gemeenten zijn
- opgezet op basis van de beschikbare data uit de Uitgangsstudies en aangevuld met aannames waar nodig;
- een [ESDL](#) file, opgebouwd uit onderdelen van de Uitgangsstudies, waar nodig aangevuld met aannames en andere data en informatie ([uit de EDR](#));
- zo opgezet dat het in de toekomst ook aangevuld kan worden als er betere data/aannames beschikbaar komen;
- een model wat een referentiebeeld geeft voor het richtjaar 2050, op basis van technische en economische data, kengetallen en aannames voor zover beschikbaar voor 2050. Er wordt op dit moment nog niet gewerkt met kentallen die over de jaren veranderen richting 2050; Ook worden verdiscontering van kosten in de tijd met een rentevoet of WACC nog niet meegenomen. Deze functionaliteiten worden in de doorontwikkeling van de Design Toolkit meegenomen.



## 4.2 Hoe wordt het Baseline model opgebouwd?

- Het Baseline model is een ESDL file, waar informatie wordt verzameld die in de basis ontleend is aan de Uitgangsstudies
- Waar de informatie in de Uitgangsstudies incompleet is, wordt dit zo goed als mogelijk aangevuld en andere data en informatie en op basis van aannames. Dit kan zijn informatie uit de [EDR](#) zijn, maar ook uit andere bron. Onderstaande visualisatie geeft globaal weer welke databronnen gebruikt zijn voor elk van de ESDL-categorieën:



- In meer detail is de samenstelling van de gebruikte databronnen voor het Baseline model de hand weergegeven in [deze tabel](#)
- De ESDL file van het Baseline model is [hier](#) te vinden

## 4.3 Beschikbare data en informatie Uitgangsstudies en lacunes Baseline model

Lacune + invulling daarvan = blauw

Categorie	Parameter	Technische input	Financiële input
<b>Isolatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Isolatie Niveau</li> <li>Woningzijdige aanpassingen:</li> <li>B. Afleverset (distributie-&gt;pand)</li> <li>C. Inpandig (bijv. Afgiftesysteem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. HESTIA kentallen gebruikt voor huidig, N2, N3</li> <li>B. Niet meegenomen</li> <li>C. Niet meegenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. HESTIA kentallen gebruikt voor huidig, N2, N3</li> <li>B. Niet meegenomen</li> <li>C. Niet meegenomen</li> </ul>
<b>Vraag</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Vraaggebieden</li> <li>Profielen:</li> <li>B. Huishoudens</li> <li>C. Glastuinbouw</li> <li>D. Utiliteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. TVWs</li> <li>B. Gesimuleerd WarmteProfielenGenerator</li> <li>A. Geschaald profiel Westland</li> <li>B. Geschaald profiel Utiliteit EnergyTransitionModels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. -</li> <li>B. -</li> <li>C. -</li> <li>D. -</li> </ul>
<b>Bronnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Regionaal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. brontype</li> <li>b. bronvermogens</li> </ul> </li> <li>B. Lokaal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Restwarmte</li> <li>b. GEO</li> <li>c. Piek</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Regionaal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. CWS RDH: Restwarmte + GEO Maasvlakte</li> <li>b. CWS RDH maximum</li> </ul> </li> <li>B. Lokaal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Startanalyse</li> <li>b. Beschikbaar openbare data, verder aanname als % van vraag</li> <li>c. Aanname als % van vraag</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Getallen IO en kentallen EDR of Vesta MAIS</li> <li>B. TVW waar mogelijk anders EDR of Vesta MAIS</li> </ul>
<b>Transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Regionaal                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Leiding outing</li> <li>b. Leiding DN size</li> <li>c. Pompstations</li> </ul> </li> <li>B. Primair                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Leiding routing</li> <li>b. Leiding DN size</li> <li>c. Pompstations</li> </ul> </li> <li>C. Distributie                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Leiding routing &amp; DN size</li> </ul> </li> <li>D. Overdrachtstations                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. HAP (regionaal-&gt;primair)</li> <li>b. WOS (primair-&gt;distributie)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. -                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. IO + Westland regional + extra gemeentes</li> <li>b. IO + Westland regional + aanname</li> </ul> </li> <li>B. -                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Benadering van warmteverliezen</li> <li>b. Benadering van warmteverliezen</li> </ul> </li> <li>C. -                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Benadering van warmteverliezen</li> </ul> </li> <li>D. -                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gemaximaliseerd naar vraag</li> <li>b. Niet meegenomen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Getallen IO waar beschikbaar anders EDR                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. -</li> <li>b. -</li> </ul> </li> <li>B. EDR met basis van benadering primair net                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. -</li> <li>b. -</li> </ul> </li> <li>C. EDR met basis van benadering distributie net                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. -</li> </ul> </li> <li>D. -                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. EDR</li> <li>b. Niet meegenomen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Opslag</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Seizoen- regionaal</li> <li>B. Seizoen- lokaal</li> <li>C. Intra-dag lokaal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Niet onderzocht</li> <li>B. Aangenomen maximum capaciteit</li> <li>C. Aangenomen maximum capaciteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Niet onderzocht</li> <li>B. EDR</li> <li>C. EDR</li> </ul>

## 4.4 Aanvullende aannames, data en informatie om het Baseline model op te bouwen

- De voorgaande slide vat samen waar voor de verschillende ESDL-categorieën lacunes zitten in de Dataset en hoe die zijn ingevuld met aanvullende informatie en inschattingen.
- Zo wordt in het Baseline model informatie uit verschillende studies en informatiebronnen gecombineerd; dit heeft tot gevolg dat de data niet altijd volledig op elkaar is afgestemd. De data is zo gekozen dat die naar ons inziens op dat moment:
  - dan wel de meest brede informatie omvat waardoor hiermee tijdens keuzes voor scenario's en optimalisatieparameters mee worden gevarieerd;
  - dan wel staat voor de meest realistische op dit moment beschikbare gegevens die we in principe niet veranderen in de scenario's.
- Het Baseline model en zeker het optimalisatie rekenmodel moeten de optie open houden om met een grote variatie aan data en aannames te kunnen werken. Dit betekent dat de Baseline een startpunt is, en met nadruk niet het resultaat van optimalisatie; zij dient juist om optimalisaties mee te gaan uitvoeren.
- De navolgende slides laten voor de verschillende ESDL-categorieën zien welke data is aangeleverd en hoe die is omgezet naar het Baseline model in de Design Toolkit.

## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Isolatie voor Baseline model

Isolatie

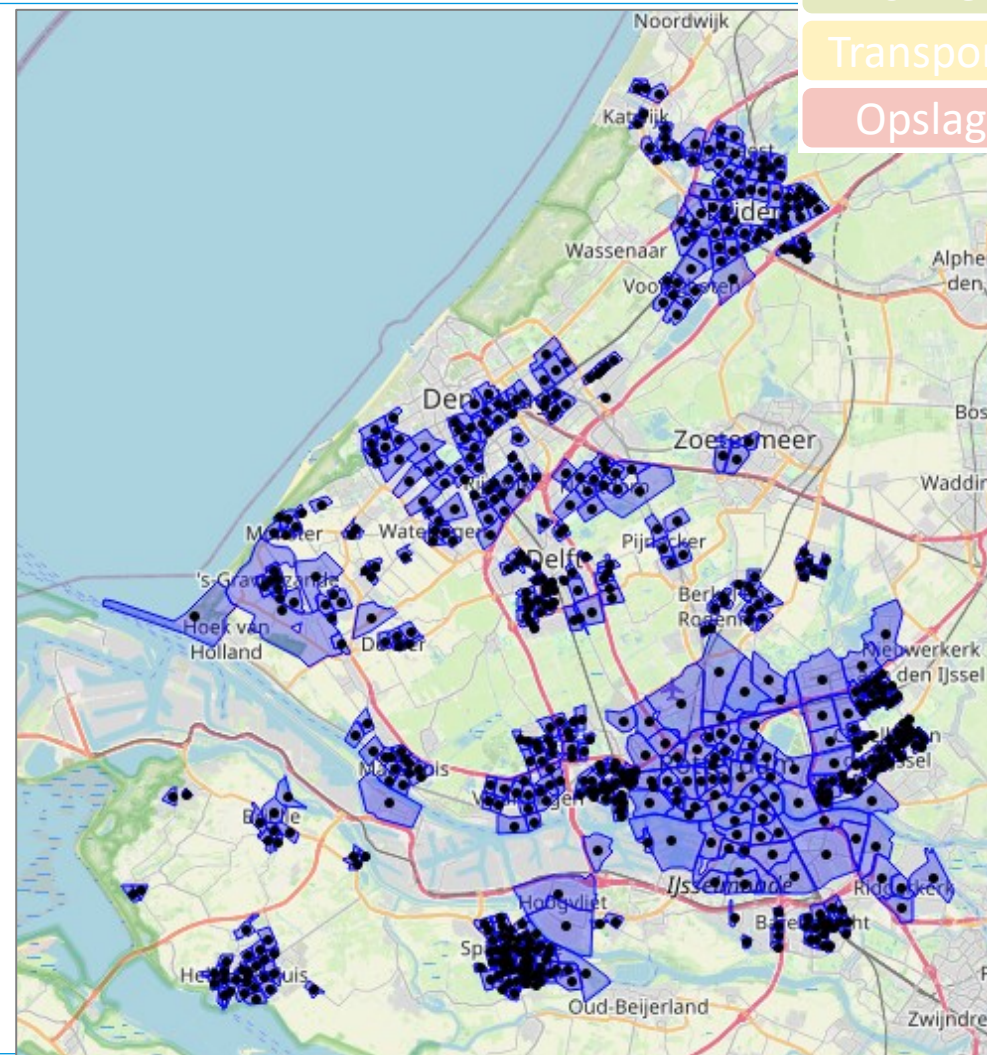
Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

- **Aangeleverde data:**
  - Isolatieniveau (energielabel) bij uitgangsstudies
  - Kosten isolatie & woningzijdige aanpassingen in uitgangstudie CWS RDH
  - Alle buurten in de regio die voorzien zijn over te gaan naar collectieve warmte
- **Omgezet:**
  - Data wordt niet direct in toolkit gezet, maar gebruikt als gebiedsafbakening bij berekenen warmtevraag profiel
  - Warmtevraagprofiel berekend per wijk bij huidig, isolatie niveau N2 en isolatie niveau N3. Zie volgende slide voor meer informatie hierover.
  - De gebruikte kosten behorend bij de warmtevraag omvatten enkel de isolatiekosten en niet de kosten voor gebouwszijdige aanpassingen, i.v.m een gebrek aan informatie. Deze informatie kon niet worden overgenomen uit CWS RDH i.v.m een andere gebiedsafbakening.

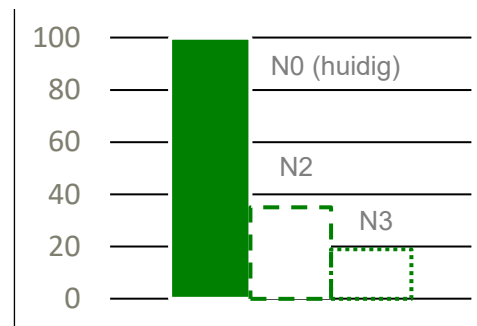


# 4.5 Beschikbare en aangevulde data Isolatie voor Baseline model

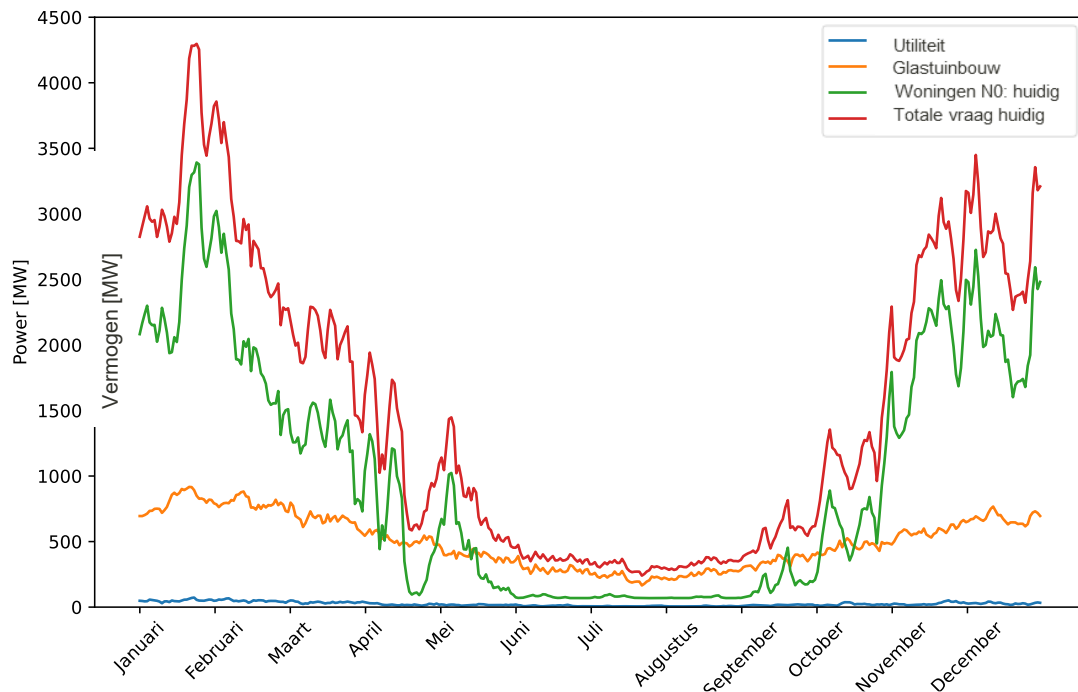
- Isolatie
- Vraag
- Bronnen
- Transport
- Opslag

- De bijdragen van de verschillende sectoren (woningen, glastuinbouw en utiliteit) aan het totale warmtevraagprofiel in het Baseline model is weergegeven in de linker figuur.
- De warmtevraag van de woningbouw is dominant bij een isolatiewaarde N0 ([Nieman streefwaarden](#))
- **Verbijzonderingen** in het Baseline model voor isolatie houdt in dat we onderscheid maken tussen:
  - Niveau N0: Huidig isolatie niveau
  - Niveau N2: Voorziene isolatiemaatregelen ondergrens
  - Niveau N3: Voorziene isolatiemaatregelen bovengrens
- Voor streefwaarden N2 of N3 is het totale warmtevraag(profiel) weergegeven in de rechterfiguren
- Dit is een eerste aanzet voor de warmtevraag profielen. Deze kunnen in toekomst nog verbeterd worden. O.a. door betere tapwater vraag mee te nemen en betere profielen voor utiliteiten.

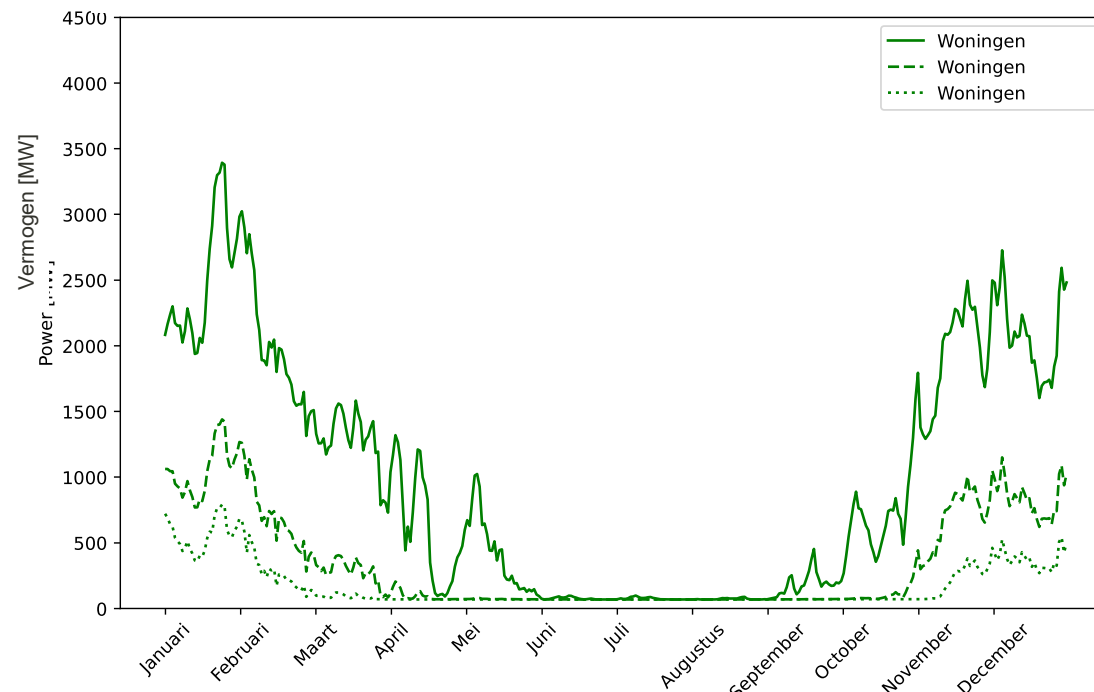
Woningen - totale warmtevraag – voor verschillende isolatie streefwaarden



Totale warmtevraagprofiel en breakdown naar sectoren



Woningen- totale warmtevraagprofiel – voor verschillende isolatie streefwaarden





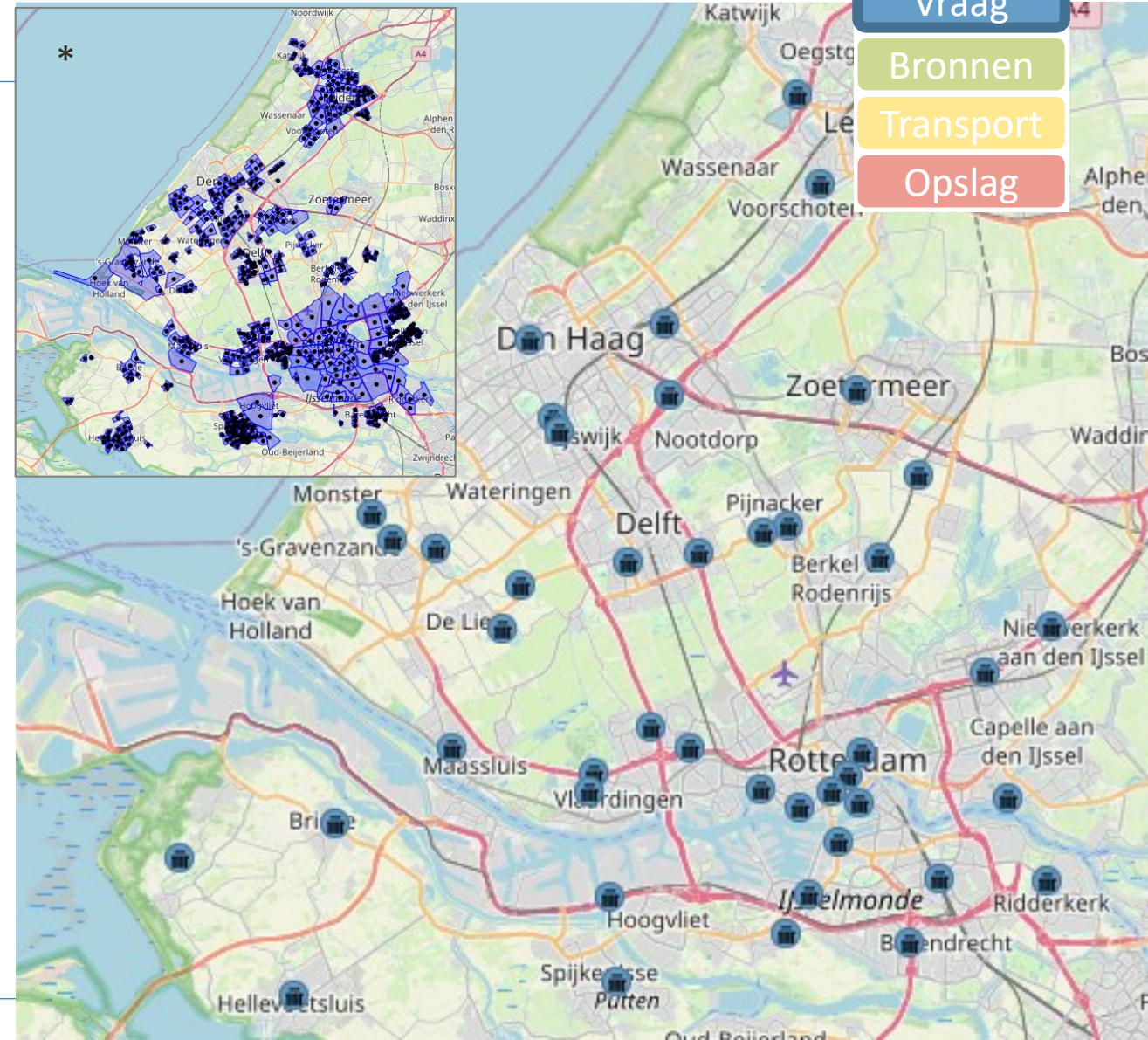
## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmtevraag voor Baseline model

- **Aangeleverde data:**

- Alle buurten in de regio
- Totale energievraag per wijk per jaar
- Voorziene type warmtevoorziening per wijk
- Overzicht van clustering van wijken tot HAP niveau

- **Omgezet:**

- Alleen wijken die voorzien zijn voor een collectieve oplossing zijn meegenomen
- [Vraagprofiel per wijk](#) bepaald met behulp van de warmteprofielengenerator
- Per HAP wordt de warmtevraag van de geclusterde wijken bepaald door warmtevraag op te tellen



Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag



## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmtevraag voor Baseline model

Isolatie

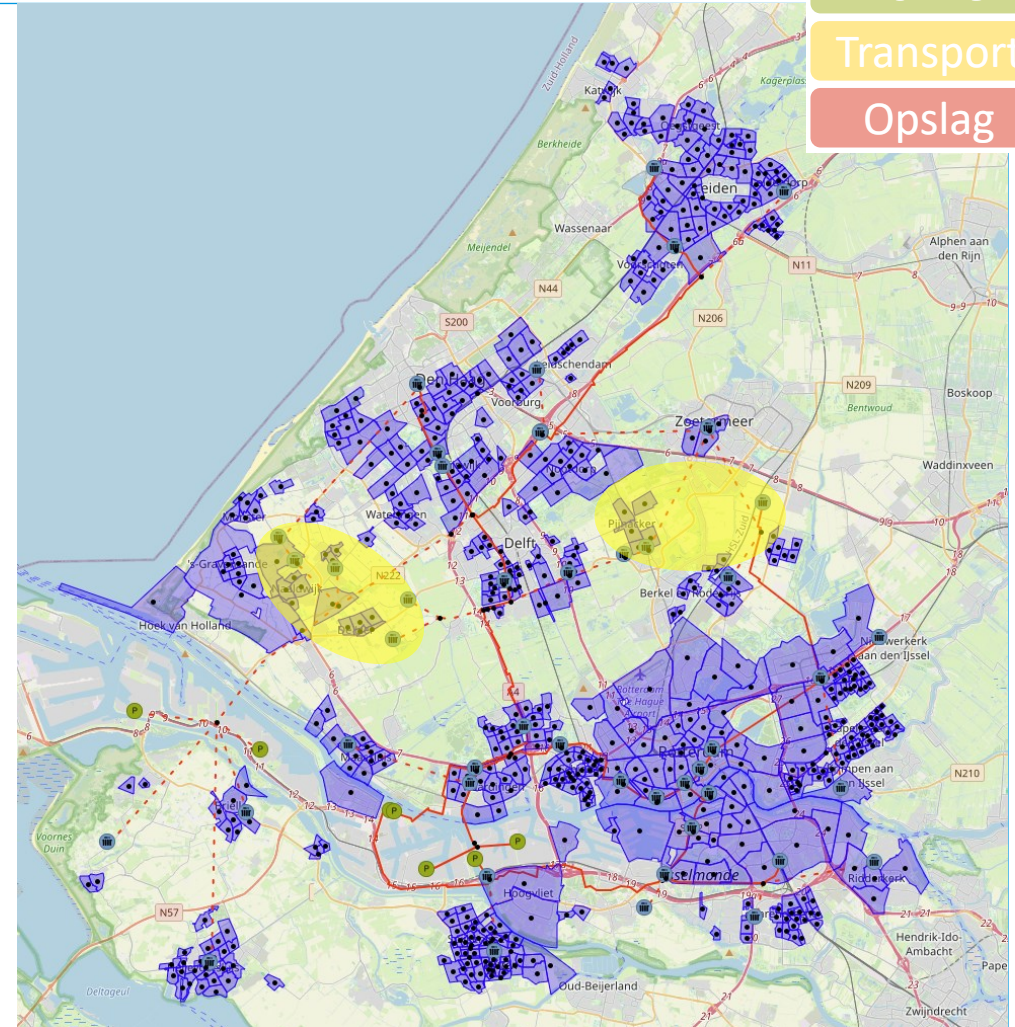
Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

- Voor de warmtevraag maken we onderscheid tussen de bijdragen vanuit de volgende sectoren: woningen, glastuinbouw en utiliteit. Hiervoor geldt voor de verschillende sectoren:
  - **Woningen**
    - Als uitgangspunt voor de warmtevraag kijken we naar die buurten zoals die volgens de TVW's voorzien zijn voor de oplossingsrichting collectieve warmte,
    - Hiervoor zijn warmtevraagprofielen gegenereerd met de warmteprofielengenerator van TNO
  - **Verbijzonderingen** t.o.v. de uitgangsstudies betreft de bijdragen aan de warmtevraag voor:
  - **Glastuinbouw**
    - Dit betreft de tuinbouwgebieden **Westland & Oostland**
    - Het gaat hier om de beoogde warmtevraag in 2050
    - Data voor warmtevraag is aangeleverd door WSW en WSO
  - **Utiliteit**
    - De warmtevraag is bepaald voor de geselecteerde buurten die volgens de TVW's op collectieve warmte gaan. Dit is gedaan m.b.v. de warmtevraag volgens de Startanalyse





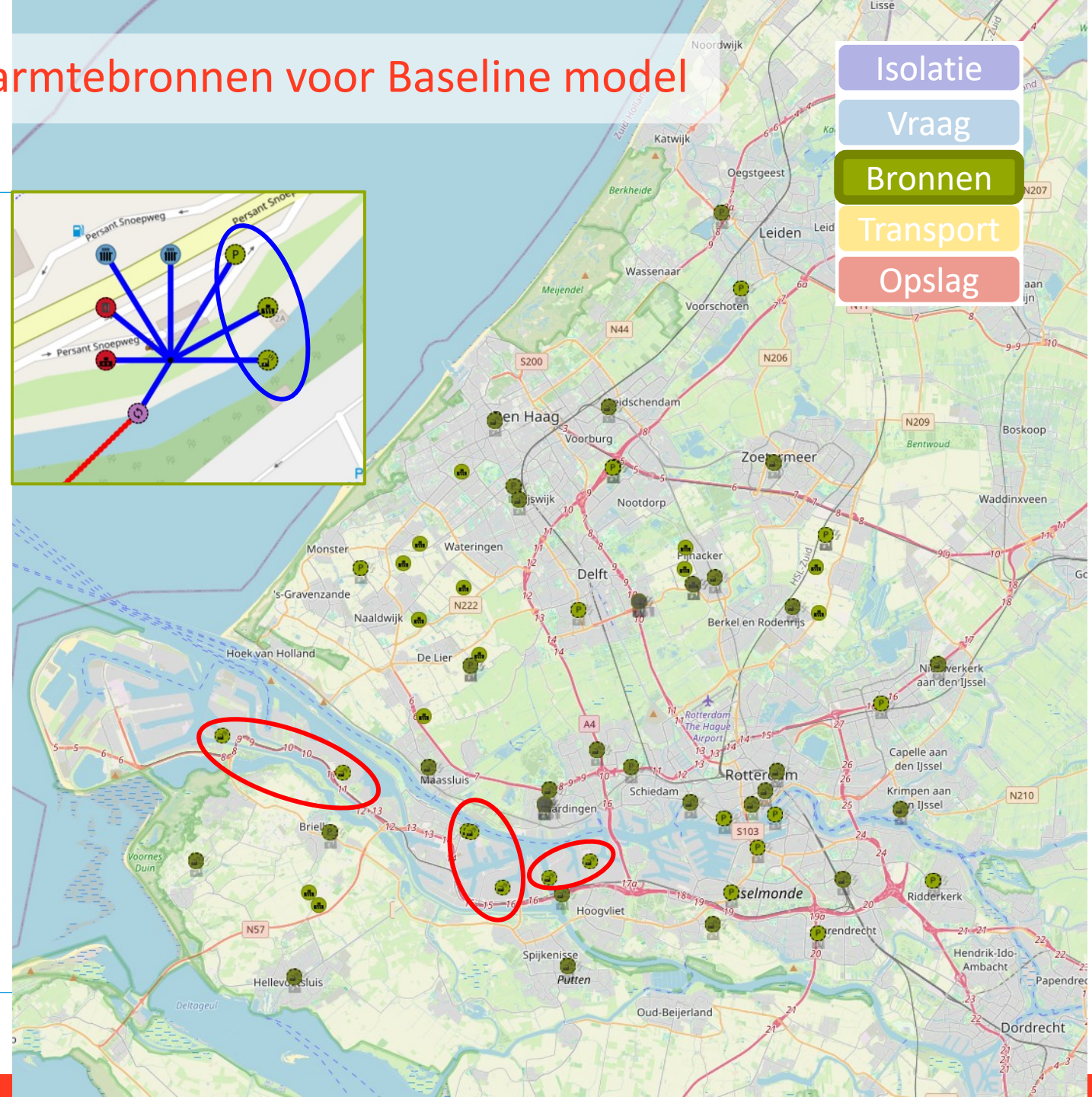
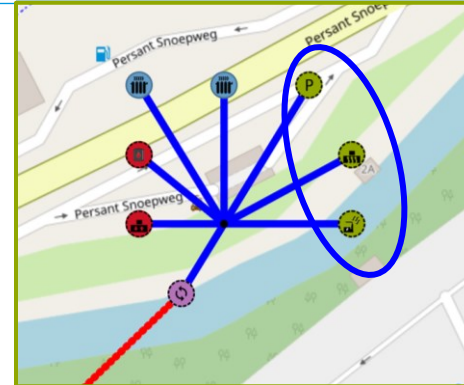
## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmtebronnen voor Baseline model

- Aangeleverde data\*:**

- Locatie
- Type bron
- Maximaal vermogen

- Omgezet**

- **Regionale restwarmte en geothermie:** 1 op 1 omgezet voor bronnen in het havengebied
- **Lokale geothermie**
  - Bestaande bronnen toegevoegd, informatie uit openbare bronnen (<https://www.nlog.nl>)
  - Potentie max 40% van de vraag per HAP
- **Lokale restwarmte** potentieel achter HAP geaggregeerd
- **Lokale piekvoorziening** gelimiteerd op de maximum vraag per HAP



	Geothermie	Restwarmte	Piekvoorziening
CO2 emissie [kg/GJ]	6,9 *	8,8	56,4

Databron:

Restwarmte & piek: [Lijst emissiefactoren | CO2 emissiefactoren](#)

Geothermie: [tno-2021-duurzaamheid.pdf](#)

\*gemiddelde van het bereik

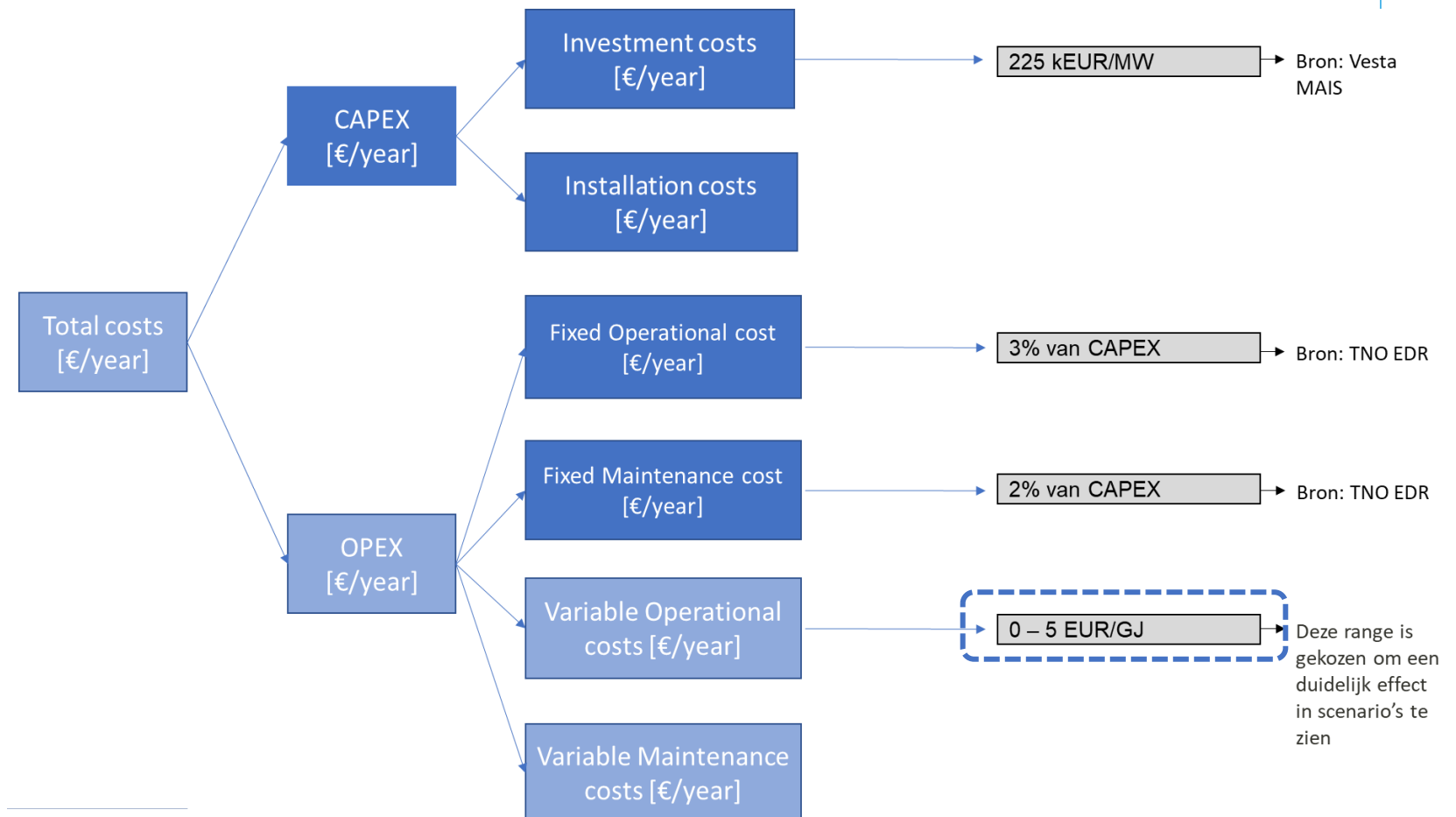
## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmtebronnen voor Baseline model

- Isolatie
- Vraag
- Bronnen**
- Transport
- Opslag

- Voor de potentiële vermogens van de regionale restwarmtebronnen is uitgegaan van gegevens uit CWS-RDH voor 2050 voor de volgende clusters:

Bron	Vermogen [MW]
Darcyweg	490
Petroleumhavens	254
Rozenburg	355
Botlek	156
Pernis	124
Vondelingenplaat	25

- Voor de breakdown van de kosten is uitgegaan van de volgende invoerdata, met **verbijzondering** naar **variabele operationele kosten:**



## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmtebronnen voor Baseline model

Isolatie

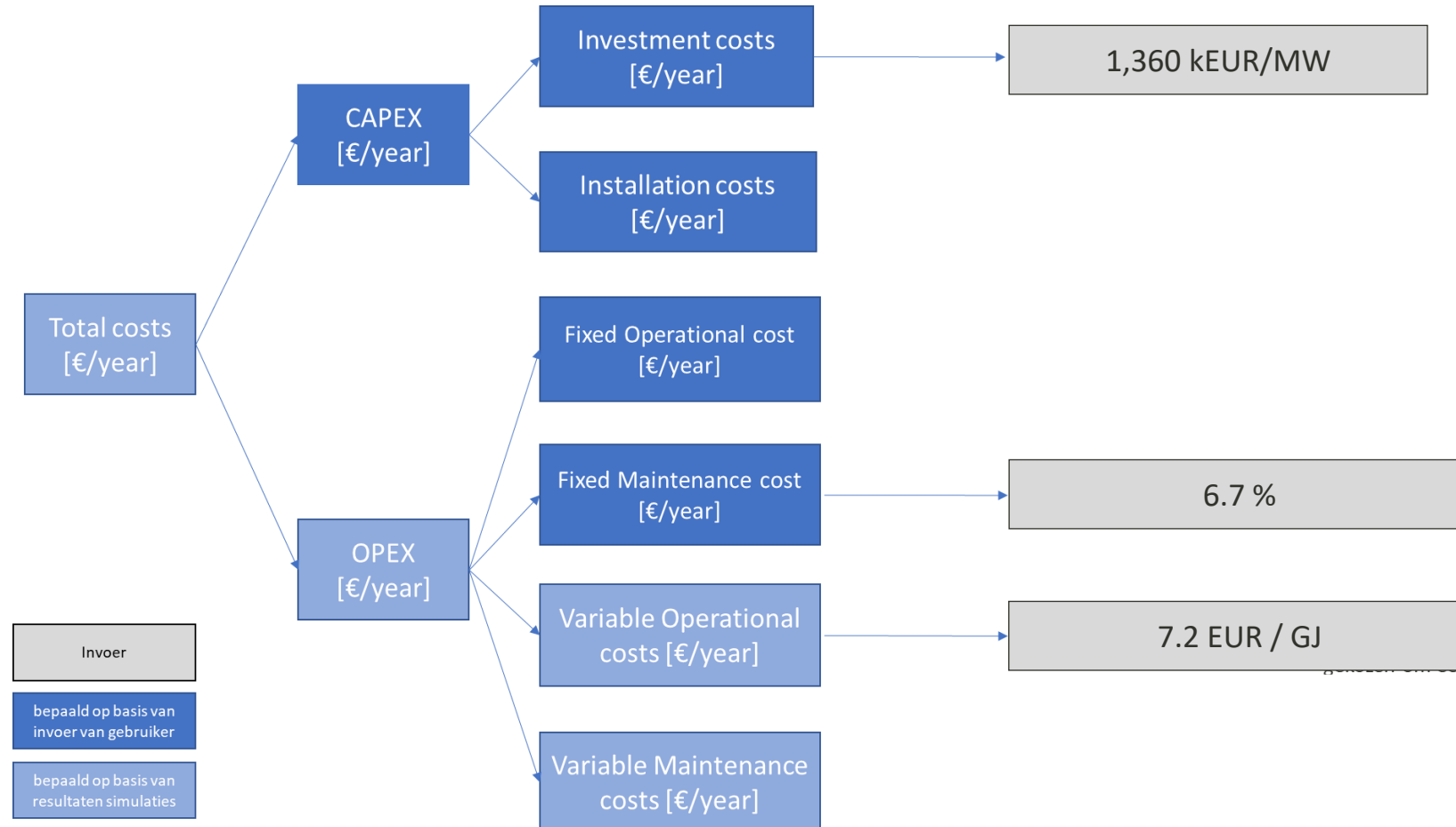
Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

Voor de breakdown van de kosten voor geothermie is uitgegaan van de volgende invoerdata op basis van de [EDR](#):

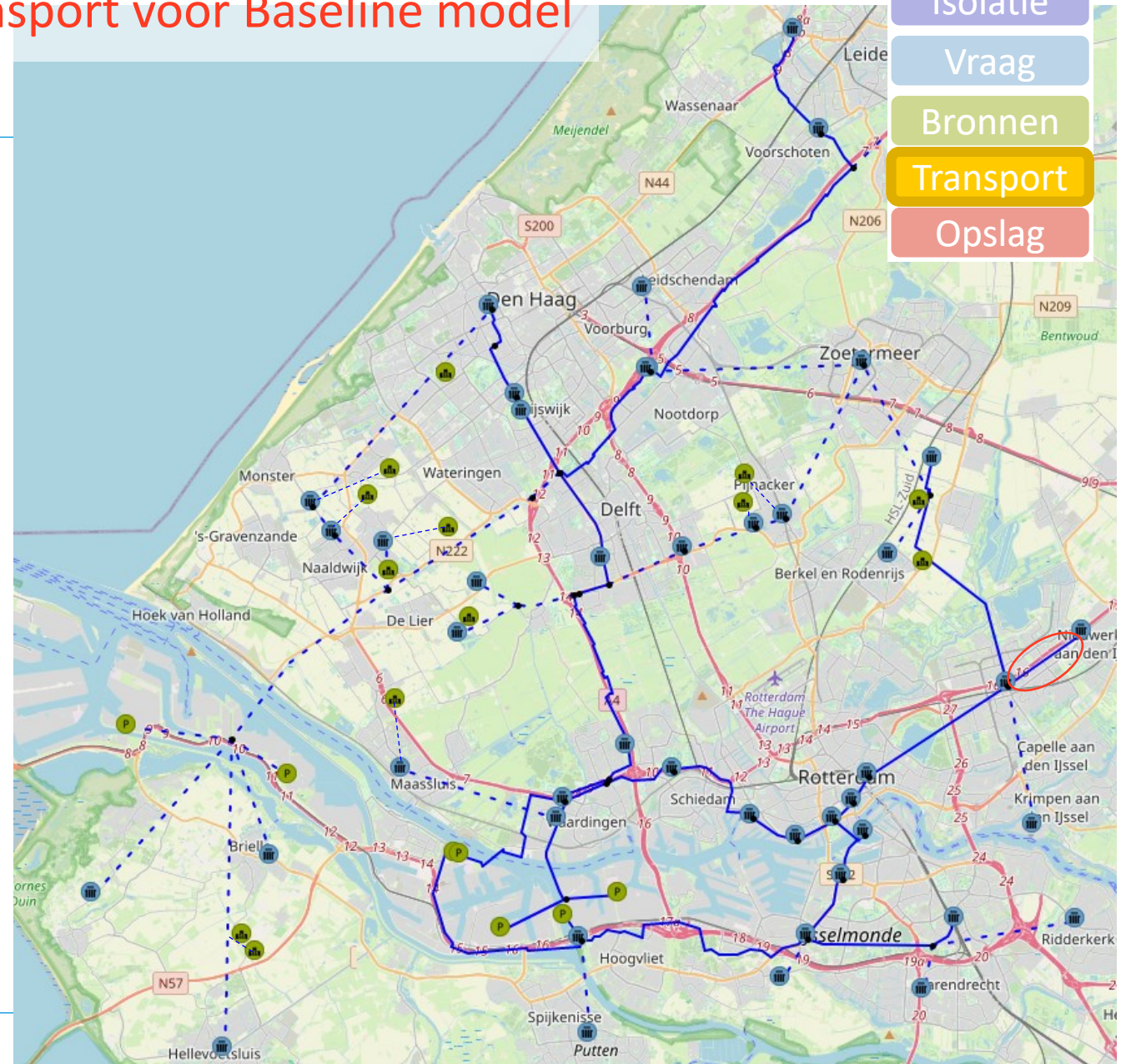




## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Transport voor Baseline model

- **Beschikbaar:** Basis komt van Integraal Ontwerp vanwege het gedetailleerde ontwerp van het regionaal transport systeem, uitwerking route warmtelinQ en realistische dimensionering van het leidingnetwerk.
- [Shapefile\\*](#) met leiding-topologie en maten  
Omgezet:
  - 1 op 1 overgezet
- **Aangevuld:**
  - Indien nodig extra leiding toegevoegd om alle bronnen en vraag te verbinden. Deze leiding zijn volgens een rechte lijn getrokken.
- Lokale distributienetten zijn buiten beschouwing gelaten omdat hier een studie is uitgevoerd naar de lokale/regionale afhankelijkheden en de daarbij behorende ontwikkelingen in het regionale warmtenet. In deze aanpak paste het niet om alle distributienetten in detail mee te nemen; hiervoor ontbreekt nu ook vaak nog publiek beschikbare data wat veel onzekerheden introduceert. Om die reden zijn de kosten distributienetten nu [geaggregeerd op HAP niveau](#)

- Bestaand / ligt vast
- - - Nog niet bestaand / optioneel / nog aan te passen





## 4.5 Beschikbare en aangevulde data Warmteopslag voor Baseline model

- Beschikbaar:
  - Geen
- Omgezet:
  - Bij elke hoofdafnamepunt:
    - Seizoensopslag\* (HTO)
      - Gelimiteerd op 2 doubletten per HAP
    - Dag/nacht buffering\*\* (tankopslag)
      - Gelimiteerd op 4 uur piekvraag
  - Capaciteit van opslag-units is uitkomst van de studie



### Assets:

### Potentieel maximum

HTO (seizoensopslag)

2 doubletten

Tank opslag (dag-nacht opslag)

4 uur voor max warmtevraag



Isolatie



Vraag



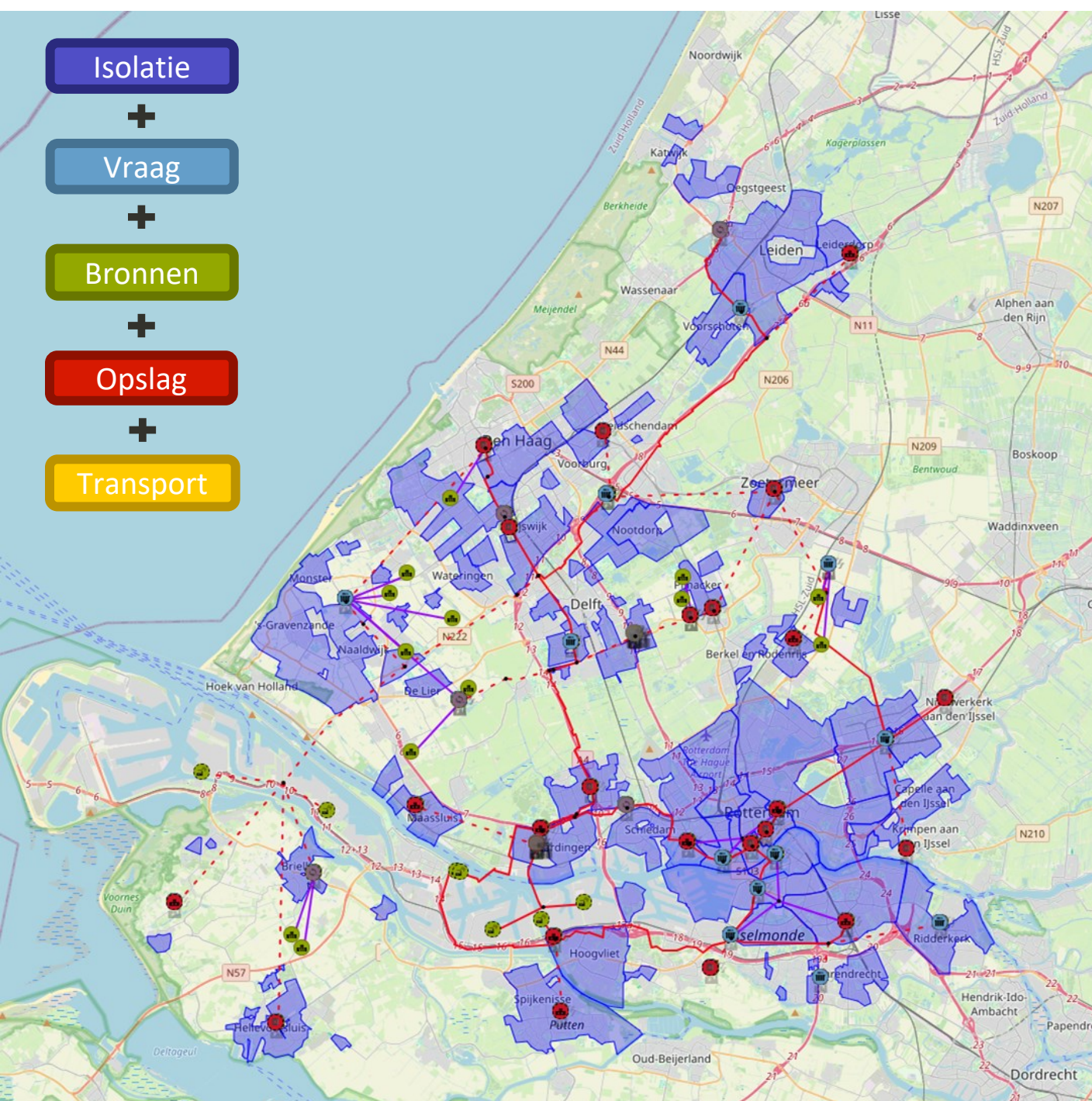
Bronnen



Opslag



Transport



## 4.6 Resultierend Baseline model

Regionale schaal

### Isolatie woningen

Volgt uit scenario-analyse

### Wijken op collectieve warmte

Samengevoegd tot vraagclusters, incl GTB

### Regionale bronnen

Restwarmte en geothermie, bestaand en potentieel

### Hoge-temperatuur opslag

Seizoensafhankelijke levering

### Warmtenetten

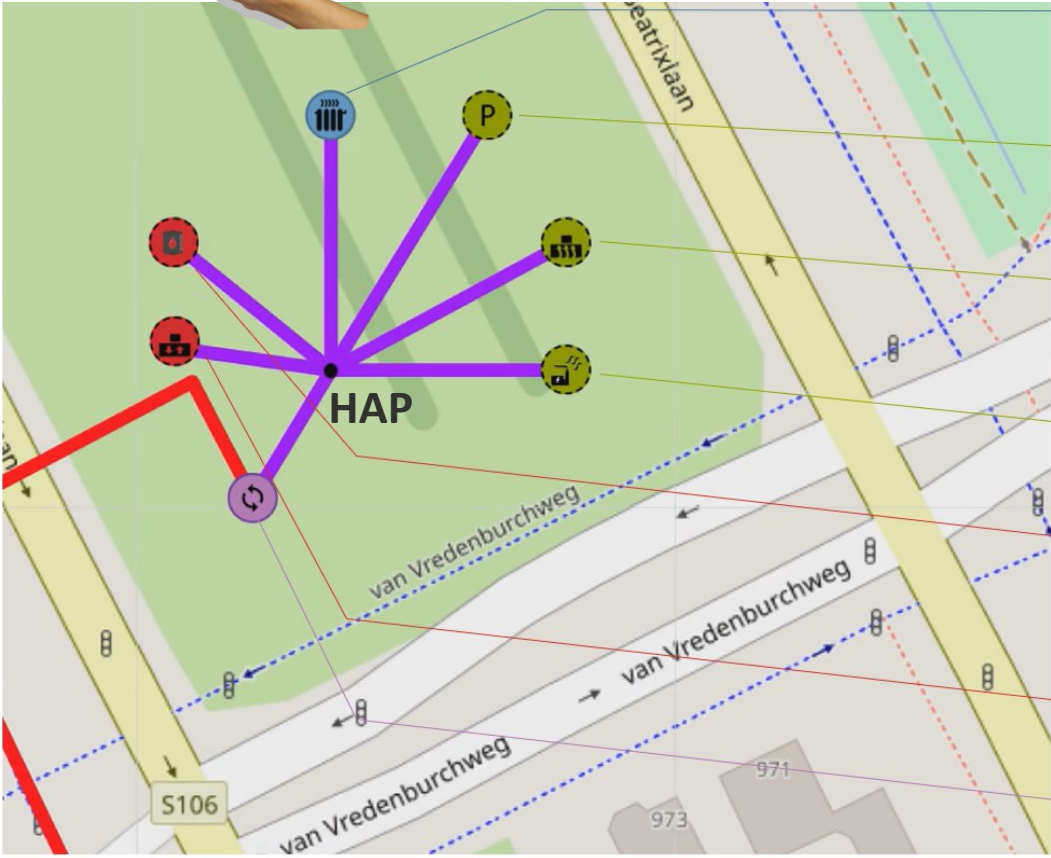
Bestaande, voorziene en optionele regionale transportleidingen





# 4.6 Resultierend Baseline model

Gemeentelijke schaal



 **Collectief Vraagcluster**

 **Gasgestookte piekketels**

 **Geothermische warmte**

 **Lokale restwarmte**

 **Tank dag-nacht opslag**

 **HTO Seizoensopslag**

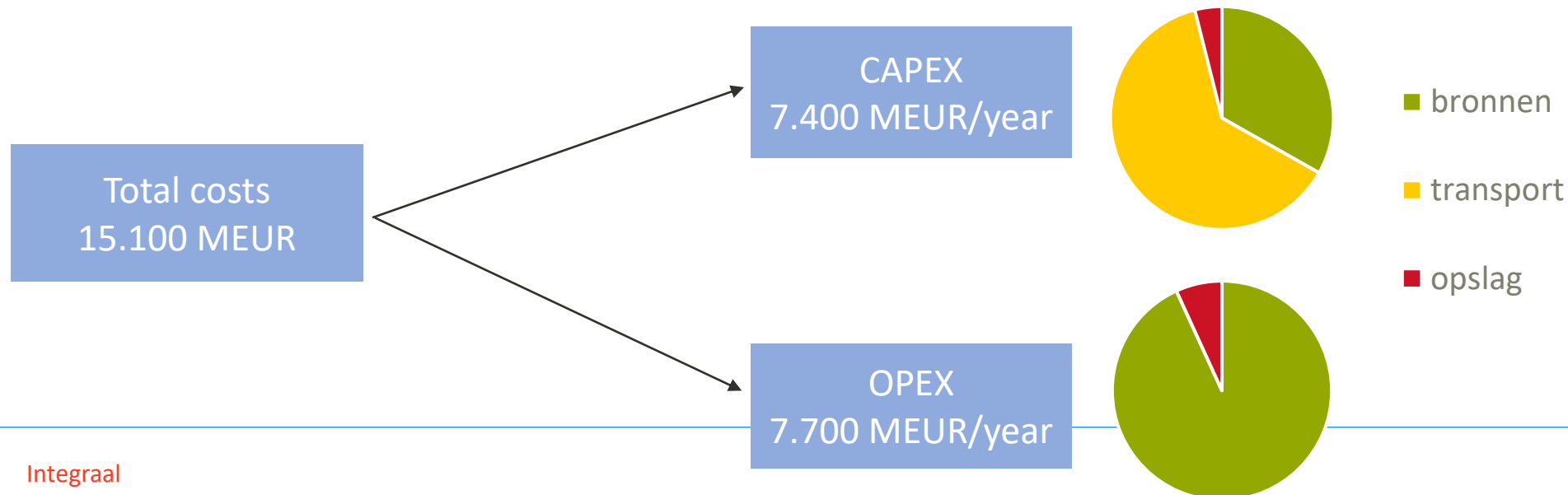
 **Warmtewisselaar regionaal net**

In het regionale systeem zijn de gemeenten verbonden via de Hoofdafnamepunten (HAP's). Daarachter gebruiken wij een **functioneel** model voor het beschrijven van lokale vraag, bron- en opslagpotentie in de gemeenten. In dit model staan de **getoonde verbindingen** niet voor fysieke verbindingen, maar voor de geaggregeerde omvang van vraag, bronnen en opslag. Daarnaast is in dit model een lump sum kosteninschatting voor de lokale distributienetten opgenomen

## 4.6 Resultierend Baseline model

### Opbouw kosten vanuit verschillende onderdelen warmteketen

- Op basis van samenstelling van de Baseline komen we nu tot een ruwe inschatting van de totale kosten. Er kunnen geen conclusies aan dit absolute getal verbonden worden. Reden is dat dit zeer waarschijnlijk een onderschatting is omdat factoren zoals back-up nog niet zijn meegenomen; ook kosten voor isolatie en in pandige woningaanpassingen zijn hier nog niet in meegenomen. Ook verdiscontering op basis van een rentevoet of WACC zijn hier niet uitgevoerd.
- Met deze belangrijke disclaimer in acht genomen, laten de nu beschikbare en aanvullende data en aannames in het Baseline model als startpunt voor een integraal duurzaam collectief warmtesysteem, voor richtjaar 2050, een ordegruote totale kosten van EUR 15 miljard zien. Deze bestaat grofweg voor de helft uit CAPEX en voor de helft uit OPEX. De berekening is over een levensduur van 30 jaar.
- Het Baseline model vormt een startpunt waarvan zowel de technische als economische data, aannames en informatie nog sterk aan kwaliteit moeten winnen en in de tijd kunnen variëren. Het geeft met nadruk een eerste orde van grootte met een grote onzekerheid op de cijfers. Er kunnen geen conclusies worden verbonden aan de absolute waarden die hier zijn gegeven. Wel zijn eerste inzichten te ontleen aan de relatieve getallen die uit variaties met het Baseline model volgen (Hoofdstuk 5).



## 4.7 Conclusies

1. Het Baseline model vormt het startpunt van een collectief warmtesysteem met referentiejaar 2050 op basis van de best beschikbare data en informatie uit de Uitgangsstudies. Het dient als startpunt voor verdere variaties en scenario's om mogelijke ontwikkelingen van collectieve lokale en regionale warmtesystemen te analyseren en optimaliseren.
2. Waar de data en informatie in de Uitgangsstudies nog tekort schieten om het Baseline model volledig op te bouwen, is het met aanvullende data en informatie aangevuld uit de Energy Data Repository (EDR) van de Design Toolkit. De EDR bevat al een grote hoeveelheid technische data en informatie en economische kentallen van de onderdelen in de integrale warmteketen.
3. Op basis van de beschikbare data en informatie uit de Uitgangsstudies en aanvullende data uit de EDR heeft het Baseline model specifieke data en informatie en aannames vastgesteld en gebruikt voor de onderdelen isolatie, warmtevraag en -profielen, bronnen en bronvermogens, transport en opslag. De data, informatie en aannames zijn volledig, transparant beschikbaar in een ESDL file op de website [warmingup.info/designtoolkit](http://warmingup.info/designtoolkit) via [deze link](#)
4. Het resulterend Baseline model voor 2050 is gevisualiseerd op slides 64, 65 en 66 en laat de integrale verbondenheid zien tussen de isolatiegraad in de woningen, de wijken op collectieve warmte, de ingezette lokale en regionale bronnen, seizoens- en dag- en nachtopslagen en de bijbehorend transport. De totale kosten hiervan zijn zonder disconteringsvoet doorgerekend en zonder de kosten van isolatie en inpandige woningaanpassingen in de orde grootte van EUR 15 miljard. Dit is een grove inschatting op basis van de nog lage kwaliteit data en informatie die momenteel beschikbaar is.
5. Het Baseline model kan als zodanig als startpunt dienen en vragen onderzoeken als in de opdracht geformuleerd:
  - Hoe kan een optimale inzet en verdeling van regionale en lokale basislastbronnen (restwarmte, aftapwarmte en aardwarmte) eruit zien?
  - Hoe zien mogelijke afhankelijkheden tussen gemeenten in een regionaal verbonden collectief warmtesysteem eruit?

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

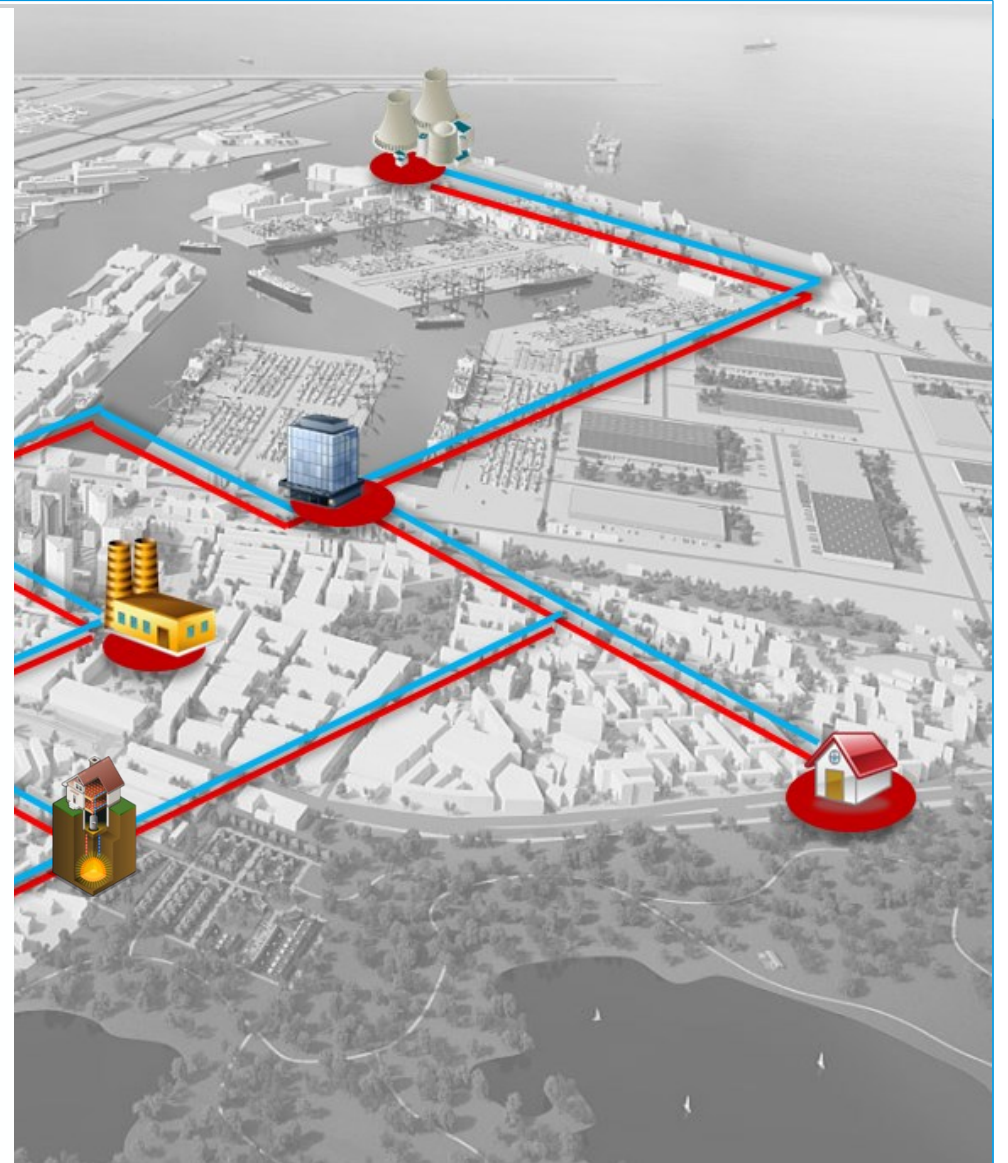
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 5. Variaties en scenario's



## 5 Variaties en scenario's

5.1 [Variaties Baseline model maken scenario-analyse onderzoeksvragen mogelijk](#)

5.2 [Benodigde variaties op aannames Baseline model](#)

5.3 [Specifieke variaties aan de hand van scenario's](#)

5.4 [Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal](#)

5.5 [Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten](#)

5.6 [Resultaten analyse: kostenverhoudingen in de scenario's](#)

5.7 [Resultaten analyse: CO2 emissies in de scenario's](#)

5.8 [Belangrijke disclaimers bij getoonde resultaten in dit stadium](#)

5.9 [Conclusies](#)



## 5.1 Variaties Baseline model maken scenario-analyse onderzoeksvragen mogelijk

- In dit hoofdstuk adresseren we de onderzoeksvragen met betrekking tot Onderzoeksproject 3: Onderzoeken optimale samenhang inzet lokale en regionale basislastbronnen (restwarmte, aftapwarmte en aardwarmte)
- Hiervoor hanteren we de [Integrale aanpak](#) met de Design Toolkit
- Startpunt daarvoor is het Baseline model met data en aannames zoals uit het vorige hoofdstuk 4
- Onderzoeksvragen leiden tot 'what if' analyse door data en aannames in Baseline model te variëren
- Er is verder een aantal benodigde variaties aannames Baseline model:
  - Toepassing GROW workflow voor integrale optimalisatie
  - Aanvullende variaties aannames Baseline model
- Met deze aanvullende variaties in het Baseline model voeren we een aantal variaties in scenario's uit, die kwantitatieve inzichten geven in de samenhang tussen lokale en regionale basislastbronnen en collectieve warmte.

## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

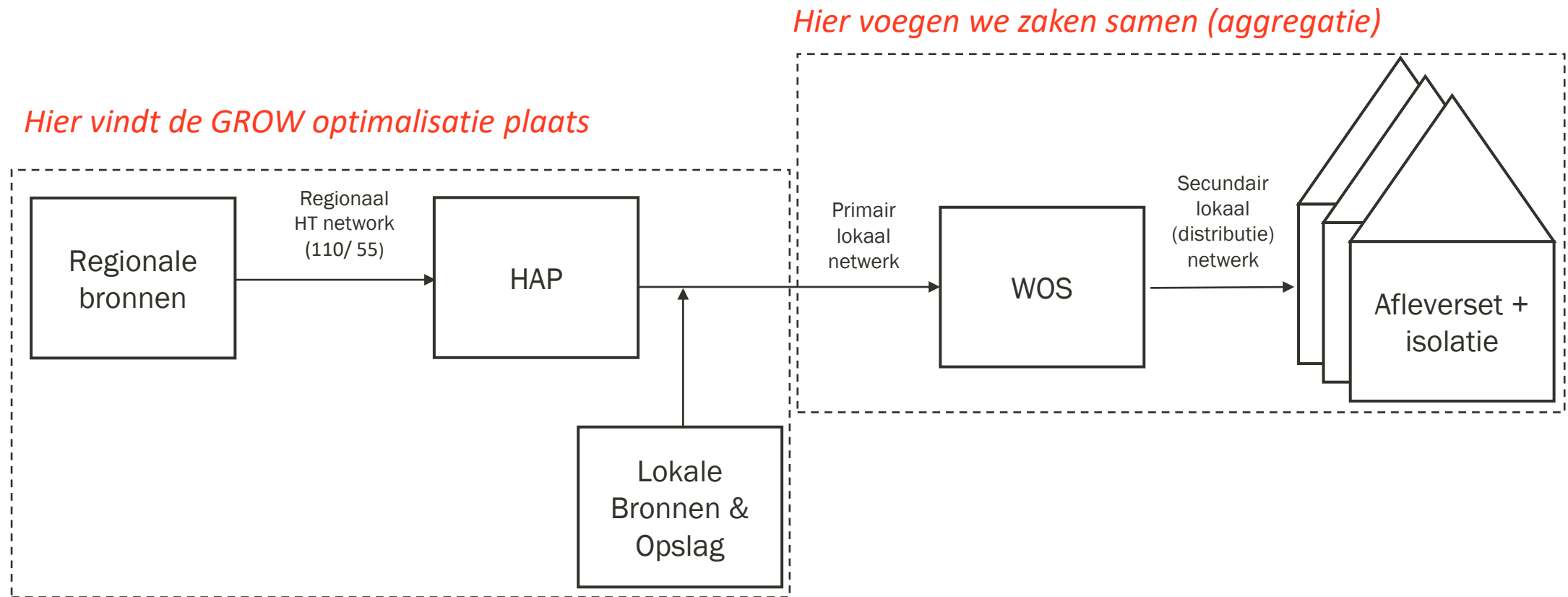
### GROW: Integrale Optimalisatie

- De [samenhang](#) tussen de samenhang tussen alle onderdelen van de warmteketens, ruimte en tijd illustreert de complexiteit bij het verkrijgen van inzichten voor de ontwikkeling van collectieve warmte, en de noodzaak van een integrale aanpak. Het startpunt van die integrale aanpak is het Baseline model in de Design Toolkit.
- De integrale aanpak maakt gebruik van een systeemoptimalisatie uit, waarmee variatie in de aannames in het Baseline model samenhangen: dit is de zogeheten GROW workflow, ontwikkeld in het eerdere [TKI project GROW Rijswijk\\*](#)
- GROW is een techno-economische optimalisatie, waarmee een kostenefficiënt concept ontwerp van een integraal warmtesysteem kan worden gemaakt in de fase dat er nog veel onzekerheden en onbekende factoren zijn, die het maken van keuzes bemoeilijken.
- Het GROW algoritme zoekt naar de goedkoopste oplossing voor een collectief warmtesysteem:
  - Op basis van de TCO (som van CAPEX en OPEX gedurende levensduur van een systeem);
  - Betreft alle kosten die gemaakt worden van bron tot en met woningzijdige aanpassingen achter de voordeur (afleverset, isolatiemaatregelen, inpandige aanpassingen), gemoeid met de levering van warmte;
  - Op basis van nationale kosten (dus belastingen en subsidies worden buiten beschouwing gelaten);
  - Op basis van verschillende scenario's voor de warmtetransitie.
- Deze optimalisatie geeft kwantitatief inzicht in het effect van keuzes voor het eindscenario 2050. Programmering voor de uitrol van warmtenetwerken over tijd is hierin nog niet meegenomen.
- Meer uitleg is te vinden onder [Inzicht in de GROW workflow voor optimalisatie\\*](#).

## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

### GROW: Integrale Optimalisatie

- Bij toepassing van de GROW optimalisatie op het Baseline model voor RES Rotterdam Den Haag geldt de volgende geografische afbakening:



## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

### Voor onderdelen van het energie-systeem

- Voor toepassing van de GROW workflow voor RES RSW Rotterdam Den Haag is een aantal aanvullende aannames toegevoegd aan het [Baseline model](#), zodat dit een adequaat startpunt kan vormen voor de optimalisatie van de GROW workflow.
- Deze aanvullende aannames zijn toegevoegd aan de onderdelen van het energie-systeem in het Baseline model, gelinkt aan de [ESDL](#) categorieën (Vraag-Bronnen-Transport-Opslag, aangevuld met de categorie isolatie).
- De benodigde variaties (variaties) worden in de navolgende slides gepresenteerd.

## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

### Transport

De leidingtracé 's in het Baseline model zijn onderverdeeld in twee categorieën:

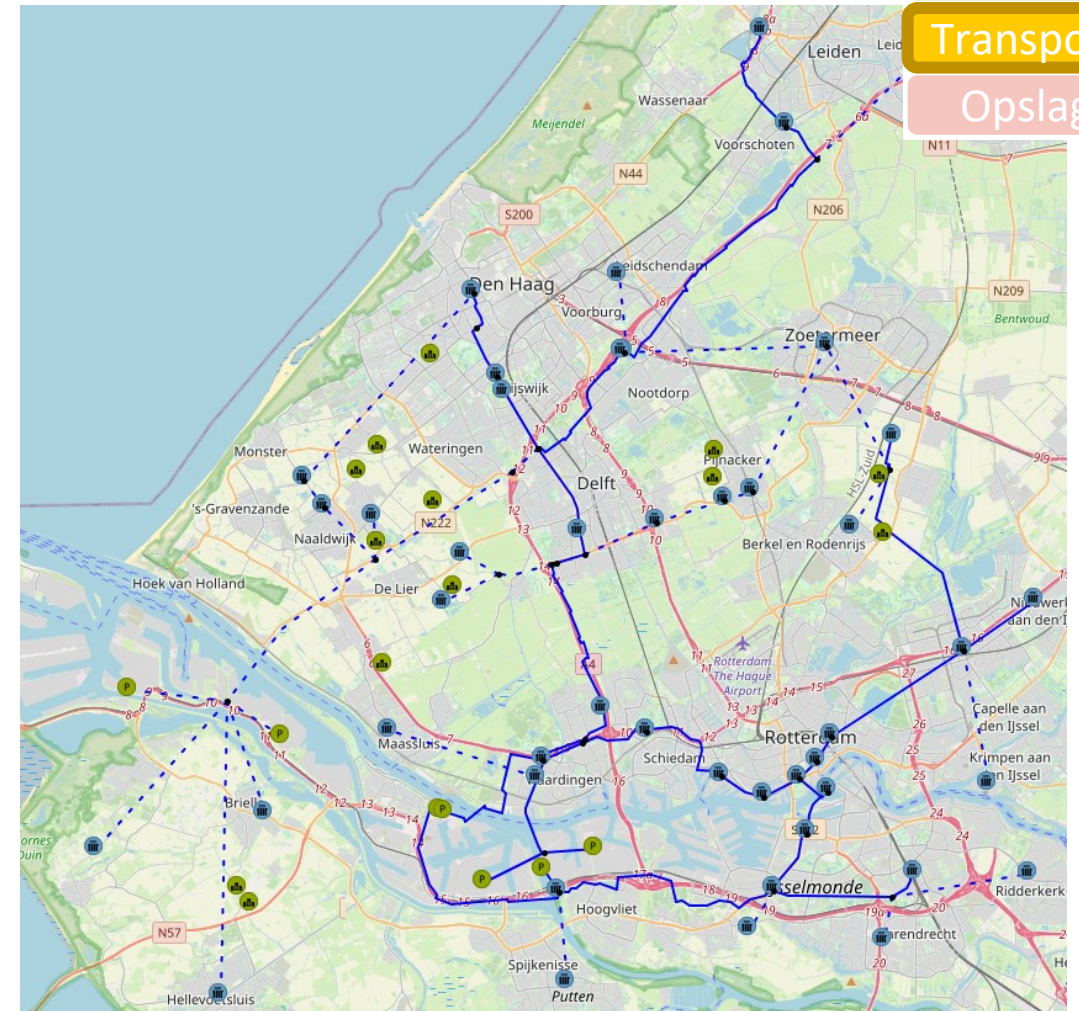
- Bestaande leidingen en toekomstige leidingen waarvan de installatie al besloten is. Deze mogen door het model niet meer worden aangepast of geoptimaliseerd.

en

- Optionele leidingen waarvan de toegevoegde waarde in GROW onderzocht kan worden op:
  - Al dan niet aanleggen
  - In geval van aanleggen: optimalisatie van de leidingdiameter
- Uitvoerbaarheid van deze leidingen is niet gegarandeerd, omdat de exacte tracé route niet bekend is.

— Bestaand / ligt vast

- - - Nog niet bestaand / optioneel / nog aan te passen



Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

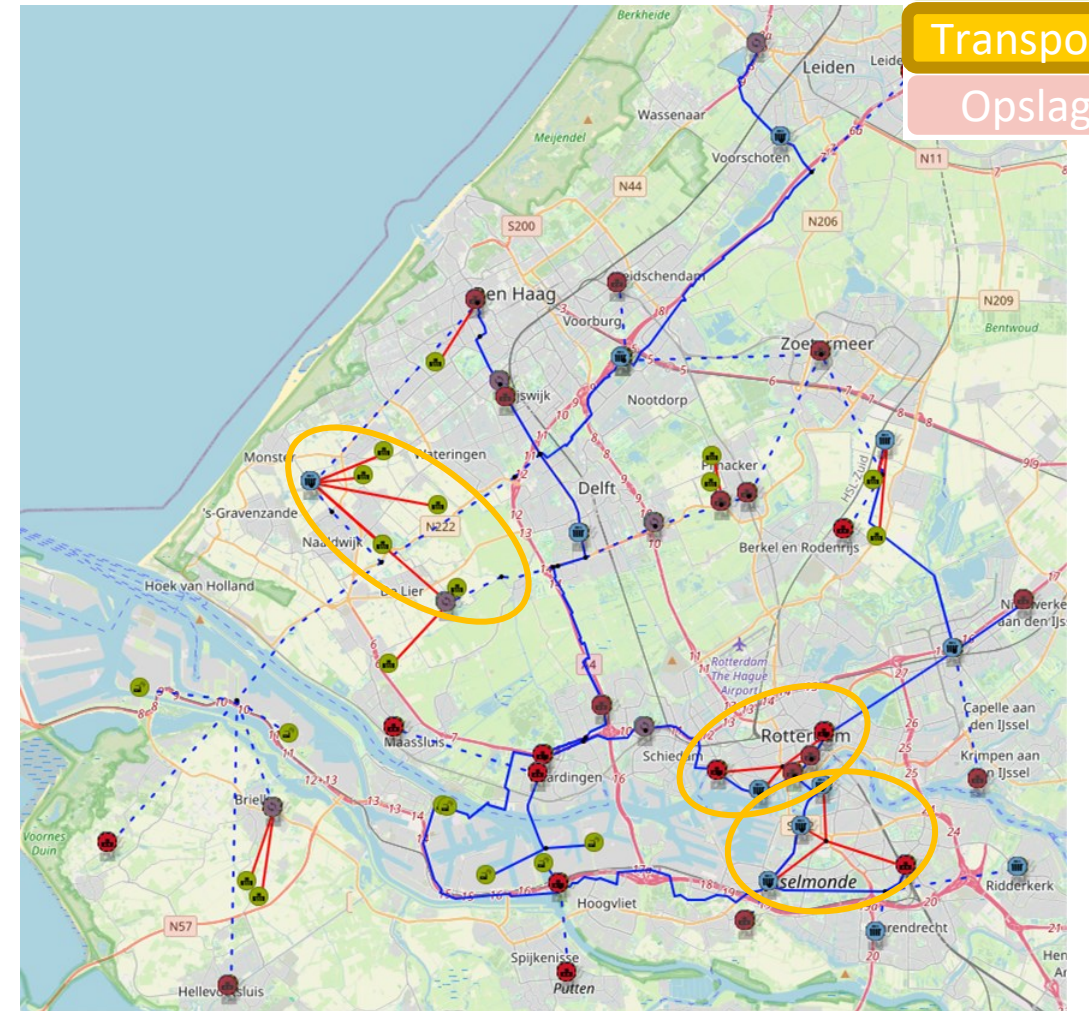


## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

### Transport

Ten opzichte van de eerdere [beschrijving van het transportnet in het Baseline model](#) zijn er de volgende aanvullende variaties:

- Transportfunctie Westland gemodelleerd: In het Westland is een warmtenet aanwezig dat warmte transporteert tussen het vraagcluster 's-Gravenzande en de Lier. Om de invloed hiervan mee te nemen in de optimalisatie is een transportleiding tussen deze twee vraag cluster toegevoegd.
- Koppeling tussen bestaande netten Rotterdam gemodelleerd: In Rotterdam was nog niet volledig in kaart welke buurt aan welke HAP is verbonden en zijn er buurten indirect met meerdere HAPS verbonden. Daarom is er besloten om nabijgelegen vraagclusters achter de HAP met elkaar te verbinden.



Isolatie

Vraag

Bronnen

Transport

Opslag

## 5.2 Benodigde variaties op aannames Baseline model

### Bronnen en Opslag

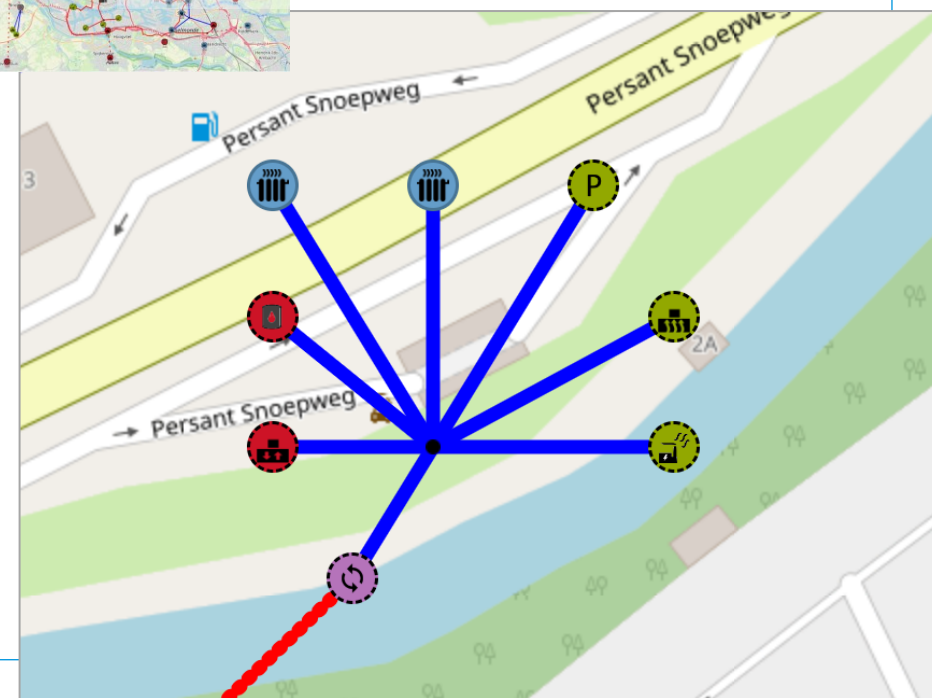
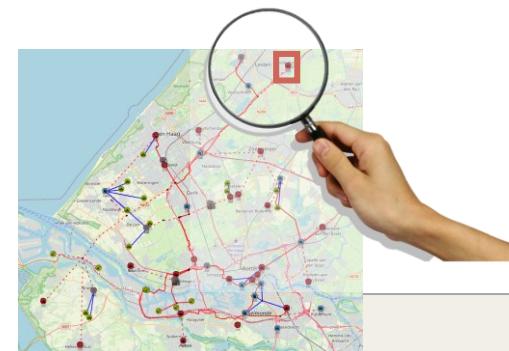
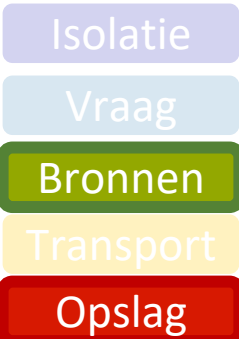
- Opslag van warmte in het Baseline model bestaat al per HAP uit:

Assets:	Opslag	Potentieel maximum
HTO (seizoensopslag)		2 doubletten
Tank opslag (dag-nacht opslag)		4 uur voor max warmtevraag

- Aanvullende variaties ten opzicht van het Baseline model betreffen onderstaande lokale bronnen.

Assets:	Bronnen	Potentieel Maximum
Piekketel gas		max warmtevraag
Geothermie		40% max warmtevraag
Lokale restwarmte		<u>Uit: Restwarmte Studie</u>

- Aanvullend zijn de blauwe lijnen in de figuur hiernaast gemodelleerd als functionele verbinding. Ze vormen geen fysiek netwerk.
- De potentiële maxima voor alle assets zijn inputs. De GROW optimalisatie bepaalt zowel de dimensionering van de assets gerelateerd aan CAPEX als de inzet ervan gerelateerd aan OPEX



## 5.3 Specifieke variaties aan de hand van scenario's



Om voor Onderzoeksproject 3 inzicht te verkrijgen in de samenhang van de inzet van de basislastbronnen, is specifiek gekeken naar de invloed op het integrale systeem van:

1. De mate van isolatie\* in gebouwde omgeving en impact daarvan op de warmtevraag; en
2. Verschillende kostenverhoudingen tussen de basislastbronnen regionaal (rest- en aftapwarmte) en lokaal (aardwarmte) die de vraag kunnen invullen.

Deze specifieke variaties in de aannames van het Baseline model resulteren in een aantal variaties, weergegeven in de tabel rechts.

Onderzoeksproject 3  
Onderzoeken optimale samenhang lokale en regionale basislastbronnen

*Isolatie streefwaarde die toeneemt leidt tot lagere warmtevraag*

*Kosten regionale restwarmte*

*zijn lager;* →

*ongeveer gelijk;* →

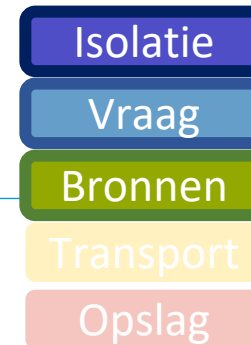
*en hoger;* →

*dan lokale geothermie*

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			
Regionale restwarmte			
Lokale restwarmte			
Lokale geothermie			

\*Andere kosten voor benodigde gebouwszijdige aanpassingen dan isolatie zijn hierin niet meegenomen

## 5.3 Specifieke variaties aan de hand van scenario's



Op de navolgende slides worden de resultaten van variaties in de scenario's besproken voor de volgende onderwerpen:

### 1. Bronnenmix regionaal en lokaal

- Impact kostenverschillen op inzet van bronnen per gemeente
- Impact kostenverschillen op inzet van bronnen over het jaar
- Impact mogelijk tegenvallende ontwikkeling geothermie
- Impact ontwikkeling HTO
- Impact minder volloop

### 2. Afhankelijkheden tussen gemeenten

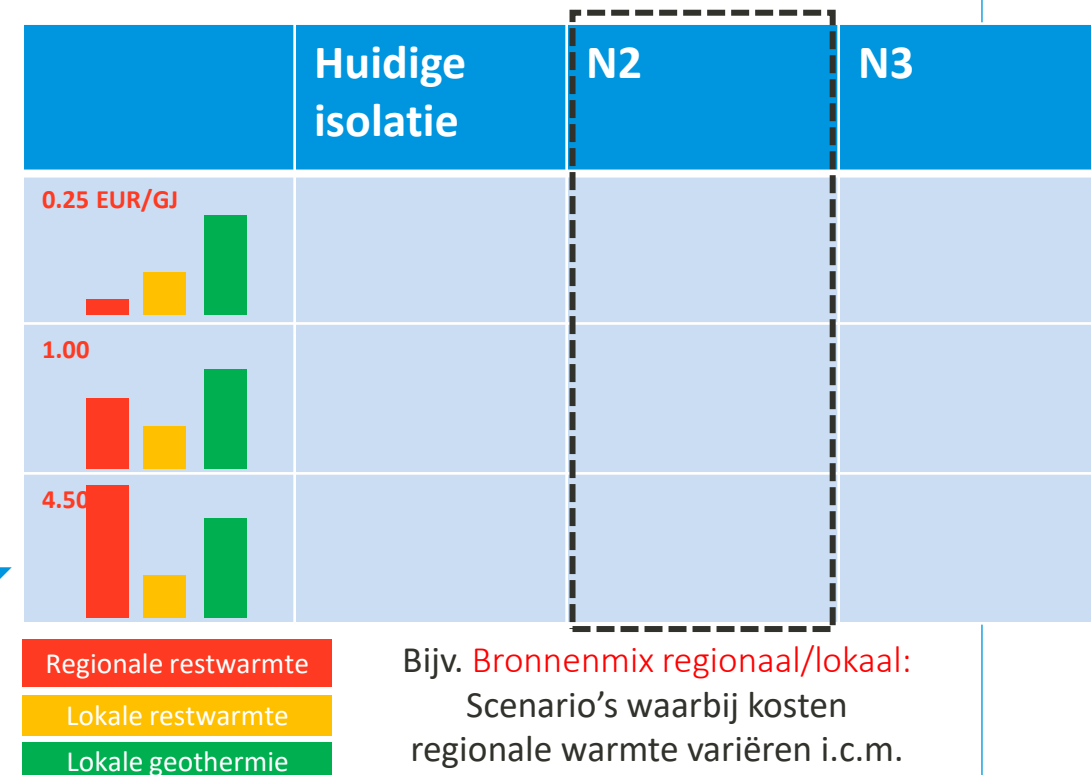
- Levelized cost of energy per gemeente en impact op elkaar
- Total cost of ownership en impact isolatie per gemeente
- Impact minder volloop
- Impact van mogelijk tegenvallende bodempotentie

De geanalyseerde scenario's bij elk van deze voorbeelden wordt steeds aangegeven aan de hand van deze aanduiding in de rechterbovenhoek van de slides:

*Isolatie streefwaarde die toeneemt leidt tot lagere warmtevraag*



**Kosten regionale restwarmte**  
zijn lager;  
ongeveer gelijk;  
en hoger dan  
lokale  
geothermie

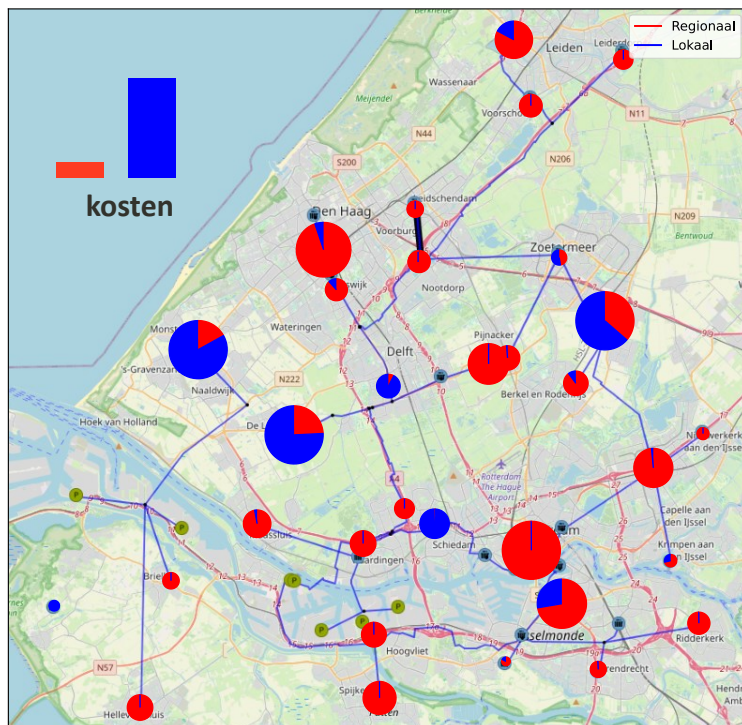




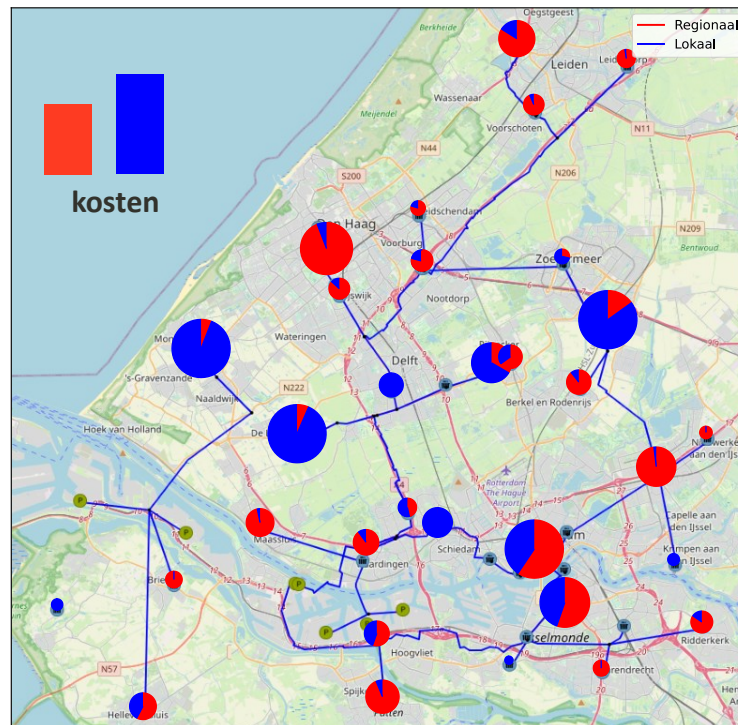
# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

## Impact kostenverschillen op inzet van bronnen per gemeente

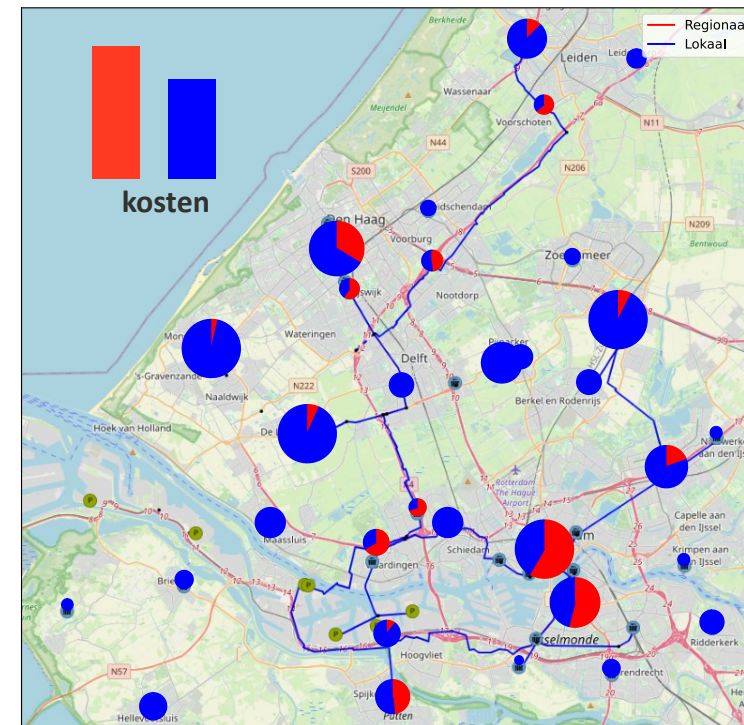
	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			



Als regionale restwarmte goedkoper is dan lokale geothermie, maakt alleen de glastuinbouw gebruik van dat laatste, vanwege de hoge vraag en het relatief vlakke vraagprofiel.



Als regionale restwarmte in kosten vergelijkbaar is met lokale warmte wordt deze ingezet bij gemeenten met een laag lokaal restwarmte potentieel, omdat die voor invulling van de collectieve warmtevraag meer afhankelijk van regionale restwarmte.



Als regionale restwarmte hogere kosten heeft dan lokale geothermie, wordt deze bij grotere woningbouwclusters ingezet waar geothermie en HTO tekort schieten in de middenlast.

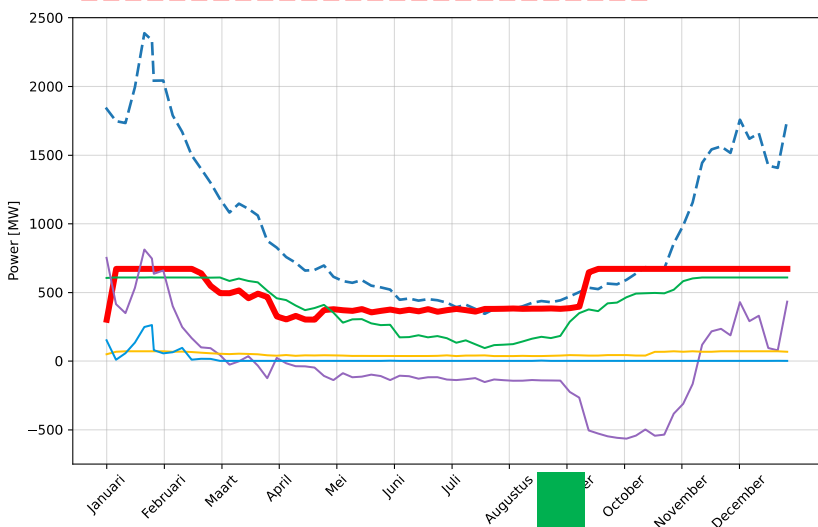


# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

## Impact kostenverschillen op inzet van bronnen over het jaar

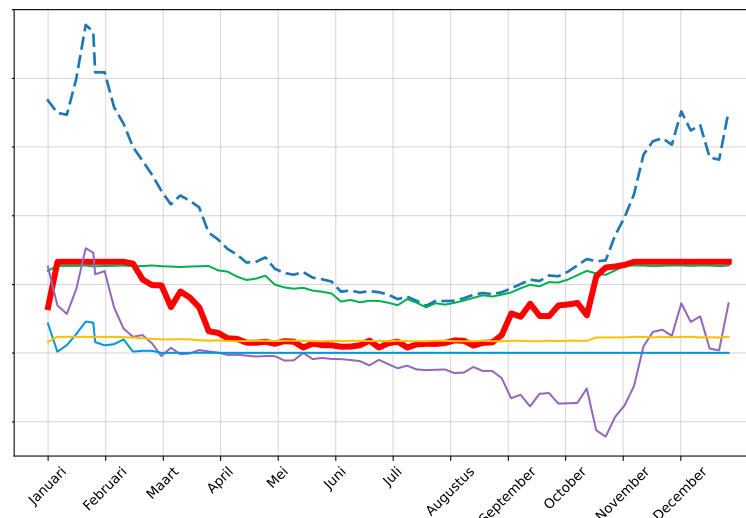
	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

Als regionale restwarmte **goedkoper** is dan lokale geothermie, wordt deze ingezet als basislast



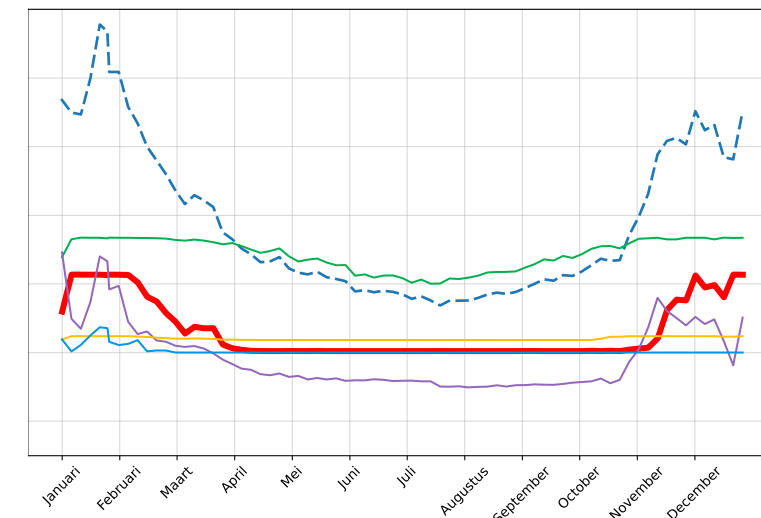
0.25 EUR/GJ

Bij **vergelijkbare** kosten als voor lokale geothermie, is regionale restwarmte dominant in de middenlast



1.00 EUR/GJ

En bij **hogere** kosten dan lokale geothermie, is regionale restwarmte aanvullend in de middenlast



4.50 EUR/GJ

- vraag
- lokale geothermie
- regionale restwarmte
- lokale piekvoorziening
- seizoensopslag
- lokale restwarmte

- Lokale geothermie en regionale restwarmte spelen altijd een belangrijke rol in de basis- en midden-last van de warmtevoorziening. De verhouding en het samenspel wordt bepaalt door de kosten niveaus van beide bronnen.
- Opslag (seizoen & dag/nacht buffer) speelt ten alle tijden een belangrijke rol voor een zo (kosten-)efficiënt mogelijk gebruik van de bronnen.
- Lokaal zijn deze rollen van regionale restwarmte minder hard; dit komt door verschillen tussen gemeenten in vraag, bronpotenties en in opslagpotenties in verhouding tot de vraag

Regionaal rest

Lokaal rest

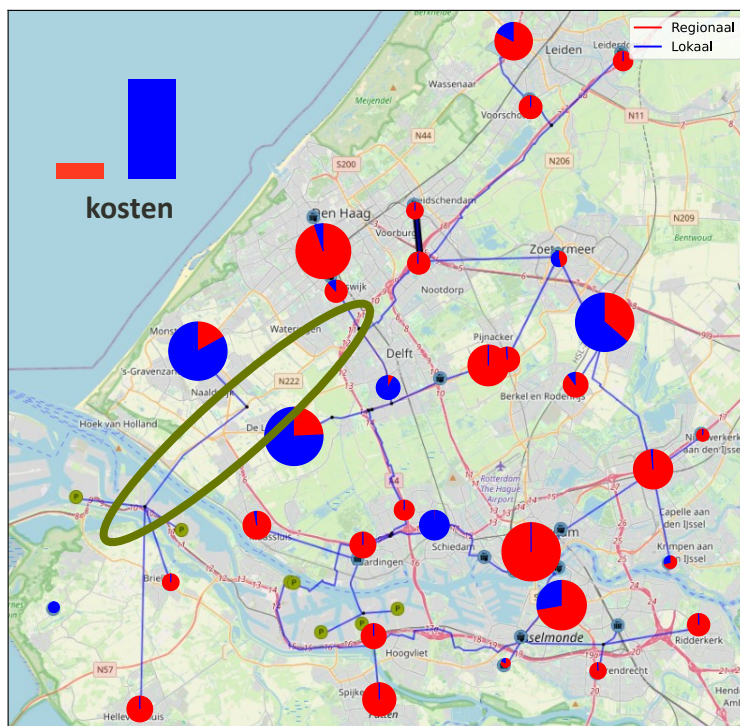
Lokaal geo

# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

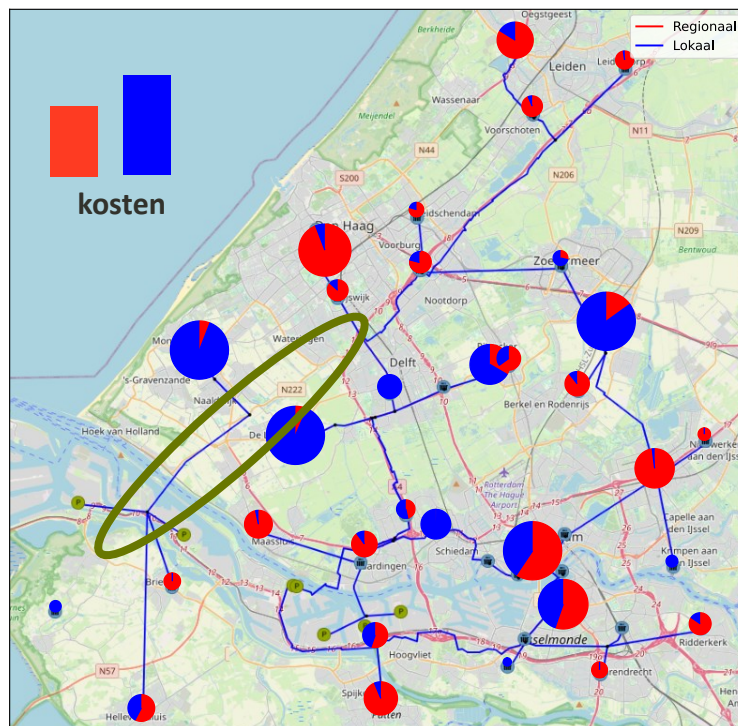
## Impact kostenverschillen op inzet van bronnen per gemeente

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

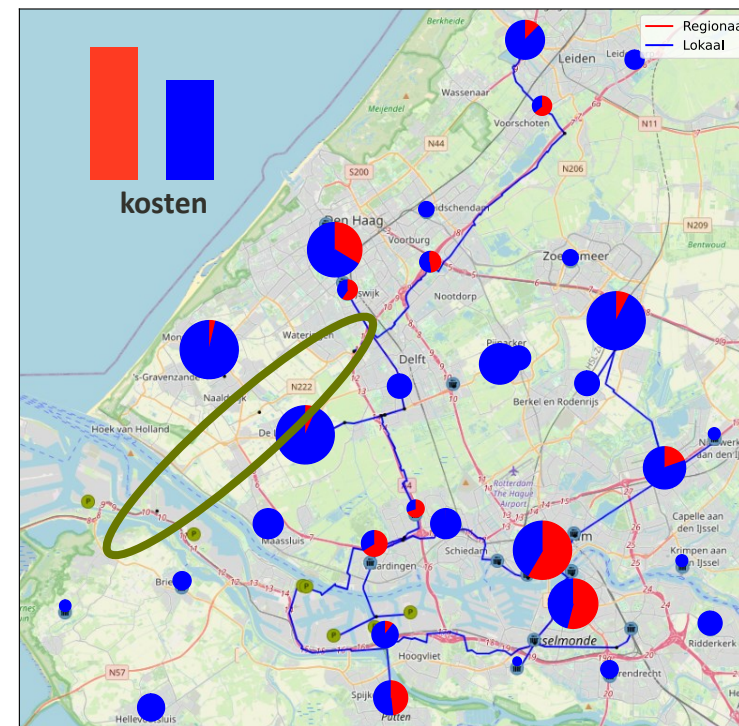
Omdat de kostenverschillen de inzet van regionale en lokale bronnen over de gemeenten beïnvloeden, hebben ze ook impact op de transportleidingen.



80 MW Maasvlakte naar 's-Gravenzande



70 MW Maasvlakte naar 's-Gravenzande



Geen Maasvlakte

Op basis van de aannames in deze scenario's, bijvoorbeeld bij voldoende beschikbaarheid geothermie, zou de leiding vanuit de Maasvlakte niet worden doorgetrokken naar Den Haag vanuit een investeringsperspectief. Inzichten die relevant zijn voor investeringsbeslissingen voor een dergelijke leiding hangen hier dus af van de wisselwerking tussen de potentie van lokale geothermie, de hoeveelheid warmtevraag en de prijs van de regionale warmte. Alleen een integrale analyse kan dit soort inzichten bieden.

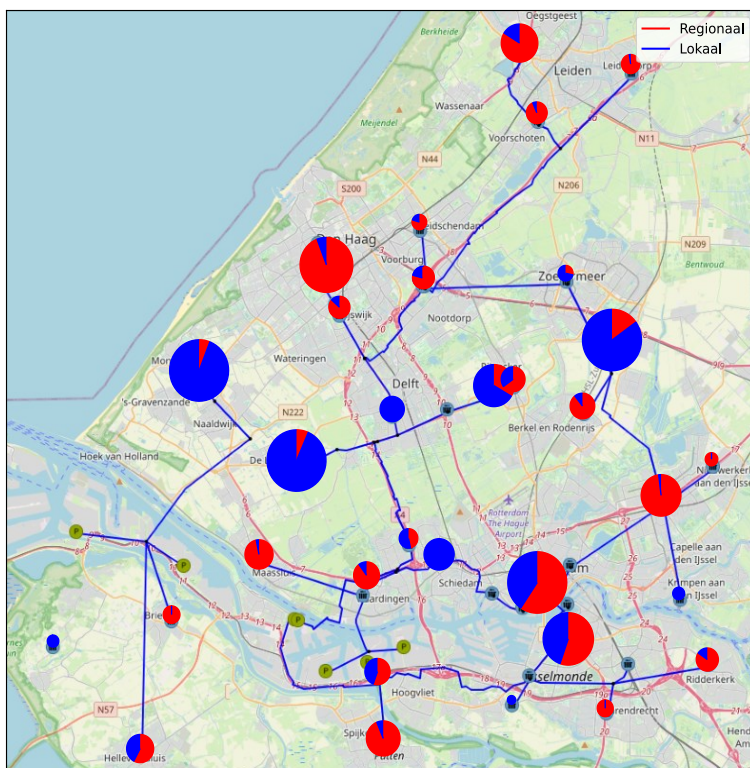


# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

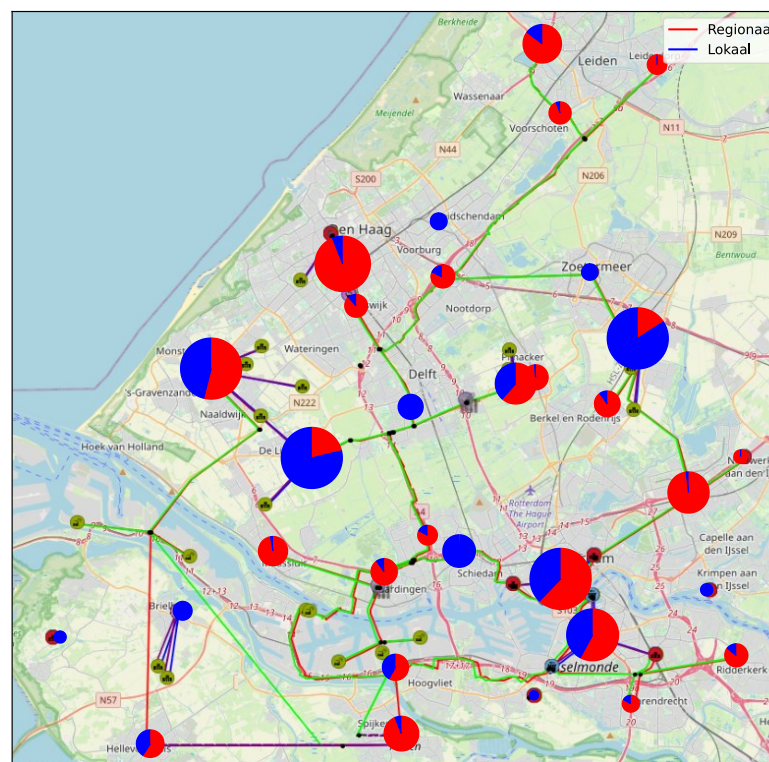
## Impact mogelijk tegenvallende ontwikkeling geothermie

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

Wat gebeurt er als de potentie van aardwarmte in het Westland 50% lager uitvalt dan aanvankelijk verondersteld. Wat is volgens de integrale aanpak de invloed daarvan op het regionale systeem, en op de andere gemeenten?



Halvering potentiële geothermie Westland



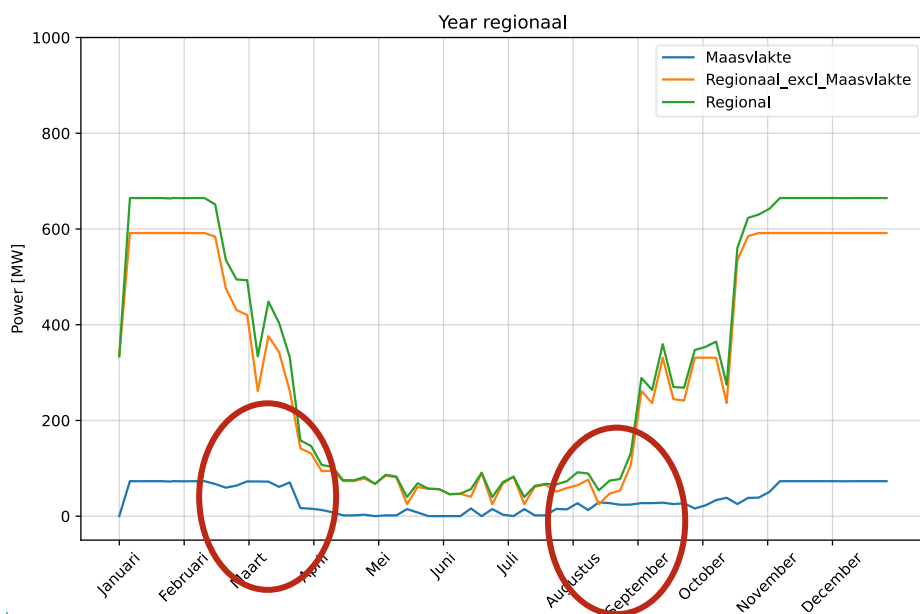
- Het blijkt economisch aantrekkelijk te zijn vanuit de Maasvlakte een dikkere leiding (meer capaciteit) aan te leggen, omdat de maximale aansluiting voor het Westland groter is.
- Voor het Westland is het goedkoper om deze warmte vanuit WarmtelinQ af te nemen, dan het alternatief om langdurig met een piekvoorziening te draaien.
- Verdere veranderingen in de verdeling lokale-regionale warmte voor kleine gemeenten vallen binnen de optimalisatie toleranties voor dit scenario.

# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

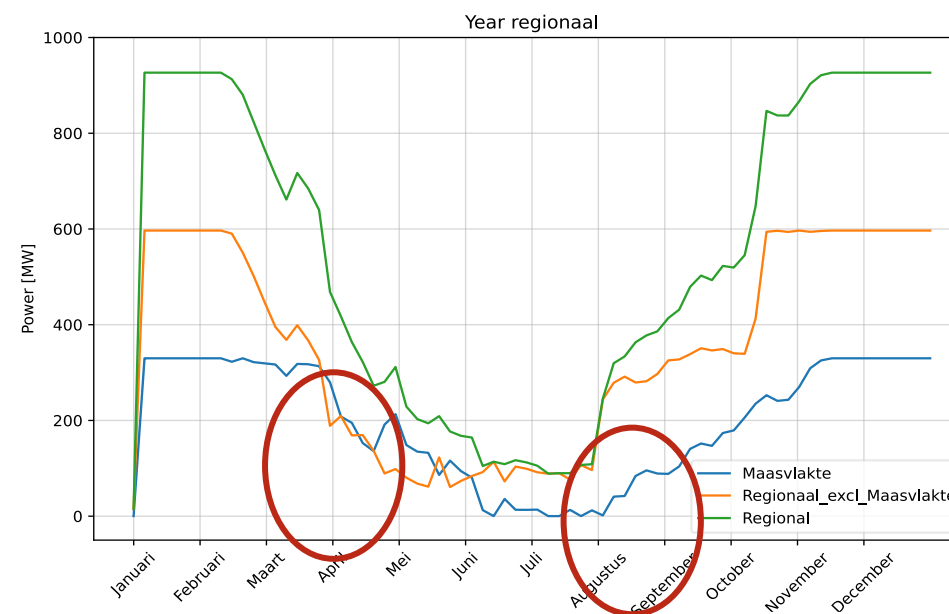
## Impact mogelijk tegenvallende ontwikkeling geothermie

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

- Een ander gevolg is dat de regionale bronnen (exclusief de Maasvlakte) meer en gedurende het jaar langer worden uitgenut (maart, april, augustus) vakkere uitnutting komt doordat de glastuinbouw een vlakker vraagprofiel heeft (dan de gebouwde omgeving)
- Kostenaspecten: de LCOE en TCO van de gemeenten blijft onder de aangenomen aannames nu vrijwel gelijk omdat de vergelijking is gemaakt met een regionale kostprijs die dicht bij die voor lokale geothermie ligt.



Halvering  
potentiële  
geothermie  
Westland

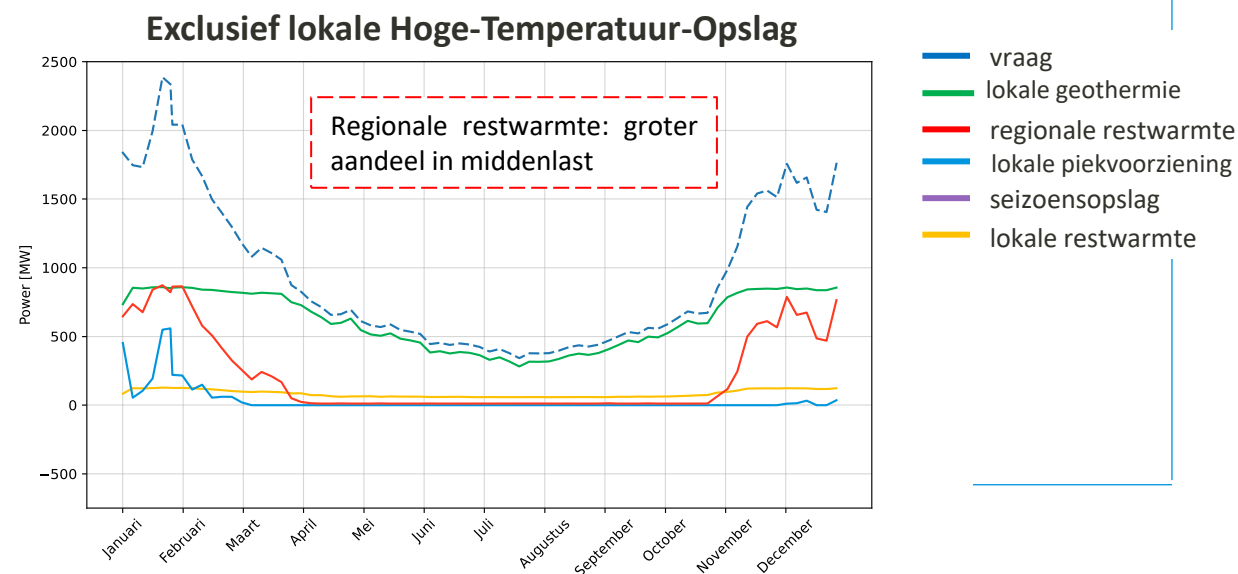
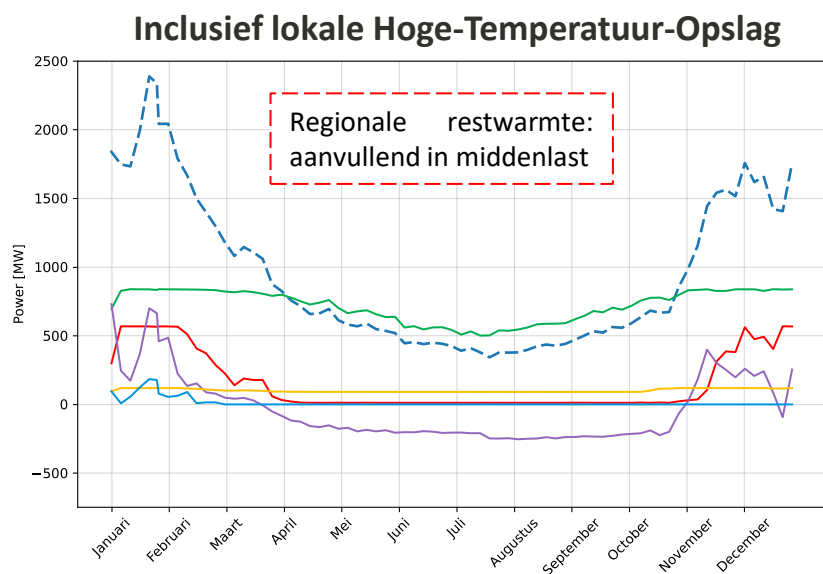


# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

## Impact ontwikkeling Hoge Temperatuur Opslag

- Bij deze specifieke variatie kiezen we een scenario waarin lokale HTO's nergens een haalbare optie blijken te zijn.
- De impact hiervan volgens de integrale analyse is dan het regionale net meer warmte in de winter levert aan gemeenten. Het totale maximale vermogen gaat van 550 MW met HTO's naar 800 MW zonder HTO's). Regionale warmte wordt voornamelijk meer ingezet in de middenlast.
- Op deze manier kan regionale warmte met haar hogere leveringszekerheid een back-up functie vervullen voor hoger-risico duurzame initiatieven als Hoge Temperatuur Opslag.



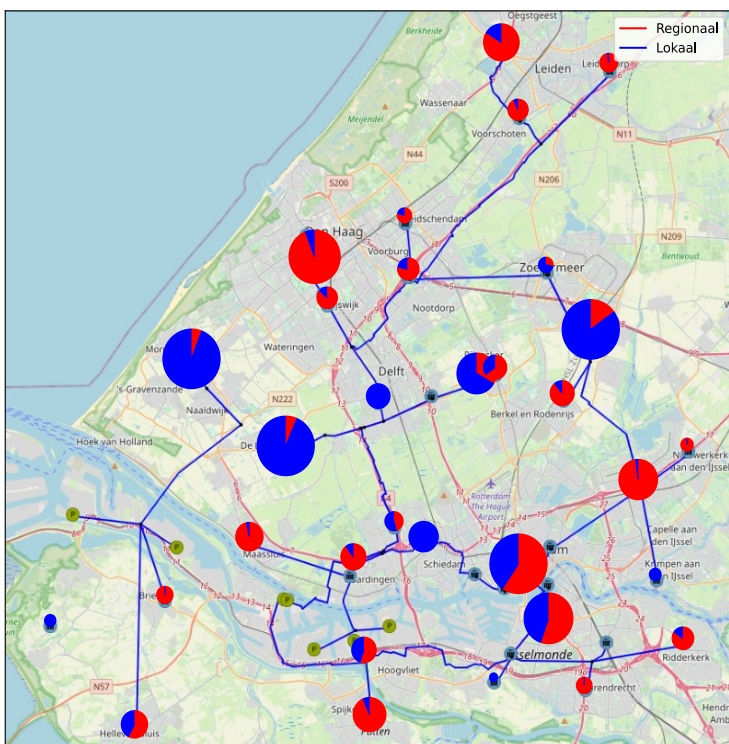


# 5.4 Resultaten analyse: bronnenmix regionaal en lokaal

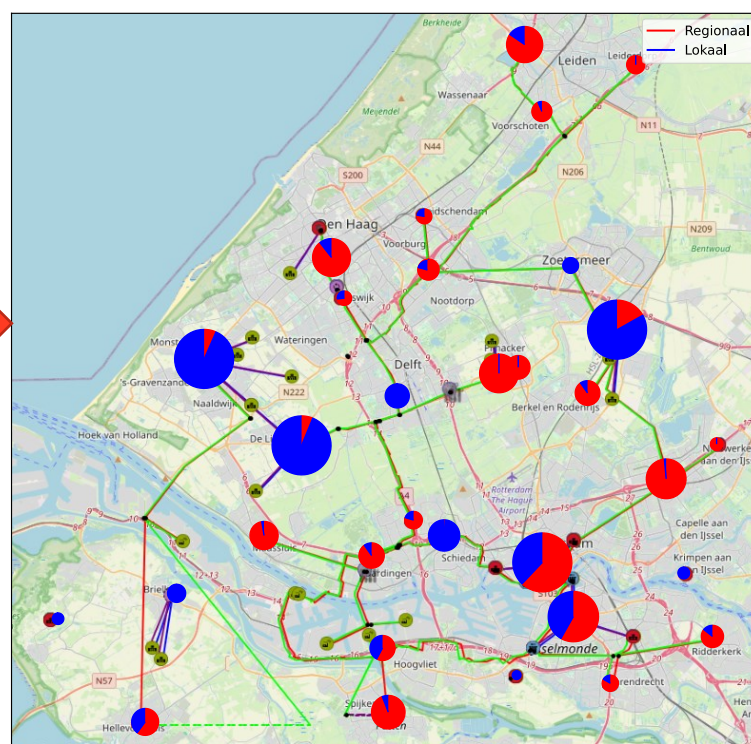
## Impact minder volloop

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

De specifieke variatie waarbij de vraag naar collectieve warmte in Den Haag en Rijswijk 50% lager uitvalt dan aanvankelijk verwacht, geeft weer wat volgens de integrale aanpak de invloed daarvan is op onder meer de bronnenmix. De halvering van de vraag wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door een halvering van het aantal voorziene aansluitingen op het collectieve warmtenet. Die moeten nu over op warmtepompen met bijbehorende verzwaring van het elektriciteitsnet.



Halvering  
warmtevraag  
Den Haag en  
Rijswijk

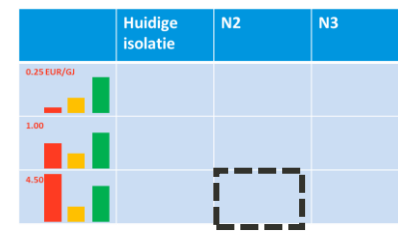


Er komt Regionale transport capaciteit (WLQ) vrij door vermindering van de vraag naar collectieve warmte in Den Haag, waardoor:

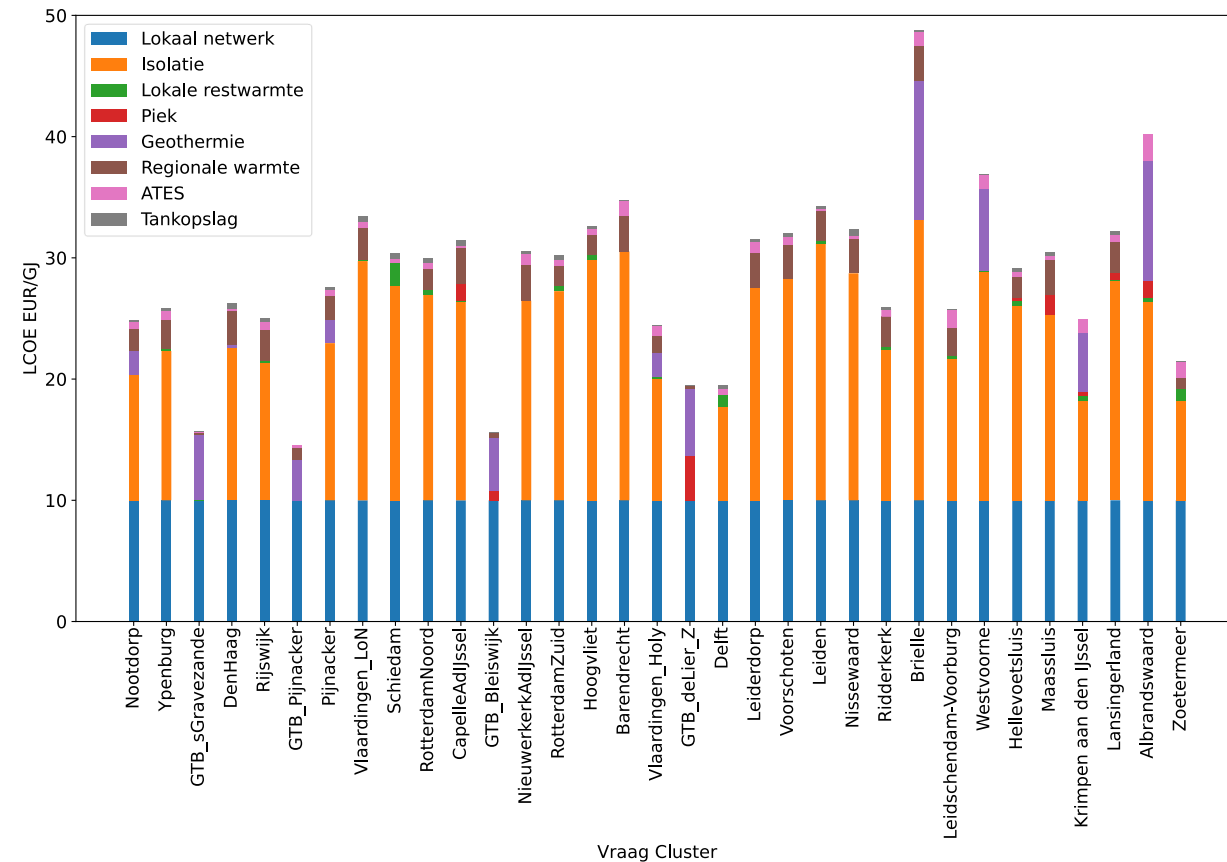
- Pijnacker en Nootdorp (zowel GO als GTB) vrijwel volledig overgaan op regionale warmte;
- Vlaardingen een groter aandeel regionale warmte gaat gebruiken;
- Zoetermeer zijn vraag volledig invult met lokale restwarmte.

# 5.5 Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten

## Levelized cost of energy per gemeente en impact op elkaar

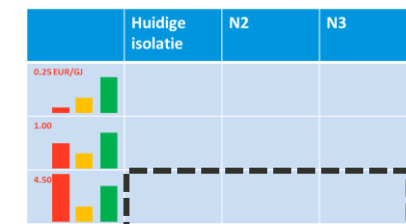


- De rechter grafiek toont de variatie in kostprijs in EUR/GJ (LCOE) per gemeente in de regio. Deze geven inzicht in de verschillen in kosten van de gemeente onderling op basis van minimale nationale kosten onder de specifiek aangegeven variatie. Er is aanzienlijke variatie in LCOE tussen gemeentes.
- Isolatiekosten domineren de LCOE. Deze kosten zijn hoog ten opzichte van de andere onderdelen van de integrale warmteketen. Ze verminderen tegelijk gunstig de warmtevraag.
- Uitschieter Brielle komt door gebrek aan warmtevraag uit de glastuinbouw, terwijl de kosten van bestaande geothermie worden meegenomen.
- Het is het belangrijk te realiseren dat er een sterke onderlinge afhankelijkheid bestaat in het collectieve warmtesysteem. Wanneer gemeenten bepaalde suboptimale keuzes maken voor het gehele systeem kan dit grote gevolgen hebben voor de totale kosten voor de regio. Die worden dan op andere gemeenten worden afgeschoven.
- LCOE en TCO berekeningen per gemeente kunnen per variatie in scenario's laten zien wat de impact en onderlinge afhankelijkheid is

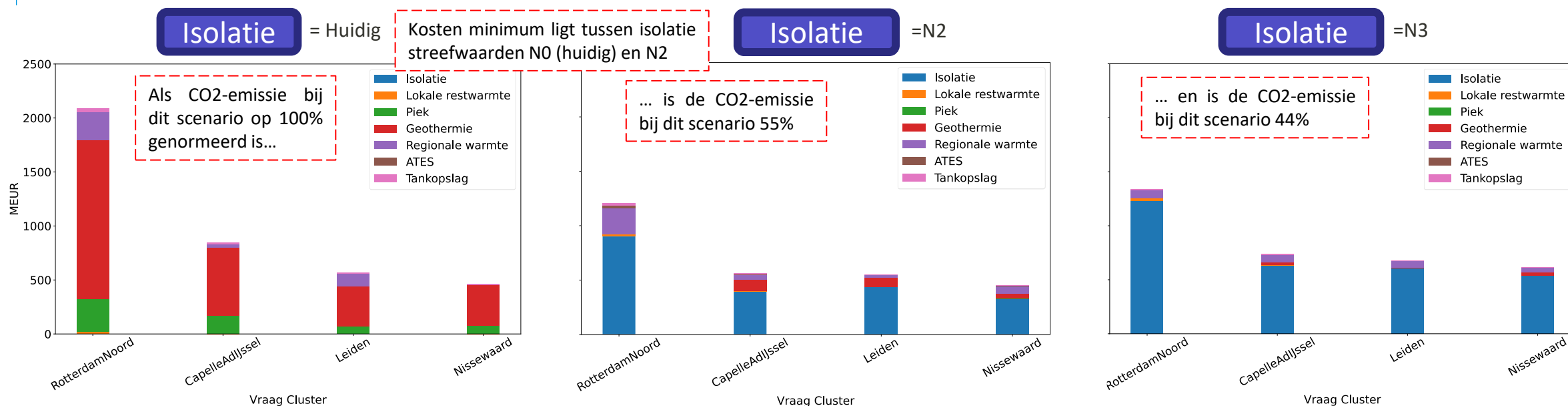


# 5.5 Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten

## Total cost of ownership en impact isolatie per gemeente



- In deze specifieke variatie als aangegeven zijn de TCO per gemeente gebaseerd op [nationale kosten](#). De impact hierop van de mate van doorisoleren is weergegeven. De resultaten zijn illustratief ter bewustwording van de potentiële verschillen.
- Het effect van isolatie op de TCO verschilt per gemeente, bijvoorbeeld:
  - Osoleren loont in dit scenario duidelijk voor Rotterdam-Noord;
  - Kostentechnisch is Leiden juist beter af door niet te veel te isoleren
- Inzicht in de balans tussen kosten en CO2 kan helpen bij beleidskeuzes om de investeringen in breder perspectief te plaatsen.

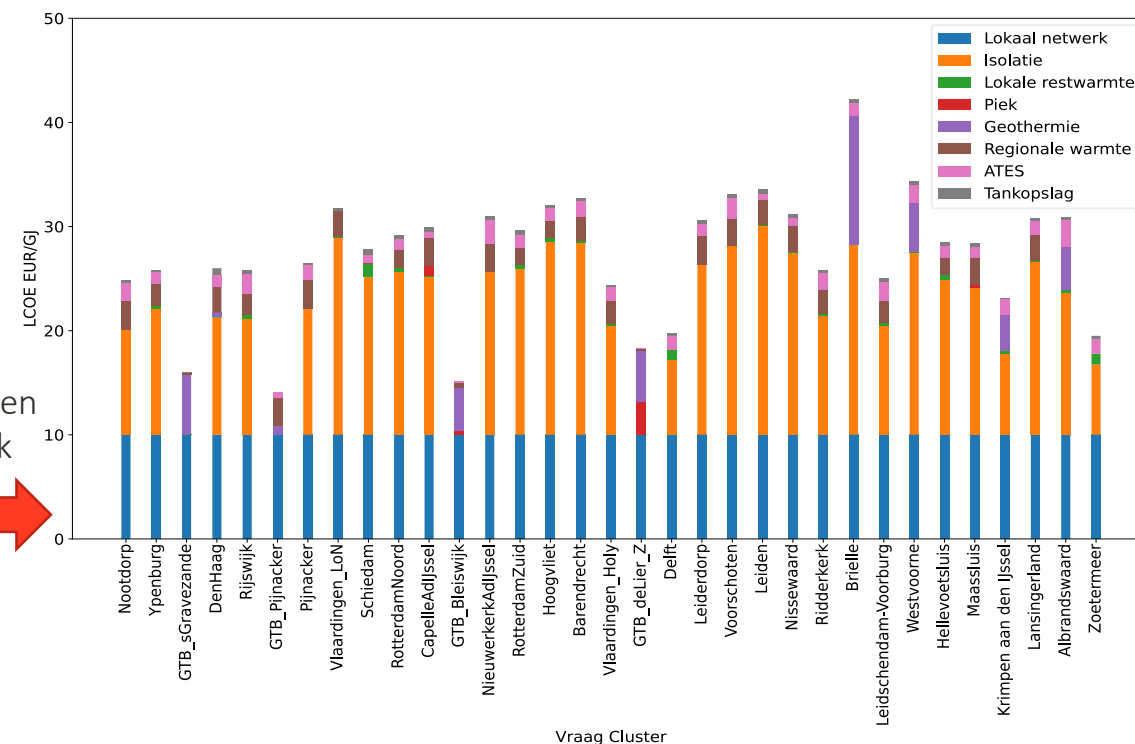
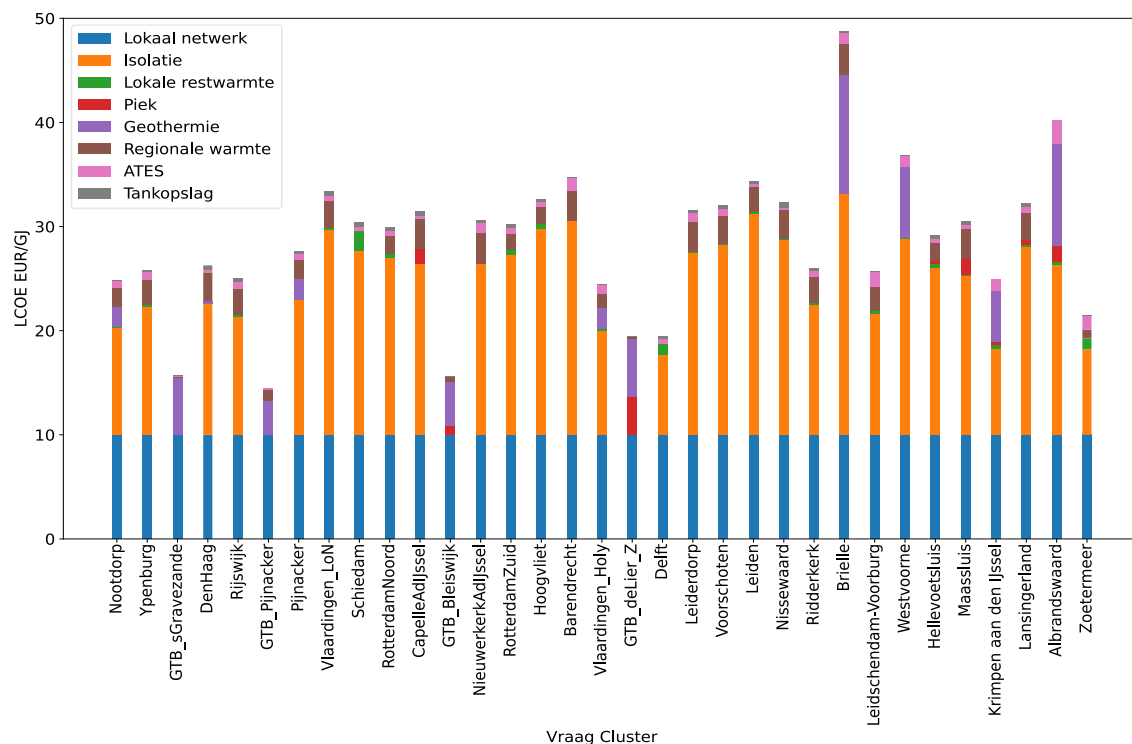


# 5.5 Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten

## Impact minder volloop

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			

- In de specifieke variatie van de halvering van de warmtevraag Den Haag en Rijswijk zijn de LCOEs binnen het totale integrale collectieve warmtesysteem voor 2050 relatief gering. Er veranderen onderdelen qua omvang in het systeem, maar de bulk van de kosten voor isolatie en het lokale netwerk moeten nog steeds worden gemaakt;
- Wat in deze berekening niet is meegenomen is de toename in kosten die samenhangt met het feit dat bewoners die nu geen gebruik maken van collectieve warmte zullen overgaan naar een van de duurdere alternatieven van elektrische warmte of duurzaam gas. Ook de impact daarvan op netcongestie is hier buiten scope.





# 5.5 Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten

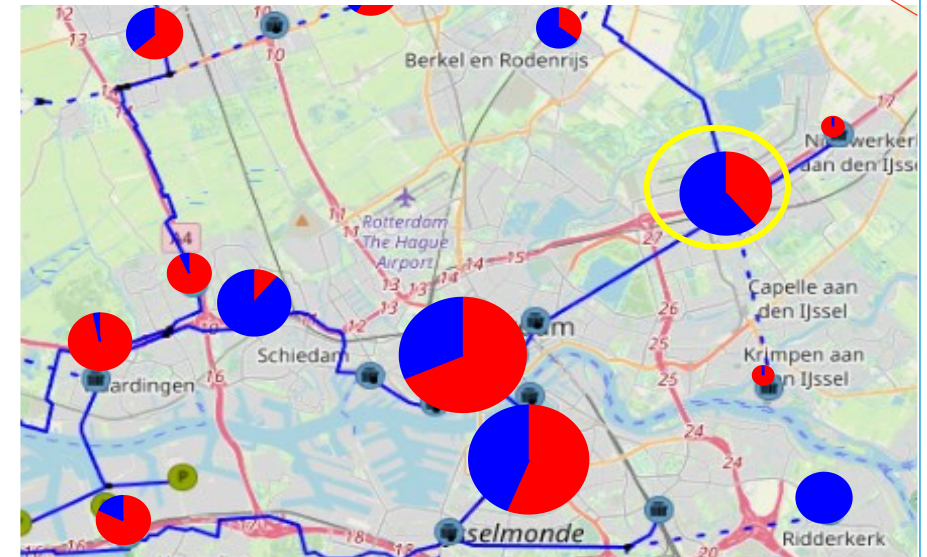
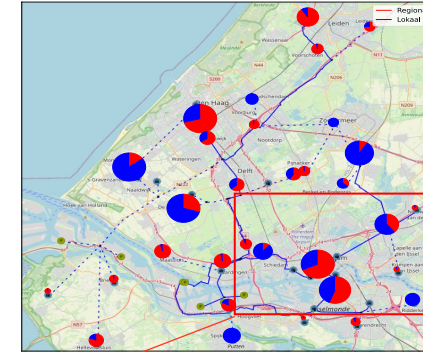
## Impact mogelijke tegenvallende bodempotentie

De specifieke variatie van een mogelijke tegenvallende bodempotentie voor geothermische bronnen in Capelle a/d IJssel illustreert de onderlinge afhankelijkheden tussen gemeenten.

Voor de hand liggende mogelijke oplossingen zijn in principe:

- Capelle a/d IJssel gaat zelf duurdere en minder duurzame bronnen ontwikkelen
- Capelle a/d IJssel gaat samenwerken met Rotterdam aan een oplossing

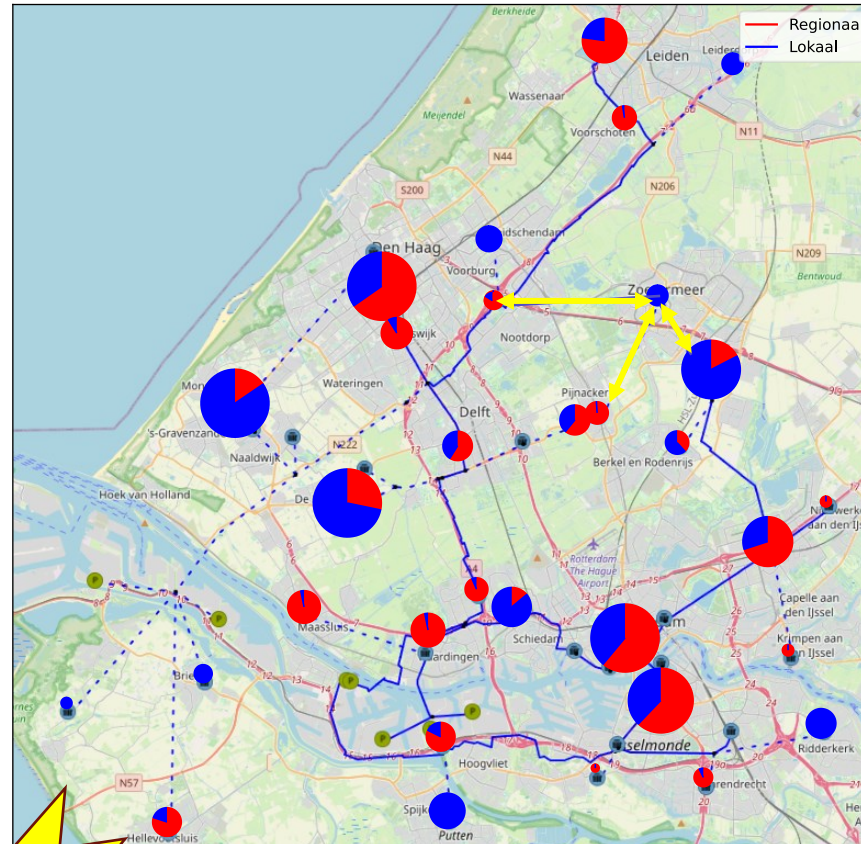
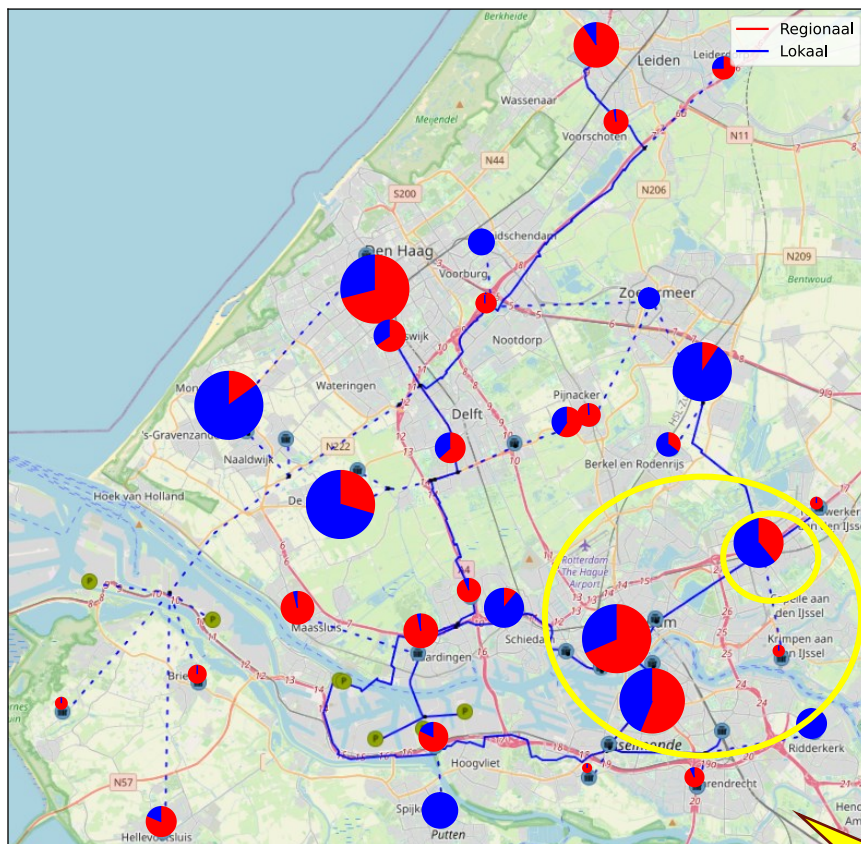
	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			



# 5.5 Resultaten analyse: afhankelijkheden tussen gemeenten

## Impact mogelijke tegenvallende geothermie potentie

	Huidige isolatie	N2	N3
0.25 EUR/GJ			
1.00			
4.50			



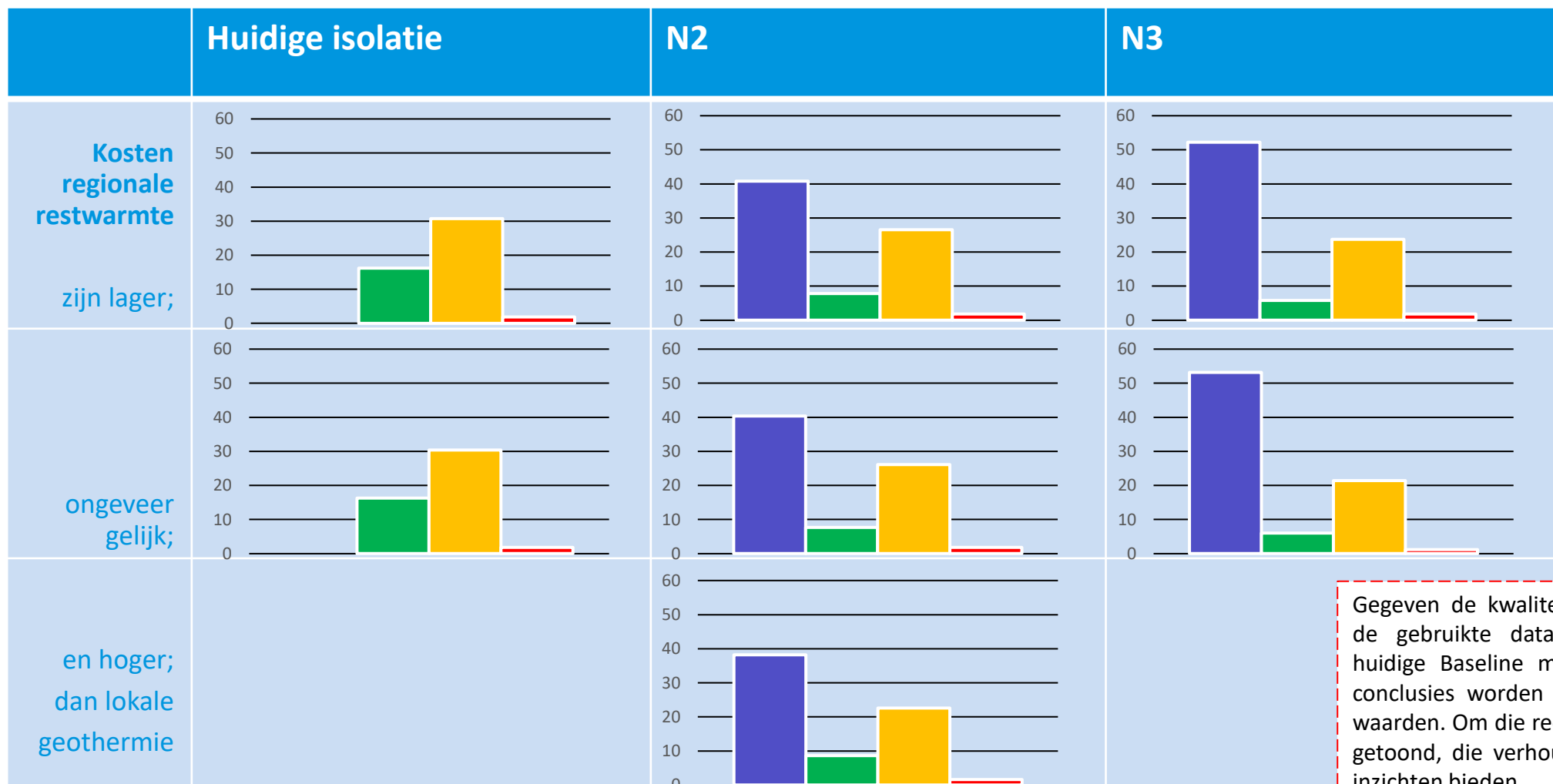
Zo kan Rotterdam investeren om ruimte vrij te spelen op de leiding naar Capelle a/d IJssel . Dat zijn dure investeringen in geothermie, maar wellicht integraal kostenefficiënter.

..., optimalisatie biedt inzicht in een hele andere oplossing: gebruik maken van flexibiliteit in levering op WarmtelinQ en WarmtelinQ+. De aanleg van pijpleidingen door Oostland maakt dat de aanvoer naar Capelle “bovenlangs” kan gaan. Integraal is dat financieel gunstiger. Oostland kan nu ook meer van regionale warmte kan profiteren.

# 5.6 Resultaten analyse: kostenverhoudingen in de scenario's

Relatieve bijdragen aan CAPEX vanuit verschillende onderdelen integrale warmteketen als percentage van TCO [%]

Isolatie streefwaarde die toeneemt leidt tot lagere warmtevraag 



\* De kosten voor isolatie omvatten enkel de kosten voor de isolatiemaatregelen zelf, dus niet de kosten voor andere woningzijdige aanpassingen

Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan absolute waarden. Om die reden zijn relatieve getallen getoond, die verhoudingsgewijs wel zinvolle inzichten bieden.

## 5.6 Resultaten analyse: kostenverhoudingen in de scenario's

### Relatieve bijdragen aan CAPEX vanuit verschillende onderdelen integrale warmteketen als percentage van TCO [%]

Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan absolute waarden. Om die reden zijn relatieve getallen getoond, die verhoudingsgewijs wel eerste inzichten bieden.

	Onderdeel warmteketen	Huidige isolatie		N2			N3	
		kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte hoger	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk
CAPEX	vraag/isolatie	0,0	0,0	40,8	40,3	38,2	52,2	53,2
	bronnen	16,2	16,3	7,8	7,7	8,6	5,8	6,0
	bronnen <i>bestaand</i>	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,5	1,5
	bronnen <i>geoptimaliseerd</i>	14,4	14,5	6,0	5,9	7,0	4,3	4,5
	transport	30,7	30,4	26,6	26,1	22,6	23,7	21,4
	transport <i>bestaand</i>	22,9	22,1	22,7	22,4	21,2	19,2	19,5
	transport <i>geoptimaliseerd</i>	7,8	8,3	3,9	3,7	1,3	4,5	1,8
	opslag	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,2	1,2
	opslag <i>bestaand</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	opslag <i>geoptimaliseerd</i>	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,2	1,2
	<b>totaal</b>	<b>48,9</b>	<b>48,5</b>	<b>77,0</b>	<b>75,9</b>	<b>71,1</b>	<b>82,9</b>	<b>81,8</b>

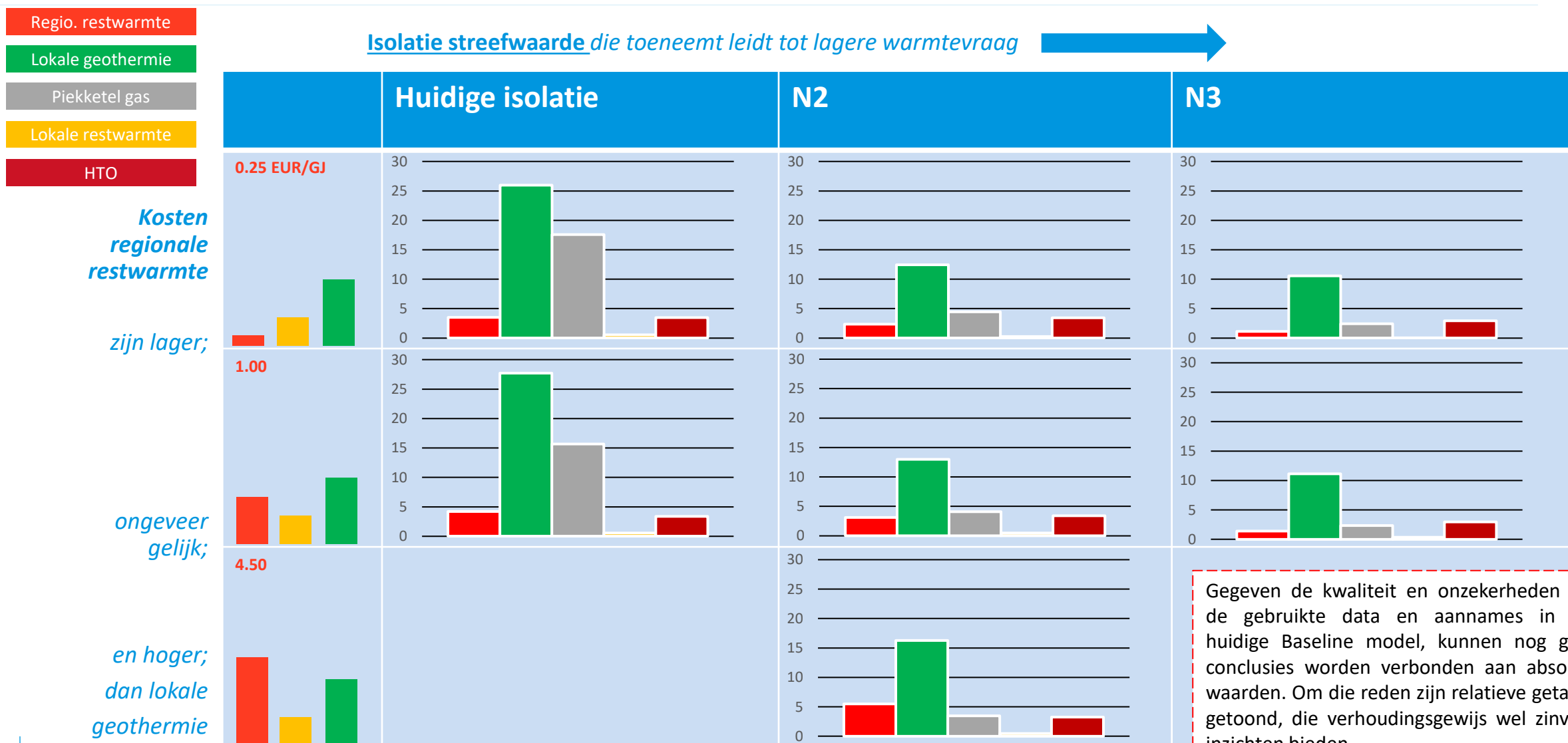
- Verhoudingsgewijs lopen de kosten voor isolatie en in pandige woningaanpassingen sterk op van het huidige niveau naar N2 en N3
- Transport (regionaal transport en distributie) zijn na isolatie in N2 en N3 de hoogste kostenpost
- Bronnen vormen een derde belangrijke kostenpost. Opslag is relatief goedkoper in het systeem.



# 5.6 Resultaten analyse: kostenverhoudingen in de scenario's

Omdat de OPEX wordt gedomineerd door de kosten van de warmtebronnen, is deze uitgesplitst naar brontypes

Relatieve bijdragen aan OPEX vanuit verschillende onderdelen integrale warmteketen als percentage van TCO [%]



Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan absolute waarden. Om die reden zijn relatieve getallen getoond, die verhoudingsgewijs wel zinvolle inzichten bieden.

## 5.6 Resultaten analyse: kostenverhoudingen in de scenario's

Omdat de OPEX wordt gedomineerd door de kosten van de warmtebronnen, is deze uitgesplitst naar brontypes

### Relatieve bijdragen aan OPEX vanuit verschillende onderdelen integrale warmteketen als percentage van TCO [%]

Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan absolute waarden. Om die reden zijn relatieve getallen getoond, die verhoudingsgewijs wel eerste inzichten bieden.

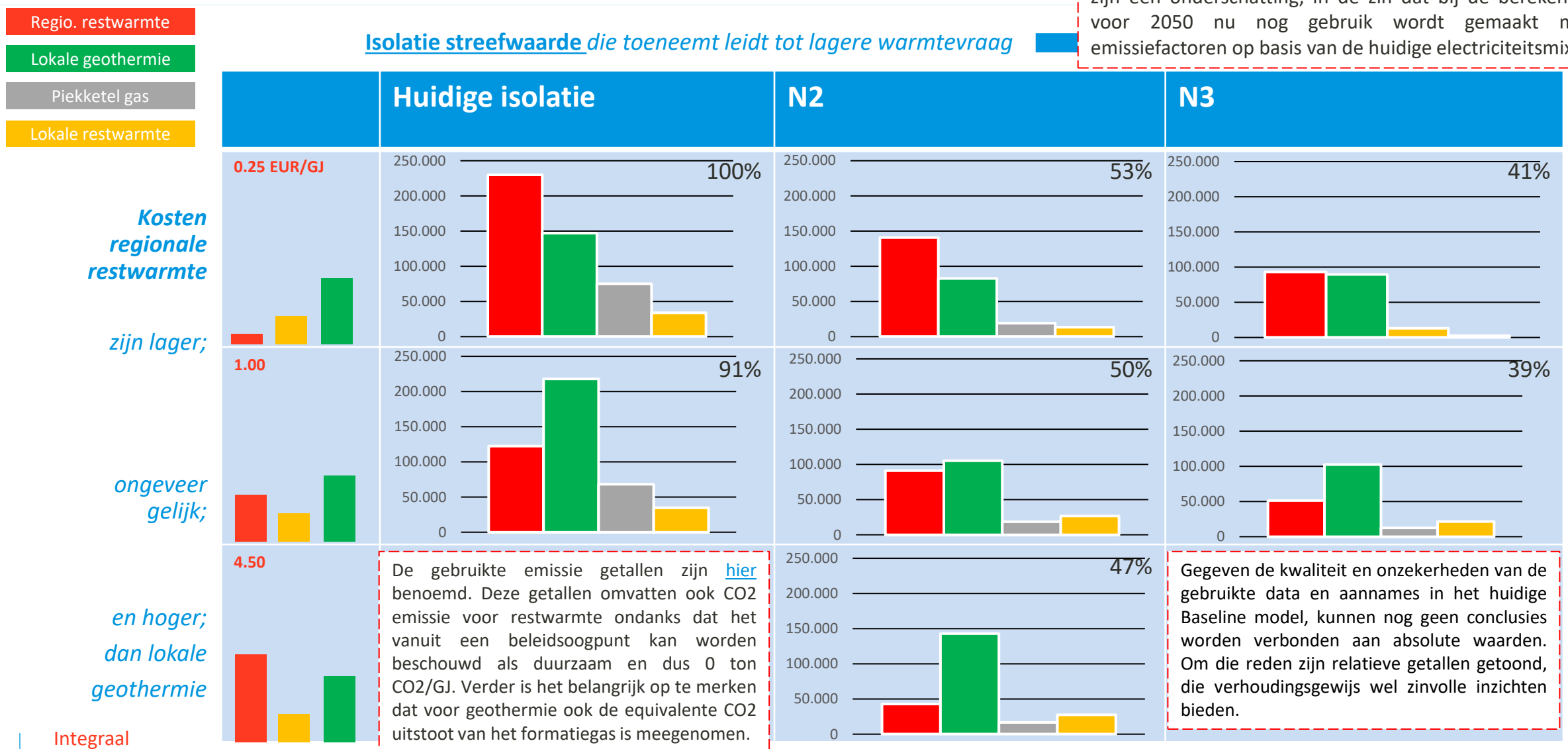
	Bron	Huidige isolatie		N2			N3	
		kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte hoger	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk
OPEX	Rest regionaal	3,5	4,2	2,4	3,1	5,5	1,1	1,4
	Geothermie	26,0	27,7	12,4	13,0	16,3	10,6	11,1
	Piekketel gas	17,6	15,7	4,5	4,1	3,5	2,4	2,3
	Rest lokaal	0,6	0,6	0,3	0,5	0,5	0,0	0,3
	HTO	3,5	3,4	3,5	3,4	3,2	2,9	3,0
	<b>totaal</b>	<b>51,1</b>	<b>51,5</b>	<b>23,0</b>	<b>24,1</b>	<b>28,9</b>	<b>17,1</b>	<b>18,2</b>

- Verhoudingsgewijs zijn de OPEX voor geothermie relatief hoger in vergelijking met restwarmte. Vanwege zijn lokale karakter hoeft deze niet ver te worden getransporteerd wat deze kosten weer in meer of mindere mate compenseert;
- Piekketel gas en HTO zijn de onderdelen met relatief ook wat hogere OPEX.

# 5.7 Resultaten analyse: CO2 emissies in scenario's

## Relatieve bijdragen CO2 emissies vanuit verschillende bronnen

De percentages staan voor de relatieve CO2-emissie t.o.v. het scenario met huidige isolatie en goedkopere regionale restwarmte. Dit referentiescenario is daarom geen vergelijking tov de huidige situatie waarbij woningen worden verwarmd met aardgas. Deze emissie-reducties zijn een onderschatting, in de zin dat bij de berekening voor 2050 nu nog gebruik wordt gemaakt met emissiefactoren op basis van de huidige electriciteitsmix.



## 5.7 Resultaten analyse: CO2 emissies in de scenario's

### Relatieve bijdragen CO2 emissies vanuit verschillende bronnen

De percentages staan voor de relatieve CO2-emissie t.o.v. het scenario met huidige isolatie en goedkopere regionale restwarmte. Deze emissie-reducties zijn een onderschatting, in de zin dat bij de berekening voor 2050 nu nog gebruik wordt gemaakt met emissiefactoren op basis van de huidige electriciteitsmix.

Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan absolute waarden. Om die reden zijn relatieve getallen getoond, die verhoudingsgewijs wel eerste inzichten bieden.

Warmtebron	Huidige isolatie		N2			N3	
	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk	kosten regionale restwarmte hoger	kosten regionale restwarmte lager	kosten regionale restwarmte gelijk
Regionale restwarmte	230.183	122.343	140.644	91.351	42.794	93.296	51.384
Geothermie	147.156	217.884	82.526	105.507	142.914	89.503	102.675
Piekketel gas	74.968	68.419	19.158	18.665	16.751	12.909	12.488
Lokale restwarmte	33.845	34.875	13.437	26.771	27.504	2.519	21.535
<b>totaal [ton]</b>	<b>486.152</b>	<b>443.521</b>	<b>255.765</b>	<b>242.294</b>	<b>229.963</b>	<b>198.227</b>	<b>188.082</b>
<b>totaal (genormaliseerd)</b>	<b>100%</b>	<b>91%</b>	<b>53%</b>	<b>50%</b>	<b>47%</b>	<b>41%</b>	<b>39%</b>



## 5.8 Belangrijke disclaimers bij getoonde resultaten in dit stadium

- **De Design Toolkit kan goed rekenen maar wat er in gaat komt er ook uit.** Gegeven de kwaliteit en onzekerheden van de gebruikte data en aannames uit de Uitgangsstudies en de EDR in het huidige Baseline model, kunnen nog geen conclusies worden verbonden aan de getoonde waarden. Ze geven wel verhoudingsgewijs de eerste zinvolle inzichten.
- **CAPEX en OPEX van regionale en lokale warmtebronnen en andere onderdelen in de integrale warmteketen kennen grote onzekerheden.** Veel informatie hierover is in deze fase van de warmtetransitie nog niet bekend. Dit betreft onder meer de kosten voor uitkoppeling van rest- en aftapwarmte, aardwarmte en HTO. Bovendien zijn veel van de toe te passen technieken nog sterk in ontwikkeling zoals aardwarmte, HTO maar ook andere onderdelen in de integrale warmteketen. Veel van de data en informatie berust nog op eerste gegevens die nog maar moeizaam achter het gordijn van vertrouwelijkheid vandaan komen en op aannames in plaats van transparante en robuuste ervaringsgegevens.
- **Onzekerheid in de warmtevraagprofielen.** De warmtevraag is niet in alle TVW's gekwantificeerd. Daarom is gebruikt gemaakt van de [warmteprofielengenerator](#) van TNO voor de woningbouw. De representativiteit hiervan wordt nog verbeterd en gecontroleerd met werkelijke warmteverbruiksprofielen.
- **Ontbrekende kosten in totale kosten woningzijdige aanpassingen.** De kosten gecategoriseerd onder isolatie omvatten nu enkel de kosten voor de isolatie maatregelen naar de isolatie streefniveaus zoals gedefinieerd door Niemann. De kosten voor extra benodigde woningzijdige aanpassingen om op een specifiek type warmtenet over te gaan zijn hierin niet meegenomen; hiervoor is meer informatie nodig, over het type warmtenet per buurt en de specifieke aanpassingen per type woning
- **De Design Toolkit is nog een beta-versie in ontwikkeling.** De integriteit van de workflows en algoritmen om de berekeningen te maken worden voor gebruik gecontroleerd en gereviewed, desondanks zijn nog niet al deze functionaliteiten in de Toolkit geïmplementeerd, omdat deze nog in ontwikkeling is. Dit maakt dat CAPEX en OPEX in deze versie nog niet worden verdisconteerd met rentevoet of WACC. Voor het onderdeel lokale distributienetten worden nu gemodelleerd via een aggregatie op het niveau van de HAP, nog niet op basis van data en informatie van werkelijke ontwerpen en bijbehorende kosten. Voor CO2 emissies wordt nog (foutief) met elektriciteitswaarden van emissies van de bronnen van nu voor scenario's in 2050 gerekend.

## 5.9 Conclusies

1. Door het variëren van data en aannames in het Baseline model met referentiejaar 2050 kan inzicht worden verkregen in allerlei onderzoeksvragen over het mogelijke integrale collectieve warmtesysteem. Dit gebeurt door te werken met 'what if' scenario's. De resultaten daarvan geven inzichten door deze met die uit het Baseline model en met elkaar te vergelijken. Het Baseline model als beschreven in Hoofdstuk 4 vormt hierbij het startpunt.
2. Om in te gaan op onderzoeksvragen zoals die horen bij Onderzoeksproject 3 vond er eerst nog een aantal extra aanpassingen of variaties plaats op het Baseline model uit hoofdstuk 4. De GROW workflow is toegevoegd aan de functionaliteit, waarmee optimalisatie van het integrale systeem naar minimale totale nationale kosten mogelijk werd. Met GROW kunnen inzichten in samenhang worden verkregen, terwijl er nog veel onzekerheden bestaan in data, aannames en ontwerpmogelijkheden. Het maakt ook integrale TCO en LCOE berekening mogelijk met inbegrip van isolatie en inpandige woningaanpassingen en de andere onderdelen van de integrale warmteketen. Voorts zijn ook variaties in de modellering toegepast voor optionele leidingen in het Westland en Rotterdam en voor aannames van lokale geothermie en restwarmte en voor piekketels.
3. Via specifieke variaties in de kostenverhouding van de regionale basislastbronnen rest- en aftapwarmte en de lokale geothermie en in die van de isolatiegraad (N0, N2 en N3) in het aangepaste Baseline model, is een aantal scenario's onderzocht die de eerste inzichten kunnen geven in de bronnenmix regionaal en lokaal (Onderzoeksproject 3) en ook in de afhankelijkheden die er zijn tussen de gemeenten.

## 5.9 Conclusies

4. In de variaties en scenario's is er gekeken naar:
  - de eerste inzichten van de impact van kostenverschillen op de inzet van bronnen per gemeente;
  - wat de impact is van kostenverschillen op de inzet van bronnen over het jaar;
  - wat de impact is van een mogelijk tegenvallende ontwikkeling van lokale geothermie;
  - hoe de LCOE per gemeente afhankelijkheden tussen elkaar kan laten zien;
  - hoe de TCO per gemeente eruit ziet en wat de impact is van isolatie;
  - en wat de impact is van mogelijke tegenvallende seizoensopslag in een collectief verbonden warmtesysteem.
  
5. De eerste inzichten uit deze specifieke variaties en scenario's laten voor de bronnenmix regionaal (rest- en aftapwarmte) en lokaal (geothermie) voor Onderzoeksproject 3 zien dat:
  - Rest- en aftapwarmte en geothermie in alle kostenverhoudingen een belangrijke rol spelen in de warmtevoorziening. Hierbij bepaalt de uiteindelijke verhouding van de kosten de mate waarin de bronnen hun rol samen spelen in de basislast;
  - Opslag ten alle tijde een belangrijke rol speelt;
  - De verhouding van de inzet regionale en lokale bronnen impact kan hebben op de topologie van het regionale netwerk;
  - Alle onderdelen van de integrale warmteketen sterk met elkaar verbonden zijn.

## 5.9 Conclusies

6. De eerste inzichten uit deze specifieke variaties en scenario's laten voor de afhankelijkheden tussen gemeenten zien dat:
  - De kosten voor isolatie en in pandige woningaanpassingen de LCOE van de integrale warmteketen domineren;
  - Keuzes voor (door)isoleren in combinatie met het collectieve warmtesysteem kostentechnisch inzichtelijk kunnen worden gemaakt voor het maken van optimale beleidskeuzes;
  - De onderlinge afhankelijkheden in verbonden collectieve warmtesystemen doorgaans groot zijn;
  - De Design Toolkit als Open Werkplatform via de LCOE en TCO per gemeente de onderlinge afhankelijkheden goed in beeld kan brengen;
  - Optimale oplossingen in een groter verbonden integraal warmtesysteem mogelijk anders zijn dan in eerste instantie voor de hand lijken te liggen.
  
7. De variaties en scenario's berekenen TCO, CAPEX, OPEX en CO2 emissies op basis van de integrale aanpak. Omdat de kwaliteit van de data en informatie nog relatief laag is, kunnen hier nog geen conclusies aan worden verbonden. Ze geven verhoudingsgewijs de eerste inzichten aan, die nog met name om nader onderzoek vragen:
  - Isolatie en in pandige woningaanpassingen (N2, N3) vormen naar verhouding de hoogste kosten van de integrale warmteketen, gevolgd door transport (regionaal transport en lokale distributie), dan de bronnen en vervolgens opslag;
  - CO2 emissies kunnen in de Design Toolkit worden berekend, maar moeten nog worden verbeterd.

## 5.9 Conclusies

8. Het gebruik van de Design Toolkit als Open Werkplatform en het resulterende Baseline model, alsook de variaties en scenario's laten met hun eerste inzichten hun grote toegevoegde waarde zien voor de ontwikkeling van collectieve warmtesystemen. Het gebruik ervan in dit stadium van ontwikkeling vereist echter tevens het sterk benadrukken van de disclaimers dat:
  - De Design Toolkit integrale analyses weliswaar goed kan uitvoeren, maar dat dit afhangt van de kwaliteit van de in te voeren data en aannames. Deze moeten nog veel beter en completer worden;
  - Over vrijwel de gehele linie en alle onderdelen van de integrale warmteketen, maar met name voor warmtevraagprofielen, technische ontwerpparameters en CAPEX en OPEX kostenkennallen van lokale distributienetten, bronnen en opslag, nog veel onzekerheden bestaan, die weggenomen moeten gaan worden voor een inzichtelijke, samenhangende ontwikkeling van collectieve warmtesystemen;
  - De Design Toolkit zelf nog een beta-versie is die nu uitontwikkeld wordt en qua functionaliteit en integriteit nog belangrijke verdere stappen moet gaan zetten.



**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

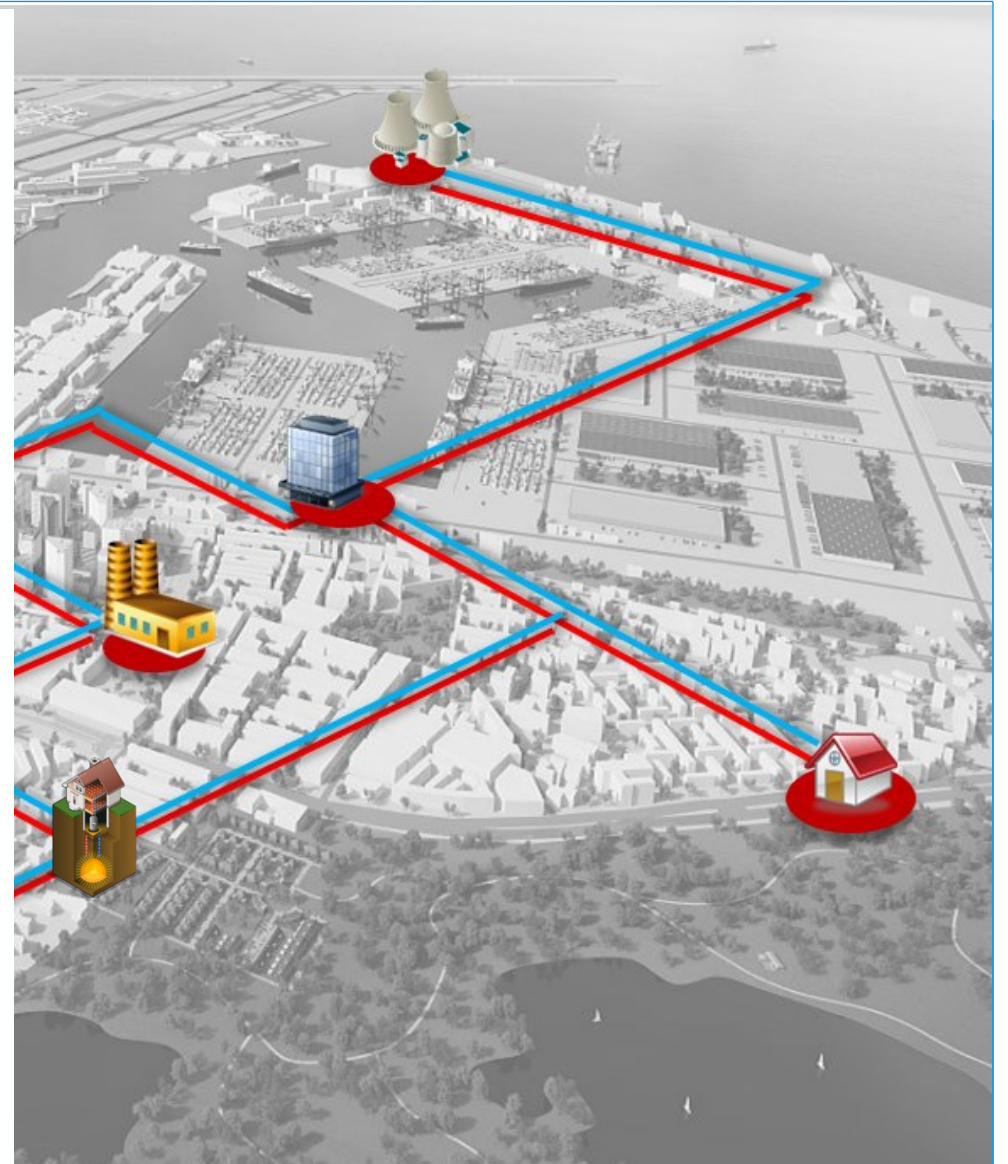
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 6. Open Werkplatform: evaluatie en vervolg



## 6 Open Werkplatform: evaluatie en vervolg

6.1 [Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform](#)

6.2 [Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform](#)

6.3 [Meenemen wensen uit evaluatie vervolgontwikkeling Open Werkplatform](#)

6.4 [Conclusies](#)

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Succes bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRAAL

In het project INTEGRAAL worden door TNO en Deltares als belangrijkste succesvolle bijdragen van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform gezien:

- ✓ De integrale aanpak van de Design Toolkit laat goed zien welke data, aannames en technisch-economische berekeningen nodig zijn om een goed, kosteneffectief ontwerp te kunnen maken. Het laat tevens de integraliteit zien tussen het regionale, gemeentelijke en projectniveau van collectieve warmtesystemen;
- ✓ Het ESDL-format dat de Design Toolkit gebruikt laat zien welke data en aannames er al beschikbaar zijn en welke nog niet. Op deze manier kan gericht gewerkt worden aan de juiste technisch-economische data, aannames en kennisopbouw. Het op- en uitbouwen van deze data en informatie kan met de Energy Data Repository (EDR) waar technische parameters en economische kengetallen systematisch in worden opgeslagen;
- ✓ De Design Toolkit maakt door zijn open-source karakter, het ESDL-format en de EDR in principe mogelijk dat verschillende partijen in de integrale warmteketen samen de benodigde kennis van alle onderdelen in de integrale warmteketen deze stap-voor-stap kunnen op- en uitbouwen, uitwisselen en daar transparant met elkaar aan kunnen werken.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Succes bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRAAL

In het project INTEGRAAL worden door TNO en Deltares als belangrijkste succesvolle bijdragen van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform gezien:

- ✓ Het is mogelijk om met behulp van beschikbare en aanvullende data en aannames een Baseline model van een verbonden regionaal collectief warmtesysteem voor 2050 op te bouwen. Dit model vormt een goed startpunt en geeft belangrijke eerste inzichten in hoe de onderdelen zich tot elkaar verhouden. Het kan doorrekenen hoe verschillende variaties daarbinnen zich als alternatieve scenario's concreet met elkaar laten vergelijken. Het model is op dit moment nog onvoldoende doorontwikkeld dat er waarde gehecht kan worden aan absolute waarden die het laat zien.
- ✓ De visuele informatie die het Baseline model geeft biedt goed overzicht en inzicht in het soort vraagstukken waar de ontwikkeling van een integraal verbonden collectief warmtesysteem mee te maken heeft. De KPI's van TCO, LCOE, CAPEX, OPEX en CO<sub>2</sub>-emissies geven belangrijk de orde van grootte weer van de te verwachten investeringen van de ontwikkeling van een dergelijk systeem.
- ✓ Het Baseline model kan op elk onderdeel in de integrale warmteketen worden gevarieerd wat betreft data, aannames en ook algoritmes als nodig. Dit maakt dat gebruikers elk scenario van hun interesse kunnen analyseren en vergelijken.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Succes bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRAAL

In het project INTEGAAL worden door TNO en Deltares als belangrijkste succesvolle bijdragen van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform gezien:

- ✓ Het variëren van data en aannames biedt belangrijke inzichten in de verbondenheid van de verschillende onderdelen in de integrale warmteketen. Veranderingen in een van de onderdelen leidt tot veranderingen op mogelijke oplossingsrichtingen, die niet altijd even voor de hand liggen en zonder de Design Toolkit niet intuïtief te voorspellen zijn omdat er teveel onderlinge verbanden zijn.
- ✓ Het variëren van data en aannames in scenario's laat zien dat en in hoeverre beslissingen van gemeenten en projecten een grote invloed kunnen hebben op elkaar en hoe deze effecten er technisch en economisch concreet uit zien.



# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Verbeterpunten bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRRAAL

In het project INTEGRRAAL zien TNO en Deltares als belangrijke verbeterpunten van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform:

- Het gebruik van de Design Toolkit als Open Werkplatform is zo goed als de kwaliteit van de data, aannames en informatie die erin gaat. De beschikbare data en informatie is over de gehele linie van de integrale warmteketen is nog van lage kwaliteit. Ook de EDR heeft nog een sterke kwaliteitsslag nodig.
- De ESDL standaard wordt nog niet breed toegepast, wat betekent dat veel van de beschikbare data en aannames eerst moeten worden omgezet naar het juiste formaat. Dit kost nog veel tijd en inspanning.
- Veel data en informatie van de onderdelen in de integrale warmteketen is verspreid op allerlei plekken; of nog nauwelijks beschikbaar; of sterk in ontwikkeling.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Verbeterpunten bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRAAL

In het project INTEGRAAL zien TNO en Deltares als belangrijke verbeterpunten van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform:

- De Design Toolkit heeft als beta versie een aantal functionaliteiten nog niet volledig ingebouwd, wat maakt dat het Baseline model en zijn berekeningen nog tekort schieten voor meer dan alleen eerste inzichten. Het mist onder andere de mogelijkheid om CAPEX en OPEX getallen te verdisconteren tegen een rentevoet (WACC); Het voorziet nog niet volledig in de dynamische GROW programmering om eenvoudiger kavelprogrammering door te rekenen; De CO<sub>2</sub>-emissie factoren veranderen nog niet met een veranderende elektriciteitsmix; Isolatie- en inpandige woningaanpassingen moeten separaat worden meegerekend als de in analyses de integraliteit hiervan onderzoekt.
- De gebruiksvriendelijkheid van de Design Toolkit als beta versie kan voor zowel TNO en Deltares als haar partners en gebruikers nog sterk worden verbeterd, alsmede de rekestijden en eenvoudigere herhaalbaarheid van doorrekening in variaties en scenario's.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Verbeterpunten bijdrage inzet Design Toolkit als Open Werkplatform in project INTEGRRAAL

In het project INTEGRRAAL zien TNO en Deltares als belangrijke verbeterpunten van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform:

- Het ontwikkelingsstadium van de Design Toolkit maakt dat het zowel te maken heeft met een grote hoeveelheid te integreren data en aannames, relatief lage kwaliteit data en informatie, nog ontwikkelende technologie, voortschrijdend inzicht in de samenhang in de onderdelen van de integrale warmteketen en verschillende invalshoeken voor wat betreft gebruikersdoelgroepen. Dit maakt dat de ontwikkeling zo goed mogelijk simultaan rekening dient te houden met verschillende dimensies in de energie- en warmtetransitie die nog in beweging zijn. Hier zal het project management van de doorontwikkeling blijvend op moeten anticiperen.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Algemene indruk TNO en Deltares inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

De algemene indruk van TNO en Deltares over de inzet Design Toolkit als Open Werkplatform betreft:

- De Design Toolkit is voor TNO en Deltares als Werkplatform geschikt gebleken om de opdracht grotendeels goed te kunnen uitvoeren. De onderzoeksvragen konden er grotendeels goed mee worden beantwoord. Voor programmering in de tijd en bepaling van optimale omvang van kavels is aanvullend onderzoek nodig om dit in de algoritmen in de Design Toolkit in te kunnen bouwen;
- Omdat dit de eerste keer was dat de Toolkit voor zo'n complex project op regionaal niveau is ingezet, bleek veel onderzoek nodig naar hoe de Toolkit precies in te zetten en waar flankerende tools en algoritmen nodig zijn. Dit is een direct gevolg van de complexiteit van het project in relatie tot de huidige functionaliteit in de Toolkit;
- Het is voor de opdracht essentieel gebleken aanvullende tools en algoritmen in te bouwen. De GROW optimalisatie-algoritmen waren nog niet geïmplementeerd in de back-end van de bèta versie Toolkit en zijn separaat ingezet;
- Pre- en post-processing van data en informatie bleek project-specifiek. Deze vergden veel afstemming en inspanning en lieten vanwege het heterogene formaat van alle aangeleverde data weinig mogelijkheid tot automatisering. Opstellen en aanleveren van (ruwe) data in ESDL format zal dit naar verwachting aanzienlijk kunnen verbeteren;
- Analyse en weergave van resultaten aan de hand van tabellen en grafieken vergde veel inspanning. Automatiseren daarvan paste niet binnen de kaders van de opdracht en daarom was dit nog veel handwerk. Dit kan bij de ontwikkeling van front end van Design en Planning Toolkit goed worden opgepakt.

# 6.1 Zelf-evaluatie inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

## Algemene indruk TNO en Deltares inzet Design Toolkit als Open Werkplatform

De algemene indruk van TNO en Deltares over de inzet Design Toolkit als Open Werkplatform betreft:

- De Design Toolkit is met name geschikt als Open Werkplatform in de zin dat:
  - Het partijen vrij staat data en informatie in ESDL-compatibel formaat te delen, om gezamenlijk te kunnen werken aan planning en ontwerp van collectieve warmte. Het platform is daarop ingericht en stimuleert deze uitwisseling, vanwege de intrinsieke samenhang van collectieve warmte-projecten. Data en ontwerp files kunnen afgeschermd worden indien gewenst. Partijen hebben de mogelijkheid zelf in te stellen met welke partijen zij data willen delen.
  - De Design Toolkit maakt gebruik van de Open Data Kentallen Database EDR als een eerste versie van een publieke en transparante kentallen-database. Die heeft de potentie door te groeien naar een volledige, onderhoudbare versie, waarmee niet alleen de Design Toolkit maar ook vele andere tools in de energietransitie blijvend gebruik van kunnen maken.



## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

Aan de hand van een uitvraag zijn bij de opdrachtgevers, en andere stakeholders die met de Design Toolkit werken, op basis van hun huidige ervaringen de wensen geïnventariseerd voor functionaliteiten van een Open Werkplatform, in de vorm van een Design Toolkit dan wel een eenvoudiger te gebruiken Planning Toolkit.

Het verschil tussen de Design Toolkit voor Designers en de Planning Toolkit voor Planners is op hoofdlijnen onderstaand weergegeven. Daarbij is de Design Toolkit concreet al vanaf 2019 in ontwikkeling in WarmingUP en nu tot en met 2026 in NWN! Innovatieproject Design Toolkit. De Planning Toolkit wordt momenteel als projectvoorstel voorbereid ter overweging voor publieke financiering. Bijbehorende informatie zal te vinden zijn op [warmingup.info/designtoolkit](http://warmingup.info/designtoolkit).

**WARMINGUP** | **DESIGN TOOLKIT**



**Designers**



For:

- Heat companies, network companies
- engineering -, consultancy -, and design agencies
- Research & technology organizations, academic institutes

*Involved in the development*



**WARMINGUP** | **PLANNING TOOLKIT**

**REGIONAAL**

**LOKAAL**

RES-regio's  
Regionale Structuur Warmte (RSW)



Gemeenten  
Transitievisie Warmte (TVW)



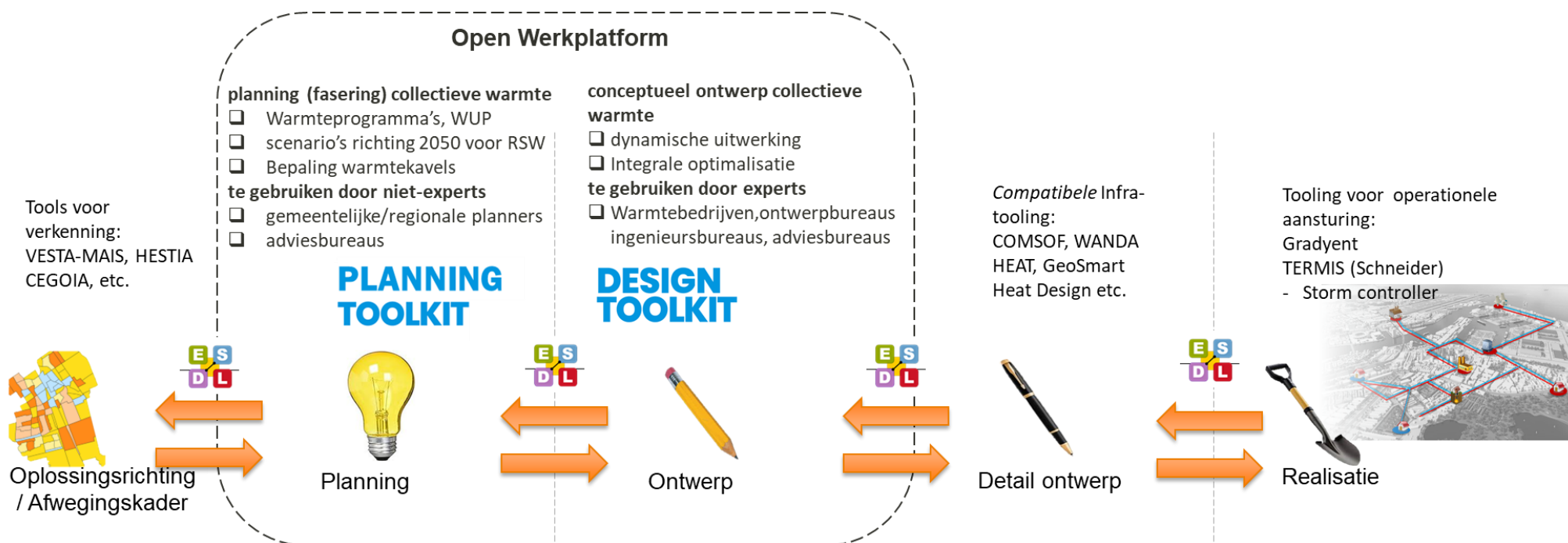
**Planners**



- Na TVW 1.0: verdere uitwerking
- Gemeentelijke/regionale planners
- Adviesbureaus
- Planning en concept-ontwerp warmte
- Planning voor RES-RSW (regio's) en Warmteprogramma 2026 (gemeenten)
- Te gebruiken door niet-experts

## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

De Design Toolkit is vanaf 2019 ontwikkeld meer vanuit een privaat perspectief in WarmingUP. Het zwaartepunt ervan lag op complexere technische ontwerpfunctionaliteit en economische kostenkanten voor het gebruik bij warmtebedrijven. Het projectvoorstel van de Planning Toolkit beoogt **een gebruiksvriendelijkere versie** te ontwikkelen op basis van de Design Toolkit voor gebruik ervan door publieke partijen bij het plannen en regisseren van de warmtetransitie in provincie, regio en gemeente. De Design en Planning Toolkit functioneren dan samen in de keten als Open Werkplatform.



## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

De uitvraag en het resultaat van de inventariserende evaluatie van de wensen voor de Design Toolkit en Planning Toolkit is [hier](#) te vinden. De wensen zijn samen te vatten aan de hand van de volgende categorieën, die in de navolgende sheets een-voor-een worden toegelicht:

- Technisch-inhoudelijke aspecten
- Database met kentallen
- Documentatie
- Toekomstige beschikbaarheid, stabiliteit en gebruiksvriendelijkheid
- Aansluiting op externe tooling en rapportages

## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

### Technisch-inhoudelijke aspecten

Voor de technisch-inhoudelijk aspecten zijn de volgende wensen naar voren gekomen:

1. Meenemen warmte- en koudevraag, elektriciteit en isolatie, inclusief kosten daarvan;
2. WACC meenemen in kosten berekening;
3. Scenario analyses;
4. Kavelprogrammering (adaptief en mogelijkheid tot optimalisatie over hele keten);
5. Kunnen werken op verschillende schaalniveaus (gemeentelijk, regionaal, kavel);
6. Uitbreiden KPI's;
7. Onderscheid tussen bestaande en nieuw/nog te ontwikkelen warmtenetten;
8. Meenemen van zekerheid van bron;
9. Business case doorrekenen;
10. Potentiële locaties voor vraag, bronnen en opslag meenemen;
11. Groeipad analyse (hoe kom je van huidige situatie naar het gewenste eindbeeld).

## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

### Database met kentallen

Voor wat betreft de database (EDR) zijn de volgende wensen naar voren gekomen:

- De wens is dat er een (nationale) database is met kentallen die kunnen worden gebruikt in de Toolkit. Dit betreft met een brede scope aan kentallen, waaronder kosten, technische parameters, emissiefactoren etc. Deze kentallen moeten ondersteund/aangeleverd/herkend worden door experts. Deze database is niet alleen nodig voor een Planning of Design Toolkit, maar dient een breder doel voor software tools voor de warmtetransitie in het algemeen.
- Er zijn verschillende voorbeelden van databases, maar geen ervan dekt de gewenste brede scope af. Een voorbeeld van een dergelijke database is de [EDR](#) Energy Data Repository van TNO.



## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

### Documentatie

Voor wat de documentatie zijn de volgende wensen naar voren gekomen:

De wens is dat er zowel goede gebruikersdocumentatie is (tutorials/help functie) alsook goede documentatie van de achterliggende modellen is (white box modellen).

Een voorbeeld van gebruikersdocumentatie, zoals die ontwikkeld voor is voor de beta versie van de WarmingUp Design Toolkit:

<https://warmingup-design toolkitdocumentation.readthedocs-hosted.com/en/latest/>

## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

### Toekomstige beschikbaarheid, stabiliteit en gebruiksvriendelijkheid

Voor wat betreft het gebruik, de stabiliteit en de beschikbaarheid van de Design Toolkit zijn de volgende wensen naar voren gekomen:

- Toekomstige beschikbaarheid: De wens is dat de Toolkits langdurig publiek beschikbaar worden gemaakt om gemeenten, advies- en ingenieursbureaus en andere partners uit de warmteketen te ondersteunen bij hun activiteiten voor de warmtetransitie in Nederland. Dit vraagt dat de Toolkits goed beschikbaar, onderhouden, doorontwikkeld en ondersteund worden voor gebruik door verschillende partijen minstens tot en met maar ook na 2030.
- Stabiliteit: De wens is dat de Toolkits stabiel functioneren en dat men daarbij niet afhankelijk is van TNO/Deltares. Om die reden is The People Group betrokken als SW-partij bij de uitontwikkeling en het beschikbaar maken van de Design Toolkit als SaaS oplossing.
- Gebruiksvriendelijkheid: De wens is ook dat de Toolkit gebruiksvriendelijker wordt. Ook om die reden is the People Group betrokken als SW partij bij de uitontwikkeling en het beschikbaar maken van de Design Toolkit.
- Ook is de wens geuit dat de input en output van de Toolkits makkelijk overdraagbaar zijn en daarmee uitwisselbaarheid met en beschikbaarheid voor vervolgstudies verbetert.

## 6.2 Evaluatie wensen opdrachtgevers vervolg ontwikkeling Open Werkplatform

### Aansluiting op externe tooling en rapportages

Voor de aansluiting op externe tooling en rapportage zijn de volgende wensen naar voren gekomen:

- Aansluiting op externe tooling: Daarnaast is er de wens dat de Toolkits aansluiten op bestaande tooling zoals tools die gebruikt worden voor het ontwerpen van distributienetten, of tools om business cases mee door te rekenen. Hiervoor is het [ESDL](#) protocol een goed voorbeeld.
- Rapportages: De wens is dat de resultaten van berekeningen en analyses in de Toolkits op zo'n manier gepresenteerd kunnen worden dat ze bruikbaar zijn voor de Warmteprogramma's die gemeentes per eind 2026 moeten gaan vaststellen.

## 6.3 Meenemen aandachtspunten evaluatie vervolgonwikkeling Open Werkplatform

### Overzicht van voorziene functionaliteiten in Design en Planning Toolkit

Voor de belangrijkste wensen uit evaluatie staat onderstaand aangegeven welke mee worden genomen in de ontwikkeling van de Design Toolkit en het projectvoorstel voor de ontwikkeling van de Planning Toolkit.

Feature	Design toolkit	Planning Toolkit
1. Technisch-inhoudelijk	Zie volgende slide	
2. Database met kentallen*		*
3. Documentatie	✓	✓
4a. Toekomstige beschikbaarheid	✓	**
4b. Stabiliteit en gebruiksvriendelijkheid	✓	✓
5a. Aansluiting op externe tools	✓	✓
5b. Rapportages		✓

In deze tabel staat aangegeven of het voorzien is dat een feature in een Toolkit komt, niet op welke termijn. Zie daarvoor [hier](#) in geval van de Design Toolkit.

\* Voor het proces van inrichting van een zo'n Database lopen gesprekken in het leer- en ontwikkelprogramma van NWN. Vervolgactiviteiten nog niet duidelijk.

\*\* Hier is momenteel ook nog geen duidelijkheid over. Diverse gesprekken tussen stakeholders lopen rond dit onderwerp. Zo wordt er verkend of de publieke route dit zou kunnen oppakken.

## 6.3 Meenemen aandachtspunten evaluatie vervolgonwikkeling Open Werkplatform

### Overzicht van voorziene functionaliteiten in Design en Planning Toolkit

1. Technisch-inhoudelijke features	Design toolkit	Planning Toolkit
Meenemen warmtevraag	✓	✓
Meenemen koudevraag	✓	✓
Meenemen elektriciteit	✓	✓
Meenemen isolatie	✓	✓
WACC meenemen in kosten berekening	✓	✓
Scenario analyses	✓	✓
Kavelprogrammering		✓
Werken op verschillende niveaus		✓
Uitbreiden KPI's	✓	✓
Onderscheid tussen bestaand en nieuw/nog te ontwikkelen	✓	✓
Meenemen van zekerheid van bron	✓	✓
Business case doorrekenen*		
Potentiële locatie meenemen	✓	✓
Groeipad analyse		✓

\*Wordt tijdens de ontwikkeling van de Toolkits geaddresserd omdat er tools voorhanden zijn om dit te doen en wellicht beter kan met uitwisseling dan wel aansluiting daarop worden volstaan.



## 6.4 Conclusies

1. Uit de zelf-evaluatie van TNO en Deltares komt als succesvolle bijdrage van de inzet van de Design Toolkit als Open Werkplatform naar voren dat:
  - De integrale aanpak het mogelijk maakt een goed onderbouwd, kosteneffectief integraal ontwerp te maken;
  - Het ESDL-format en de Energy Data Repository kennisop- en uitbouw transparant gedeeld mogelijk maken;
  - Het open-source karakter partijen in de keten kan laten samenwerken in de integrale warmteketen;
  - De aanpak met Baseline model, waarop allerlei variaties en scenario's kunnen worden onderzocht, goed kan werken om vraagstukken over integraal verbonden collectieve warmtesystemen technisch-economisch te vergelijken op basis van de KPI's van TCO, LCOE, CAPEX, OPEX en CO2 emissies;
  - Het Baseline model en de variaties en scenario's belangrijke inzichten bieden in de sterke mate van verbondenheid van de onderdelen in de integrale warmteketen en van gemeenten en projecten onderling.
2. Uit de zelf-evaluatie van TNO en Deltares komen als belangrijke verbeterpunten van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform naar voren:
  - Het gebruik ervan is zo goed als de kwaliteit van de data, aannames en informatie die erin gaat. Die is nog relatief laag;
  - De ESDL standaard wordt nog niet breed toegepast, wat data en informatieverzameling uit de hele keten moeizaam maakt;
  - De Design Toolkit een beta versie is, die niet af is. Het mist nog een aantal belangrijke (basis)functionaliteiten zoals onder meer de verdiscontering van een rentevoet (WACC), volledig CO2-emissiefunctieiteit, dynamische GROW programmering, en een integrale doorrekening met isolatie- en in pandige woningaanpassingen;
  - De gebruiksvriendelijkheid kan sterk omhoog, zeker voor gebruikers die geen ontwerpexpert zijn.

## 6.4 Conclusies

3. Over het algemeen menen TNO en Deltares dat:

- De Design Toolkit in principe geschikt is voor complexe opdrachten zoals uitgevoerd. Verbetering en doorontwikkeling qua functionaliteit van de beta versie is nog nodig, bijvoorbeeld ook voor de mogelijkheid van optimale kavelprogrammering;
- Pre- en post-processing van data en informatie en analyse en weergave van de resultaten nog functionele verbetering vergen, waaronder versnelling, standaardisering en uniformering, automatisering van berekening van meerdere KPI's en visualisatie daarvan; dit vergt doorontwikkeling van zowel de front- als back-end van de Design Toolkit;
- De Design Toolkit geschikt is als doorontwikkeling voor een Open Werkplatform, omdat het partijen in staat stelt data en informatie op te bouwen en te delen in ESDL format, een gezamenlijke Energy Data Repository op te bouwen en samen te werken aan de (kavel)planning en techno-economische ontwikkeling van duurzame collectieve warmtesystemen. Hierbij houden de ontwikkelaars er rekening mee dat (het projectmanagement van) de doorontwikkeling van het Open Werkplatform de dynamiek en complexiteit tot op zekere hoogte weerspiegelt van de ontwikkeling van de integrale warmteketens in de energietransitie zelf.

## 6.4 Conclusies

4. De wensen van de opdrachtgevers van INTEGRAAL voor een doorontwikkeling van de Design Toolkit en een voorgestelde Planning Toolkit zijn:
  - Technisch-inhoudelijk: Meenemen warmte- en koudevraag, elektriciteit, isolatie en kosten daarvan; WACC meenemen; scenario analyses, kavelprogrammering, werken op schaalniveaus regionaal, gemeentelijk, kavel; meer KPI's; Onderscheid bestaande en nieuw te ontwikkelen warmtesystemen; Meenemen zekerheid bronnen; Business case doorrekenen; Potentiële locaties vraag, bronnen en opslag meenemen; Groeipad analyse (hoe kom je van huidige situatie naar eindbeeld);
  - Energy Data Repository database: de wens voor een open data (nationale) technisch-economische kentallen database;
  - Heldere gebruikersdocumentatie en helpfunctie;
  - Stabiliteit en beschikbaarheid Toolkit: deze dient langdurig publiek te zijn voor de inzet ervan door gemeenten, advies- en ingenieursbureaus en andere partners voor het plannen, regisseren en uitvoeren van de warmtetransitie;
  - De Design en zeker een Planning Toolkit dienen veel gebruiksvriendelijker te worden;
  - Input en output van de Design en Planning Toolkits moet makkelijk overdraagbaar en uitwisselbaar tussen partijen worden. Dat betekent onder meer goede aansluiting op externe tooling, bijvoorbeeld via het ESDL protocol, liefst al voor de Warmteprogramma's die gemeenten gaan maken voor 2026.
  
5. De aandachtspunten en wensen uit de zelf-evaluatie en de evaluatie van de opdrachtgevers worden meegenomen in de doorontwikkeling van de Design Toolkit in NWN! en in het projectvoorstel voor de Planning Toolkit. Deze kunnen samen functioneren als een Open Werkplatform in de plannings- en ontwikkelketen voor integrale collectieve warmte systemen.

**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

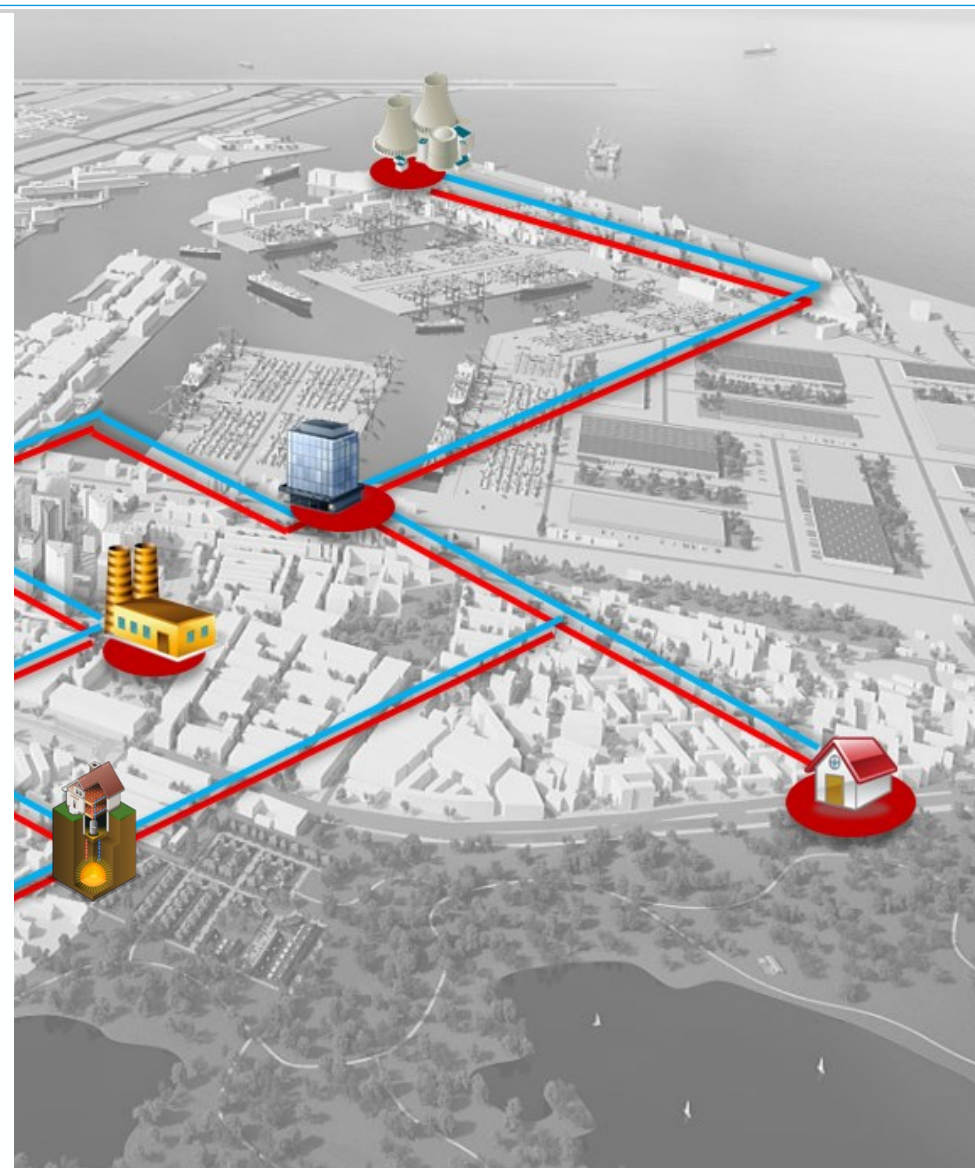
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

## INTEGRAAL

### 7. Overzicht Conclusies



# Conclusies WarmingUP Design Toolkit als Open Werkplatform

1. De Design Toolkit is een Open Werkplatform voor concept ontwerp van collectieve warmte, waarop stakeholders uit de warmteketen transparant samen kunnen werken aan de ontwikkeling van collectieve warmte. De Toolkit is open source en wordt, terwijl zij nog in ontwikkeling is, nu ingezet in diverse projecten in gemeenten in Nederland.
2. De Design Toolkit is bedoeld om aan de hand van een integrale aanpak de analyse van collectieve warmtesystemen uit te voeren, waarbij de intrinsieke samenhang en wederzijdse beïnvloeding van alle ketenonderdelen, van bron tot en met de eindgebruiker achter de voordeur, ruimte en tijd tegelijk worden meegenomen op basis van technische en economische ontwerpparameters en kentallen onder meer aanwezig in de Energy Data Repository (EDR). De Design Toolkit kan deze inputdata en aannames conform de inzichten en wensen van de gebruikers overschrijven en variëren. Zo kunnen het vergelijken van scenario's, simuleren en optimaliseren van integrale warmtekets voor zowel bestaande als nieuwe warmtesystemen worden uitgevoerd.
3. Met de Design Toolkit kunnen belangrijke kosten- en duurzaamheidsindicatoren gegenereerd, doorgerekend en geoptimaliseerd worden zoals CAPEX, OPEX, TCO en LCOE en CO2 emissies, die essentieel zijn om de inzichten te verwerven over de optimale samenhang tussen lokale en regionale collectieve warmte, die ook vertaald kunnen worden naar de publieke waarden van de RES RSW Rotterdam Den Haag.
4. De kwaliteit van de analyses en inzichten die de Design Toolkit als Open Werkplatform kan leveren hangen sterk af van de data en informatie die in de Design Toolkit wordt gebruikt. De data en informatie en resulterende analyses in de Design Toolkit blijven bewaard in standaard ESDL files en kunnen voortdurend opnieuw door iedereen worden gebruikt. De omvang en kwaliteit ervan kan stap voor stap worden op- en uitgebouwd.



# Conclusies Invoeren en vergelijken Uitgangsstudies

1. De data en informatie van de Uitgangsstudies zijn ingeladen conform de ESDL standaard in de Design Toolkit en vergeleken. De vergelijking van de data en informatie maakt een selectie mogelijk van de best beschikbare data en informatie om een eerste Baseline model op te zetten (Hoofdstuk 4).
2. Met de integrale aanpak is voor het vergelijken van de Uitgangsstudies de data en informatie van alle onderdelen in de warmteketen isolatie, vraag, bronnen, transport ( zowel regionaal transport als lokale distributienetten ) en opslag naast elkaar gezet. In deze vergelijking valt op dat de data en informatie op een deel van de aspecten overeenkomt, maar op een groot deel ook niet. Dit valt voor een deel te verklaren vanuit het vertrekpunt, gebruikte invoer en scope van de studies.
3. Uit de bevindingen van de vergelijking van data en informatie in de Uitgangsstudies komt naar voren dat:
  - Isolatie niveaus voor 2050 verschillen tussen D, B en C of zijn in zijn geheel nog niet meegenomen;
  - Kosten van isolatie en in pandige woningaanpassingen zijn alleen in een CWS RDH tot op zekere hoogte meegenomen;
  - Vraaggebieden in de regio voor collectieve warmtesystemen komen voor een groot deel overeen. Voor een groter deel daarbuiten is de invulling hiervan nog als onbekend aangemerkt;
  - De omvang van de vraag en de vermogensvraag qua capaciteit lopen nog uiteen, evenals het al dan niet meenemen van de warmtevraag in de glastuinbouw samen met die in gebouwde omgeving;
  - Het aanbod van de bronnen is op hoofdlijnen inzichtelijk. Op het niveau van de bronnen zelf is relatief weinig bekend welk vermogen en temperatuur deze kunnen leveren en welke kosten deze met zich meebrengen;
  - Transportleidingen zijn redelijk goed in beeld zijn gebracht inclusief de verwachte technische en economische parameters.
  - Onder de categorie transport zijn de distributienetten op lokaal niveau nog niet goed in beeld gebracht;
  - Opslag van warmte is in zijn geheel nog niet in de Uitgangsstudies meegenomen.

# Conclusies Invoeren en vergelijken Uitgangsstudies

4. Op basis van een analyse van de compleetheid in de vergelijking van de data en informatie van de Uitgangsstudies blijkt een deel van de benodigde data en informatie omtrent technische ontwerpparameters en economische kentallen niet of alleen kwalitatief aanwezig. Doorgaans blijkt meer informatie beschikbaar over verwachte warmtevraag en –bronnen dan over de andere onderdelen in de keten. Voor warmtevraag ontbreekt de informatie over de veranderingen in vraag gedurende de dag, week, maand en jaar. Voor bronnen ontbreekt informatie over de potentiële vermogens. Samengevat geldt dat voor alle onderdelen in de keten geldt dat kwantitatieve data en informatie van goede kwaliteit nog veelal ontbreekt.
5. De integrale aanpak van de Design Toolkit maakt duidelijk welke data en informatie nog nodig is voor onderbouwde analyses van integrale warmteketens. De benodigde informatie hiertoe is beschreven in: vergelijkingsparameters. Voor het opstellen van de Warmteprogramma's in 2026 wordt aanbevolen hiervan gebruik te maken op basis van de ESDL standaard. ESDL vormt een uniforme taal om gestructureerd alle onderdelen van energiesystemen zoals integrale warmteketens te beschrijven. Dit maakt data- en informatie-uitwisseling op transparante wijze mogelijk.
6. Data en informatie zoals bovenstaand bedoeld zijn dynamisch en intrinsiek zelf in transitie. Aanbevolen wordt om continue regelmatige updates van deze data en informatie te ontsluiten. Een publiek deelbaar, transparant en digitaal Open Werkplatform met EDR op basis van de ESDL standaard lijkt hier een geschikte omgeving voor.

# Conclusies Baseline model

1. Het Baseline model vormt het startpunt van een collectief warmtesysteem met referentiejaar 2050 op basis van de best beschikbare data en informatie uit de Uitgangsstudies. Het dient als startpunt voor verdere variaties en scenario's om mogelijke ontwikkelingen van collectieve lokale en regionale warmtesystemen te analyseren en optimaliseren.
2. Waar de data en informatie in de Uitgangsstudies nog tekort schieten om het Baseline model volledig op te bouwen, is het met aanvullende data en informatie aangevuld uit de Energy Data Repository (EDR) van de Design Toolkit. De EDR bevat al een grote hoeveelheid technische data en informatie en economische kentallen van de onderdelen in de integrale warmteketen.
3. Op basis van de beschikbare data en informatie uit de Uitgangsstudies en aanvullende data uit de EDR heeft het Baseline model specifieke data en informatie en aannames vastgesteld en gebruikt voor de onderdelen isolatie, warmtevraag en - profielen, bronnen en bronvermogens, transport en opslag. De data, informatie en aannames zijn volledig, transparant beschikbaar in een ESDL file op de website [warmingup.info/designtoolkit](http://warmingup.info/designtoolkit) via [deze link](#)
4. Het resulterend Baseline model voor 2050 is gevisualiseerd op slides 64, 65 en 66 en laat de integrale verbondenheid zien tussen de isolatiegraad in de woningen, de wijken op collectieve warmte, de ingezette lokale en regionale bronnen, seizoens- en dag- en nachtopslagen en de bijbehorend transport. De totale kosten hiervan zijn zonder disconteringsvoet doorgerekend en zonder de kosten van isolatie en in pandige woningaanpassingen in de orde grootte van EUR 15 miljard. Dit is een grove inschatting op basis van de nog lage kwaliteit data en informatie die momenteel beschikbaar is.
5. Het Baseline model kan als zodanig als startpunt dienen en vragen onderzoeken als in de opdracht geformuleerd:
  - Hoe kan een optimale inzet en verdeling van regionale en lokale basislastbronnen (restwarmte, aftapwarmte en aardwarmte) eruit zien?
  - Hoe zien mogelijke afhankelijkheden tussen gemeenten in een regionaal verbonden collectief warmtesysteem eruit?

# Conclusies Variaties en scenario's

1. Door het variëren van data en aannames in het Baseline model met referentiejaar 2050 kan inzicht worden verkregen in allerlei onderzoeksvragen over het mogelijke integrale collectieve warmtesysteem. Dit gebeurt door te werken met 'what if' scenario's. De resultaten daarvan geven inzichten door deze met die uit het Baseline model en met elkaar te vergelijken. Het Baseline model als beschreven in Hoofdstuk 4 vormt hierbij het startpunt.
2. Om in te gaan op onderzoeksvragen zoals die horen bij Onderzoeksproject 3 vond er eerst nog een aantal extra aanpassingen of variaties plaats op het Baseline model uit hoofdstuk 4. De GROW workflow is toegevoegd aan de functionaliteit. Deze maakt het mogelijk te rekenen, terwijl er nog veel onzekerheden bestaan in data, aannames en ontwerpmogelijkheden. Het maakt ook integrale TCO en LCOE berekening mogelijk van de isolatie en in pandige woningaanpassingen met de andere onderdelen van de integrale warmteketen. Voorts zijn ook variaties in de modellering toegepast voor optionele leidingen in het Westland en Rotterdam en voor aannames van lokale geothermie en restwarmte en voor piekketels.
3. Via specifieke variaties in de kostenverhouding van de regionale basislastbronnen rest- en aftapwarmte en de lokale geothermie en in die van de isolatie graad (N0, N2 en N3) in het aangepaste Baseline model is een aantal scenario's onderzocht die de eerste inzichten kunnen geven in de bronnenmix regionaal en lokaal (Onderzoeksproject 3) en ook in de afhankelijkheden die er zijn tussen de gemeenten.

# Conclusies Variaties en scenario's

4. In de variaties en scenario's is er gekeken naar de eerste inzichten van de impact van kostenverschillen op de inzet van bronnen per gemeente; wat de impact is van kostenverschillen op de inzet van bronnen over het jaar; wat de impact is van een mogelijk tegenvallende ontwikkeling van geothermie; hoe de LCOE per gemeente elkaar afhankelijkheden kan laten zien; hoe de TCO per gemeente eruit ziet en wat de impact is van isolatie; en wat de impact is van mogelijke tegenvallende bodempotentie in een collectief verbonden warmtesysteem.
5. De eerste inzichten uit deze specifieke variaties en scenario's laten voor de bronnenmix regionaal (rest- en aftapwarmte) en lokaal (geothermie) voor Onderzoeksproject 3 zien dat:
  - Rest- en aftapwarmte en geothermie in alle kostenverhoudingen een belangrijke rol spelen in de warmtevoorziening. Hierbij bepaalt de uiteindelijke verhouding van de kosten de mate waarin de bronnen hun rol samen spelen in de basislast;
  - Opslag ten alle tijde een belangrijke rol speelt;
  - De verhouding van de inzet regionale en lokale bronnen impact kan hebben op de topologie van transport;
  - Alle onderdelen van de integrale warmteketen sterk met elkaar verbonden zijn.



# Conclusies Variaties en scenario's

6. De eerste inzichten uit deze specifieke variaties en scenario's laten voor de afhankelijkheden tussen gemeenten zien dat:
  - De kosten voor isolatie en in pandige woningaanpassingen de LCOE van de integrale warmteketen domineren;
  - Keuzes voor (door)isoleren in combinatie met het collectieve warmtesysteem kostentechnisch inzichtelijk kunnen worden gemaakt voor het maken van optimale beleidskeuzes;
  - De onderlinge afhankelijkheden in verbonden collectieve warmtesystemen doorgaans groot zijn;
  - De Design Toolkit als Open Werkplatform via de LCOE en TCO per gemeente de onderlinge afhankelijkheden goed in beeld kan brengen;
  - Optimale oplossingen in een groter verbonden integraal warmtesysteem mogelijk anders zijn dan in eerste instantie voor de hand lijken te liggen.
  
7. De variaties en scenario's berekenen TCO, CAPEX, OPEX en CO2 emissies op basis van de integrale aanpak. Omdat de kwaliteit van de data en informatie nog relatief laag is, kunnen hier nog geen conclusies aan worden verbonden. Ze geven verhoudingsgewijs de eerste inzichten aan, die nog met name om nader onderzoek vragen:
  - Isolatie en in pandige woningaanpassingen (N2, N3) vormen naar verhouding de hoogste kosten van de integrale warmteketen, gevolgd door transport (regionaal transport en lokale distributie), dan de bronnen en vervolgens opslag;
  - Lokale geothermie vraagt relatief meer OPEX, maar vergt weer minder transportkosten;
  - CO2 emissies kunnen in de Design Toolkit worden berekend, maar moeten nog worden verbeterd.

# Conclusies Variaties en scenario's

8. Het gebruik van de Design Toolkit als Open Werkplatform en het resulterende Baseline model, alsook de variaties en scenario's laten met hun eerste inzichten hun grote toegevoegde waarde zien voor de ontwikkeling van collectieve warmtesystemen. Het gebruik ervan in dit stadium van ontwikkeling vereist echter tevens het sterk benadrukken van de disclaimer dat:
- De Design Toolkit integrale analyses weliswaar goed kan uitvoeren, maar dat dit afhangt van de kwaliteit van de invoeren data en aannames. Deze moeten nog veel beter en completer worden;
  - Over vrijwel de gehele linie en alle onderdelen van de integrale warmteketen, maar met name voor warmtevraagprofielen, technische ontwerpparameters en CAPEX en OPEX kostenkentalen van lokale distributienetten, bronnen en opslag, nog veel onzekerheden bestaan, die weggenomen moeten gaan worden voor een inzichtelijke, samenhangende ontwikkeling van collectieve warmtesystemen;
  - De Design Toolkit zelf nog een beta-versie is die nu uitontwikkeld wordt en qua functionaliteit en integriteit nog belangrijke verdere stappen moet gaan zetten.

# Conclusies Open Werkplatform: evaluatie en vervolg

1. Uit de zelf-evaluatie van TNO en Deltares komt als succesvolle bijdrage van de inzet van de Design Toolkit als Open Werkplatform naar voren dat:
  - De integrale aanpak het mogelijk maakt een goed onderbouwd, kosteneffectief integraal ontwerp te maken;
  - Het ESDL-format en de Energy Data Repository kennisop- en uitbouw transparant gedeeld mogelijk maken;
  - Het open-source karakter partijen in de keten kan laten samenwerken in de integrale warmteketen;
  - De aanpak met Baseline model, waarop allerlei variaties en scenario's kunnen worden onderzocht, goed kan werken om vraagstukken over integraal verbonden collectieve warmtesystemen technisch-economisch te vergelijken op basis van de KPI's van TCO, LCOE, CAPEX, OPEX en CO2 emissies;
  - Het Baseline model en de variaties en scenario's belangrijke inzichten bieden in de sterke mate van verbondenheid van de onderdelen in de integrale warmteketen en van gemeenten en projecten onderling.
2. Uit de zelf-evaluatie van TNO en Deltares komen als belangrijke verbeterpunten van de inzet van de Design Toolkit als Open werkplatform naar voren:
  - Het gebruik ervan is zo goed als de kwaliteit van de data, aannames en informatie die erin gaat. Die is nog relatief laag;
  - De ESDL standaard wordt nog niet breed toegepast, wat data en informatieverzameling uit de hele keten moeizaam maakt;
  - De Design Toolkit een beta versie is, die niet af is. Het mist nog een aantal belangrijke (basis)functionaliteiten zoals onder meer de verdiscontering van een rentevoet (WACC), volledig CO2-emissiefunctieiteit, dynamische GROW programmering, en een integrale doorrekening met isolatie- en in pandige woningaanpassingen;
  - De gebruiksvriendelijkheid kan sterk omhoog, zeker voor gebruikers die geen ontwerpexpert zijn.

# Conclusies Open Werkplatform: evaluatie en vervolg

## 3. Over het algemeen menen TNO en Deltares dat:

- De Design Toolkit in principe geschikt is voor complexe opdrachten zoals uitgevoerd. Verbetering en doorontwikkeling qua functionaliteit van de beta versie is nog nodig, bijvoorbeeld ook voor de mogelijkheid van optimale kavelprogrammering;
- Pre- en post-processing van data en informatie en analyse en weergave van de resultaten nog functionele verbetering vergen, waaronder versnelling, standaardisering en uniformering, automatisering van berekening van meerdere KPI's en visualisatie daarvan; dit vergt doorontwikkeling van zowel de front- als back-end van de Design Toolkit;
- De Design Toolkit geschikt is als doorontwikkeling voor een Open Werkplatform, omdat het partijen in staat stelt data en informatie op te bouwen en te delen in ESDL format, een gezamenlijke Energy Data Repository op te bouwen en samen te werken aan de (kavel)planning en techno-economische ontwikkeling van duurzame collectieve warmtesystemen. Hierbij houden de ontwikkelaars er rekening mee dat (het projectmanagement van) de doorontwikkeling van het Open Werkplatform de dynamiek en complexiteit tot op zekere hoogte weerspiegelt van de ontwikkeling van de integrale warmteketens in de energietransitie zelf.

# Conclusies Open Werkplatform: evaluatie en vervolg

4. De wensen van de opdrachtgevers van INTEGRAAL voor een doorontwikkeling van de Design Toolkit en een voorgestelde Planning Toolkit zijn:
  - Technisch-inhoudelijk: Meenemen warmte- en koudevraag, elektriciteit, isolatie en kosten daarvan; WACC meenemen; scenario analyses, kavelprogrammering, werken op schaalniveaus regionaal, gemeentelijk, kavel; meer KPI's; Onderscheid bestaande en nieuw te ontwikkelen warmtesystemen; Meenemen zekerheid bronnen; Business case doorrekenen; Potentiële locaties vraag, bronnen en opslag meenemen; Groeipad analyse (hoe kom je van huidige situatie naar eindbeeld);
  - Energy Data Repository database: de wens voor een open data (nationale) technisch-economische kentallen database;
  - Heldere gebruikersdocumentatie en helpfunctie;
  - Stabiliteit en beschikbaarheid Toolkit: deze dient langdurig publiek te zijn voor de inzet ervan door gemeenten, advies- en ingenieursbureaus en andere partners voor het plannen, regisseren en uitvoeren van de warmtetransitie;
  - De Design en zeker een Planning Toolkit dienen veel gebruiksvriendelijker te worden;
  - Input en output van de Design en Planning Toolkits moet makkelijk overdraagbaar en uitwisselbaar tussen partijen worden. Dat betekent onder meer goede aansluiting op externe tooling, bijvoorbeeld via het ESDL protocol, liefst al voor de Warmteprogramma's die gemeenten gaan maken voor 2026.
  
5. De aandachtspunten en wensen uit de zelf-evaluatie en de evaluatie van de opdrachtgevers worden meegenomen in de doorontwikkeling van de Design Toolkit in NWN! en in het projectvoorstel voor de Planning Toolkit. Deze kunnen samen functioneren als een Open Werkplatform in de plannings- en ontwikkelketen voor integrale collectieve warmtesystemen.



**TNO** innovation  
for life

**Deltares**

**gasunie**  
crossing borders in energy

**ebn**

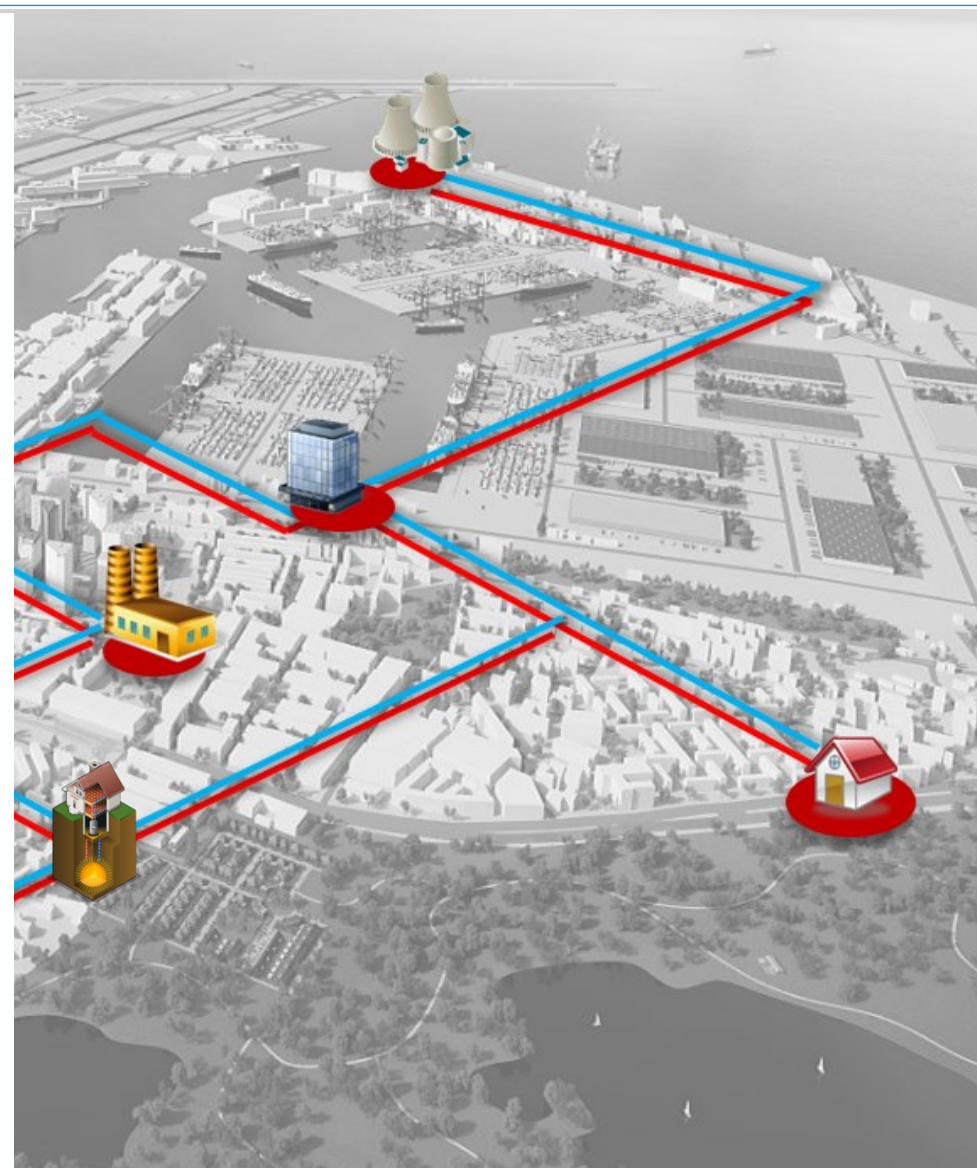
**INVESTNL**

**Energiestrategie**  
regio Rotterdam Den Haag

 provincie  
Zuid-Holland

**INTEGRAAL**

**Bijlagen**



**Bijlage 1**  
**Openstaande vragen**  
**Onderzoeksproject 1 van de Opdracht**

# Openstaande vragen Onderzoeksproject 1 van de Opdracht

- Onderzoeksproject 1 van de Opdracht luidde: Ontsluiting, vergelijking en geschikt maken voor aanvullende analyses van gegevens, informatie en inzichten in de RES RSW 1.0 en onderliggende analyses in CWS RDH, Integraal Ontwerp en de 21 TVW's 1.0 middels een open, toegankelijk ('open access') werkplatform.
- Onderzoeksproject 1 vroeg hiernaast om ervoor te zorgen dat alle Datasets van de Uitgangstudies beschikbaar blijven. Dit zodat we voort kunnen bouwen op bestaande kennis en eventueel vervolganalyses kunnen doen op de studies. Hierbij is het ook belangrijk om aan te geven hoe deze data te gebruiken. Daarnaast was de vraag ook de dataset van het Baseline model beschikbaar te maken, met alle gebruikte gegevens en resultaten van de variaties en scenario's om de bronnenmix regionaal en lokaal te onderzoeken en de afhankelijkheden tussen de gemeenten. Het vroeg ook een beschrijving van de manier waarop de analysemethoden en analyseresultaten door samenwerkende partijen kunnen worden ingezien.
- Onderzoeksproject 1 is voornamelijk in de hoofdstukken 1 tot en met 7 uitgewerkt. Navolgende slides maken de invulling hiervan compleet. Alle data en informatie waar hierin verwezen wordt, staat op de website [Design Toolkit - WarmingUp](#).

# Openstaande vragen Onderzoeksproject 1 van de Opdracht

## Uitgangsstudies

- **Dataset Uitgangsstudies** met alle gebruikte gegevens van de Uitgangsstudies, geschikt voor gebruik in de Design Toolkit: [hier](#) te vinden
- Een beschrijving van de manier waarop de gegevens zijn overgezet naar de Dataset: [hier](#) te vinden
- Een beschrijving van de manier waarop met de Design Toolkit en de Dataset met gegevens van de Uitgangsstudies geanalyseerd en ontworpen kan worden: vanaf [hier](#) te vinden.

# Openstaande vragen Onderzoeksproject 1 van de Opdracht

## Baseline model

- Een **Dataset** met alle gebruikte gegevens voor de optimale inzet voor basislastbronnen, geschikt voor gebruik in de Design Toolkit (5), is [hier](#) te vinden en bestaat uit:
- **Warmtevraagprofielen** [Warmtevraagprofielen](#)
  - Woningen per buurt voor de verschillende isolatieniveau's (huidig, N2, en N3) zoals gebruikt in de Nieman studie: Warmtevraagprofielen\_per\_buurt
  - Woning warmtevraag geaggregeerd naar HAP niveau voor de verschillende isolatieniveau's (huidig, N2, en N3) : Warmtevraagprofielen\_woningen\_geaggregeerd
  - Warmtevraagprofielen voor glastuinbouw Warmtevraagprofielen\_glastuinbouw
  - Warmtevraagprofielen voor utiliteit Warmtevraagprofielen\_utiliteit
  - Totale warmtevraag profielen per HAP waarbij, woningvraag, glastuinbouw en utiliteit zijn geaggregeerd en er ook een warmteverlies voor het secundaire/distributienetwerk is toegevoegd. Voor de verschillende isolatieniveau's huidig (Warmtevraagprofielen\_totaal\_huidig), N2 (Warmtevraagprofielen\_totaal\_N2) en N3 (Warmtevraagprofielen\_totaal\_N3)
  - Kosten voor isoleren per isolatieniveau per buurt: [Kosten isolatie maatregelen per buurt](#)
  - Kosten voor isoleren per isolatieniveau geaggregeerd naar HAP niveau voor N2 (Kosten\_isolatie\_maatregelen\_N2) en N3 (Kosten\_isolatie\_maatregelen\_N3)



# Openstaande vragen Onderzoeksproject 1 van de Opdracht

## Baseline model (vervolg)

- **Extra bron informatie:** [Extra bron data](#)
  - bestaande uit: potentie TEO uit de RES kaarten, al in gebruik/ontwikkeling zijnde geothermie uit openbare bronnen, potentie LT restwarmte per gemeente.
- **ESDLs** waarin alle informatie verwerkt is: [ESDLs](#)
- Een beschrijving van de manier waarop alle gebruikte gegevens zijn overgezet naar de Dataset (6): [hier](#) te vinden

## **Bijlage 2**

### **Tabel Vergelijkingsparameters**

Isolatie	format	Vraag	format	Bronnen	format	Transport (regionaal)	format	Opslag	format
Label	Waarde (in GIS)	Gemeente	GIS/ESDL	Regionaal – locaties	GIS/ESDL	Topologie- routing	GIS/ESDL	Seizoensopslag – locaties	GIS
Isolatie Niveau	Streef waarde	Wijk/Buurt	GIS/ESDL	Regionaal – type & type last	Rest/aftap/aard – warmte, basis/midden/piek last	Topologie –Diameters	GIS/ESDL – barplot	Seizoensopslag – capaciteit	Waarde in GIS
Verduurzamings-optie - CAPEX		Vraag volume [GJ/y]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/wijk /buurt), en tijdsafhankelijk over jaren (2030, 2040, 2050)	Regionaal - vermogens [MW]	Barplot (tijdsafhankelijk)	Topologie – kosten CAPEX	Totale Waardes & waardes bij specifieke dimensies EUR/m	Seizoensopslag – type	
		Vraag invulling regionaal [GJ/y]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	Regionaal – ontwikkeling	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar	Topologie – kosten OPEX	Waardes totaal over jaar & getal energiekosten per energie eenheid elektriciteit	Intraday opslag – locaties	GIS
		Vraagvermogen [MW]	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	Regionaal – temperatuur restricties		Topologie – volloop of gebruikte capaciteit		Intraday opslag – capaciteit	Waarde in GIS
		Vraagprofiel		Regionaal – CO2 uitstoot (duurzaamheid) [ton CO2/GJ]		Topologie – locatie WOS		Seizoensopslag – CAPEX	
		Type secundair net	HT/MT/LT & specifieke aanvoer/retourT	Regionaal – totale overcapaciteit (betrouwbaarheid, redundancy) [MW]				Intraday opslag – CAPEX	
		WOS primair minimale aanvoertemperatuur & minimale retourT	Waarde uitgesplitst naar WOS	Lokaal - locaties	GIS			Seizoensopslag – efficiëntie?	
		Vraag – ontwikkeling	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar,	Lokaal – type	Rest/aftap/aard – warmte & anders			Seizoensopslag – OPEX	
		Distributienet - CAPEX	Waarde per WOS	Lokaal – vermogens [MW]	Waarde			Intraday opslag – OPEX	
		Distributienet - OPEX	Waarde per WOS	Lokaal – temperatuur restricties					
				MERIT order alle bronnen	Volgorde: Regionaal vs lokaal en evt regionale of lokale bronnen onderling				
				Regionaal – kosten OPEX	Waarde totaal & getal per energie eenheid				
143				Regionaal – kosten CAPEX	Waarde				

# **Bijlage 3**

## **Vergelijkingstabellen Uitgangsstudies**

# Overzicht Beschikbare data Uitgangstudies

Categorie	Parameter	CW RES ("Samenland")	IO	TVW's
Isolatie	label	B/C zie toelichting	D	Verschillend
	Isoleren capex	-	-	-
<u>Vraaggebieden</u>	Gebieden	gemeente	Wijk/buurt	Wijk/buurt
	Vraag volume [GJ/y] & Vermogen [MW]	Vraag ontwikkeling 2030 naar 2050 voor regionaal en lokaal, 80% van de jaarlijkse warmtevraag in 2050 is regionaal	30% totaal vermogen piekvraag is gegeven als vraagvermogen regionaal en 80% jaarlijkse warmtevraag Beschikbaar op buurt niveau. Berekend voor statisch profiel 2050.	Niet iedere gemeente heeft kwantitatieve data beschikbaar. Meestal ook niet uitgesplitst naar totale warmtevraag voor warmtenetten.
	Vraagprofiel	-	-	-
	Type secundair net	Aanname MT distributienetten mogelijk door isolatie maatregelen.	Aanname MT distributienetten	-
	Distributienet – CAPEX & OPEX	CAPEX inschattingen distributienet en gebouwaanpassingen	-	-
Bronnen	<u>Regionaal – locaties, type, vermogens</u>	Rest & aardwarmte, Basis & middenlast Voorspellingen & interpolatie 2030-2050 Meer dan potentiële vraag transportnet	Alleen basis restwarmte	-
	<u>Regionaal – temperatuur restricties</u>	Bron aanvoertemperatuur variërend naar locatie en tijd 70-110°C. Gelijke retourtemperatuur hele net	Alle bronnen aanvoertemperatuur 110°C	-
	<u>Lokaal – locaties, type, vermogens</u>	Alleen 1 lokale aardwarmtebron ingevuld mbhv de informatie. Verdere aanname dat het lokaal wordt geregeld	Pieklast voor de vraag die overblijft, geen informatie gespecificeerd	Niet de vermogens maar de potentiële warmteproductie is gegeven voor de meeste gemeentes
	<u>MERIT order alle bronnen</u>	Lokaal bovenaan MERIT order	Alleen Regionaal als basis, onderling geen verdeling	-
	<u>Regionaal – kosten OPEX &amp; CAPEX</u>	OPEX per type rest/GEO Totale capex	Integrale kostprijs bereik incl CAPEX, geen uitsplitsing naar type Bij integrale kostprijs inbegrepen	- -
Transport	<u>Topologie – locatie WOS</u>	Clusters van gemeenten	Gemeente niveau, GTB's & Rotterdam gedetailleerder	-
	<u>Topologie- routing</u>	Incl Zoetermeer	Incl Leiden	-
	<u>Topologie –Diameters</u>	DN 300-1100	DN 200 - 800	-
	<u>Topologie – kosten CAPEX &amp; OPEX</u>	Totale exploitatiekosten OPEX	CAPEX Incl. leiding die er al liggen	-
Opslag	=	-	-	-



# Vergelijkingstabel Uitgangsstudies -Isolatie

Isolatie

	format	CW RES ("Samenland")	CW RES ("Eiland")	IO	TVW's
<b>Isolatie waarde</b>	Tabel	Label B/C	Label B/C	Label D	Verschillende aannames per gemeente.
<b>Capex</b>	Tabel				

# Vergelijkingstabel Uitgangsstudies -Vraag

Vraag

Vraaggebieden	format	CW RES ("Samenland")	CW RES ("Eiland")	IO	TVW's
<b>Gemeente</b>	GIS/ESDL	-		-	
<b>Wijk/Buurt</b>	GIS/ESDL			-	-
<b>Vraag volume [GJ/y]</b>	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/ <b>wijk</b> /buurt), en tijdsafhankelijk over jaren (2030, 2040, 2050)	Vraag ontwikkeling 2030 naar 2050 meegenomen in volgende vergelijkingsparameter			Niet iedere gemeente heeft kwantitatieve data beschikbaar. Meestal ook niet uitgesplitst naar totale warmtevraag voor warmtenetten.
<b>Vraag invulling regionaal [GJ/y]</b>	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	80% van de jaarlijkse warmtevraag in 2050		80% jaarlijkse warmtevraag Beschikbaar op buurt niveau	-
<b>Vraagvermogen [MW]</b>	Waarde uitgesplitst naar detailniveau (gemeente/buurt)	-		30% totaal vermogen piekvraag is gegeven als vraagvermogen regionaal	-
<b>Vraagprofiel</b>		-		-	-
<b>Type secundair net</b>	HT/MT/LT & specifieke aanvoer/retourT	Aanname MT distributenetten mogelijk door isolatie maatregelen.		Aanname MT distributenetten	-
<b>WOS primair minimale aanvoertemperatuur &amp; minimale retourT</b>	Waarde uitgesplitst naar WOS	-		-	-
<b>Vraag – ontwikkeling</b>	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar,	Ontwikkeling van 2030 naar 2050		Statisch in 2050	-
<b>Distributienet - CAPEX</b>	Waarde per WOS	Beide distributienet en gebouwaanpassingen		-	-
<b>Distributienet - OPEX</b>	Waarde per WOS	-	-	-	

Enkel de vergelijkingsparameters die zijn ge-highlight zijn in beginsel geschikt om de Transitievisies Warmte op te vergelijken

# Vergelijkingstabel Uitgangsstudies -Bronnen

Bronnen

Bronnen	format	CW RES ("Samenland")	CW RES ("Eiland")	IO	TVW's
<a href="#">Regionaal – locaties</a>	GIS/ESDL	x		x	-
Regionaal – type & type last	Rest/aftap/aard – warmte, basis/midden/peik last	Rest & aardwarmte Basis & midden?		Alleen basis restwarmte	-
<a href="#">Regionaal - vermogens [MW]</a>	Barplot (tijdsafhankelijk)	Voorspellingen & interpolatie 2030-2050 Meer dan potentiële vraag transportnet			-
Regionaal – ontwikkeling	Bestaand/niet bestaand, jaar beschikbaar				-
<a href="#">Regionaal – temperatuur restricties</a>		Bron aanvoertemperatuur varieren naar locatie en tijd 70-110°C Gelijke retourtemperatuur hele net		Alle bronnen aanvoertemperatuur 110°C	-
Regionaal – CO2 uitstoot (duurzaamheid) [ton CO2/GJ]					-
Regionaal – totale overcapaciteit (betrouwbaarheid, redundancy) [MW]					-
<b>Lokaal - locaties</b>	GIS	Alleen 1 lokale aardwarmtebron ingevuld mbt de informatie.		Pieklast voor de vraag die overblijft, geen informatie gespecificeerd	
<b>Lokaal – type</b>	Rest/aftap/aard – warmte & anders	Verdere aanname dat het lokaal wordt geregeld			
<a href="#">Lokaal – vermogens [MW]</a>	Waarde				Niet de vermogens maar de potentiële warmteproductie is gegeven voor de meeste gemeentes
Lokaal – temperatuur restricties		-		-	-
<b>MERIT order alle bronnen</b>	Volgorde: Regionaal vs lokaal en evt regionale of lokale bronnen onderling	Lokaal bovenaan MERIT order		Alleen Regionaal als basis, onderling geen verdeling	-
<a href="#">Regionaal – kosten OPEX</a>	Waarde totaal & getal per energie eenheid	OPEX per type rest/GEO		Integrale kostprijs bereik incl CAPEX, geen uitsplitsing naar type	-
<a href="#">Regionaal – kosten CAPEX</a>	Waarde	Totale capex		Bij integrale kostprijs inbegrepen	-

# Vergelijkingstabel Uitgangsstudies -Transport

Transport

<u>Transport (regionaal)</u>	format	CW RES ("Samenland")	CW RES ("Eiland")	IO	TVW's
<a href="#">Topologie- routing</a>	GIS/ESDL	Incl Zoetermeer		Incl Leiden	-
<a href="#">Topologie –Diameters</a>	GIS/ESDL – barplot	DN 300-1100		DN 200 - 800	-
<a href="#">Topologie – kosten CAPEX</a>	Totale Waardes & waardes bij specifieke dimensies EUR/m			Incl. leiding die er al liggen	-
<a href="#">Topologie – kosten OPEX</a>	Waardes totaal over jaar & getal energiekosten per energie eenheid elektriciteit	Totale exploitatiekosten	-	-	-
<a href="#">Topologie – voltoop of gebruikte capaciteit</a>		x	x		-
<a href="#">Topologie – locatie WOS</a>		Clusters van gemeenten		Gemeente niveau, GTB's & Rotterdam gedetailleerder	-

# Vergelijkingstabel Uitgangsstudies -Opslag

Opslag

Opslag	format	CW RES ("Samenland")	CW RES ("Eiland")	IO	TVW's
Seizoensopslag – locaties	GIS	-	-	-	-
Seizoensopslag – capaciteit	Waarde in GIS	-	-	-	-
Seizoensopslag – type		-	-	-	-
Intraday opslag – locaties	GIS	-	-	-	-
Intraday opslag – capaciteit	Waarde in GIS	-	-	-	-
Seizoensopslag – CAPEX		-	-	-	-
Intraday opslag – CAPEX		-	-	-	-
Seizoensopslag – efficiëntie?		-	-	-	-
Seizoensopslag – OPEX		-	-	-	-
Intraday opslag – OPEX		-	-	-	-
					-
					-
					-
					-

## **Bijlage 4**

# **Resultaten INTEGRAAL**



1. Een Dataset met alle gebruikte gegevens van de Uitgangsstudies, geschikt voor gebruik in de Design Toolkit.
2. Een presentatie over de Uitgangsstudies, waarin
  - a. Een beschrijving van de manier waarop de gegevens zijn overgezet naar de dataset;
  - b. Een vergelijkende analyse van de Uitgangsstudies die overeenkomsten en verschillen tussen de studies duidelijk maakt en verklaart; dit aan de hand van een 1e Gezamenlijk Beeld;
  - c. Een overzicht van lacunes in de Dataset (zie 1) en de in de WarmingUP Design Tool beschikbare kentallen, die voor analyse benodigd zijn;
  - d. Een overzicht van mogelijkheden om de ontwikkeling van collectieve warmtesystemen te optimaliseren.
3. Een presentatie over inzetbaarheid Design Toolkit , waarin
  - a. Een beschrijving van de manier waarop de Design Toolkit, de dataset met gegevens van de Uitgangsstudies, de analysemethoden en -resultaten door de opdrachtgever kunnen worden ingezien en hoe hier verder mee geanalyseerd en ontworpen kan worden’;
  - b. Een inventarisatie van de wensen van de opdrachtgevers ten aanzien van kennisopbouw, data en analyse-mogelijkheden voor de ontwikkeling van collectieve warmtesystemen m.b.v. een Planning Toolkit;
  - c. Een analyse van de mate waarin (i) de Design Toolkit voorziet of kan voorzien in bovengenoemde informatiebehoefte van b; (ii) een te ontwikkelen Planning Toolkit hierin voorziet, inclusief evt. hiervoor benodigde / gewenste aanpassingen of uitbreidingen. Hierover wordt een beknopte rapportage “ Doorkijk Planning Toolkit” opgesteld.
4. Een presentatie over de optimale inzet voor basislastbronnen, waarin de onderzoeksvragen als gedefinieerd in Werkprogramma – Onderzoeksproject 3 worden behandeld en waarin:
  - a. analyse van de optimale inzet voor basislastbronnen, per gehanteerd scenario, voor de regio als geheel, per gemeente en per warmtecluster of -kavel op basis van (keten) kosten, energieprestatie, CO2 emissie;
  - b. aandachtspunten, inzichten, kansen/knelpunten etc. voor transitievisies in het algemeen, de planning van warmtenetten, bronnenstrategie etc.;
  - c. alle gehanteerde uitgangspunten, criteria, analysemethoden en voorgestelde scenario’s.
5. Een dataset met alle gebruikte gegevens voor de optimale inzet voor basislastbronnen, geschikt voor gebruik in de Design Toolkit.
6. Een beschrijving van de manier waarop alle gebruikte gegevens zijn overgezet naar de dataset.
7. Een beschrijving van de manier waarop de dataset, de analysemethoden en analyseresultaten door samenwerkende partijen kunnen worden ingezien.

**Bijlage 5**  
**Inzicht in**  
**de GROW workflow**  
**voor optimalisatie**

# Doel: Verkrijgen van inzicht door integrale optimalisatie (op systeem-niveau)

- We gebruiken de **GROW** aanpak voor optimalisatie van een integraal warmtesysteem:

- een techno-economische optimalisatie, ontwikkeld in [GROW Rijswijk](#) project
- gericht op een ontwerp oplossing voor een [collectief warmtesysteem tegen de laagste nationale kosten](#)
- In een vroeg stadium van ontwikkeling/ontwerp, waarbij er nog veel onbekenden zijn

- Invoer:

- Gegevens van bestaande of potentiële assets
- Randvoorwaarden vanuit de gebruiker
- De te gebruiken isolatie waarden en het warmtevraag profiel

- Resultaat:

- Geoptimaliseerd ontwerp van een warmtenet ontwerp tegen de laagste TCO
- Optimale dimensionering, en inzet van bronnen en opslag
- Optimale routing & dimensionering van het netwerk

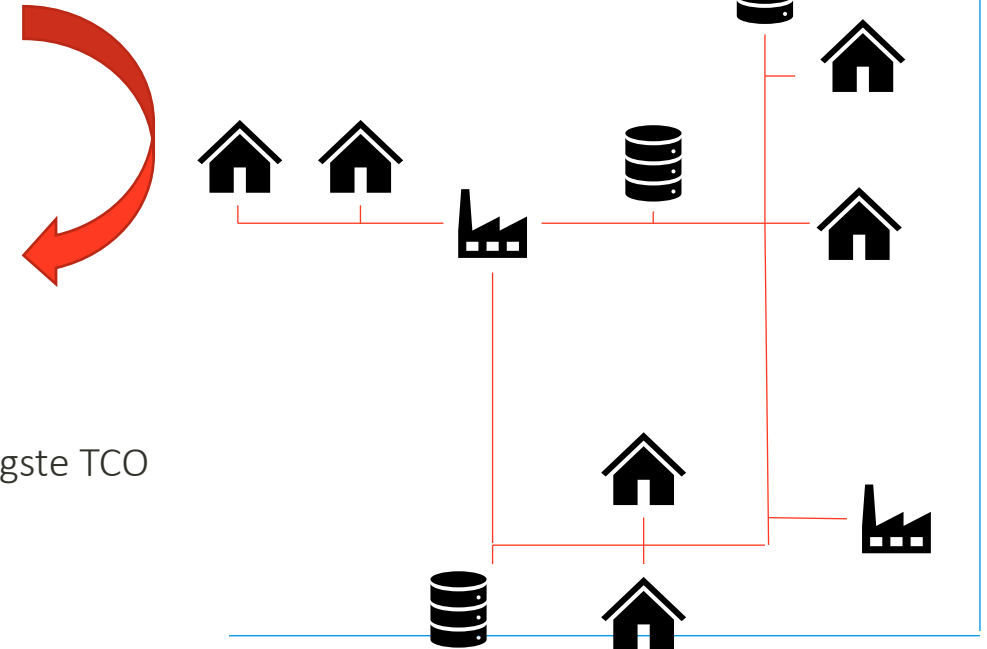
Isolatie

Vraag

Bronnen

Opslag

Transport



# GROW doel: optimalisatie voor laagste nationale kosten

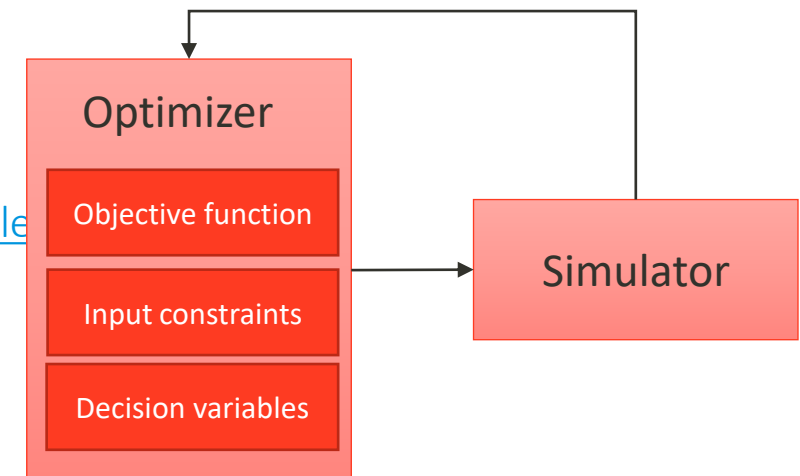
- Laagste Total Cost of Ownership (TCO) voor een duurzaam collectief warmtesysteem
  - TCO= CAPEX & OPEX over 30 jaar
  - Minimale TCO is goede basis voor kostengebaseerd model voor warmtetarieven
- Alle berekeningen zijn **op basis van nationale kosten**
  - Geen tarieven en/of warmteprijsen
  - subsidies en belastingen worden niet meegenomen
- We werken met mogelijke scenario's voor de warmtetransitie
  - waarin zowel regionale als lokale keuzes kunnen worden afgewogen...
  - waarbij inzicht in het effect van die keuzes gekwantificeerd wordt



# GROW workflow: definitie

- Techno-economische optimalisatie voor concept ontwerp
  - Gecombineerde operationele en dimensionerings optimalisatie
  - Motor die relaties tussen alle belangrijke variabelen integraal op elkaar afstemt en optimaliseert via multivariabele lineaire programmering - gangbaar voor technisch economische ontwerpvragestukken
- Mixed Integer Linear Problem (MILP) Optimalisatie
  - Aan de hand van een optimizer en een simulator
  - Zowel binaire (e.g. aan/uit beslissingen) als continue beslissingsvariabelen
  - Tienduizenden optimalisatievariabelen
  - Lineaire modellen -> *limited fidelity!*
    - Gelineariseerd met doel een **redelijke nauwkeurigheid** en conservatieve **afschattingen** te geven van financiële kosten

Ontwerp optimalisatie  
laagste TCO/LCOE



# GROW in ontwikkeling

- Tabel bevat omschrijving Eind scenario optimalisatie
  - Groen zijn taken die het eerst aan bod komen.
- Roll-out (niet toegepast tijdens Integraal)
  - Eind punt gedefinieerd met eind scenario optimalisatie
  - Optimalisatie waarbij per decennium of x aantal jaar wordt bepaald welke componenten worden geplaatst
  - De warmtevraag van al aangesloten woningen moet altijd worden voldaan
  - Biedt inzichten in de volgorde van aansluiten van bronnen, transport en opslag en hoe flexibiliteit ervan hierin als voordeel gebruikt kan worden. (o.a. onderhevig aan bronnen die relatief hoge CAPEX hebben en dus al voldoende moeten kunnen worden uitgenut)
  - Biedt inzichten in de volgorde van aansluiting van buurten
- Roll-out, verbetering in de toekomst:
  - Een band breedte op het resultaat van het eind scenario zetten, zodoende dat als gevolg van roll-out potentieel kleine verschuivingen kunnen plaatsvinden in de keuzes.
- Fasering optimalisatie & trade-off all-electric in planning toolkit

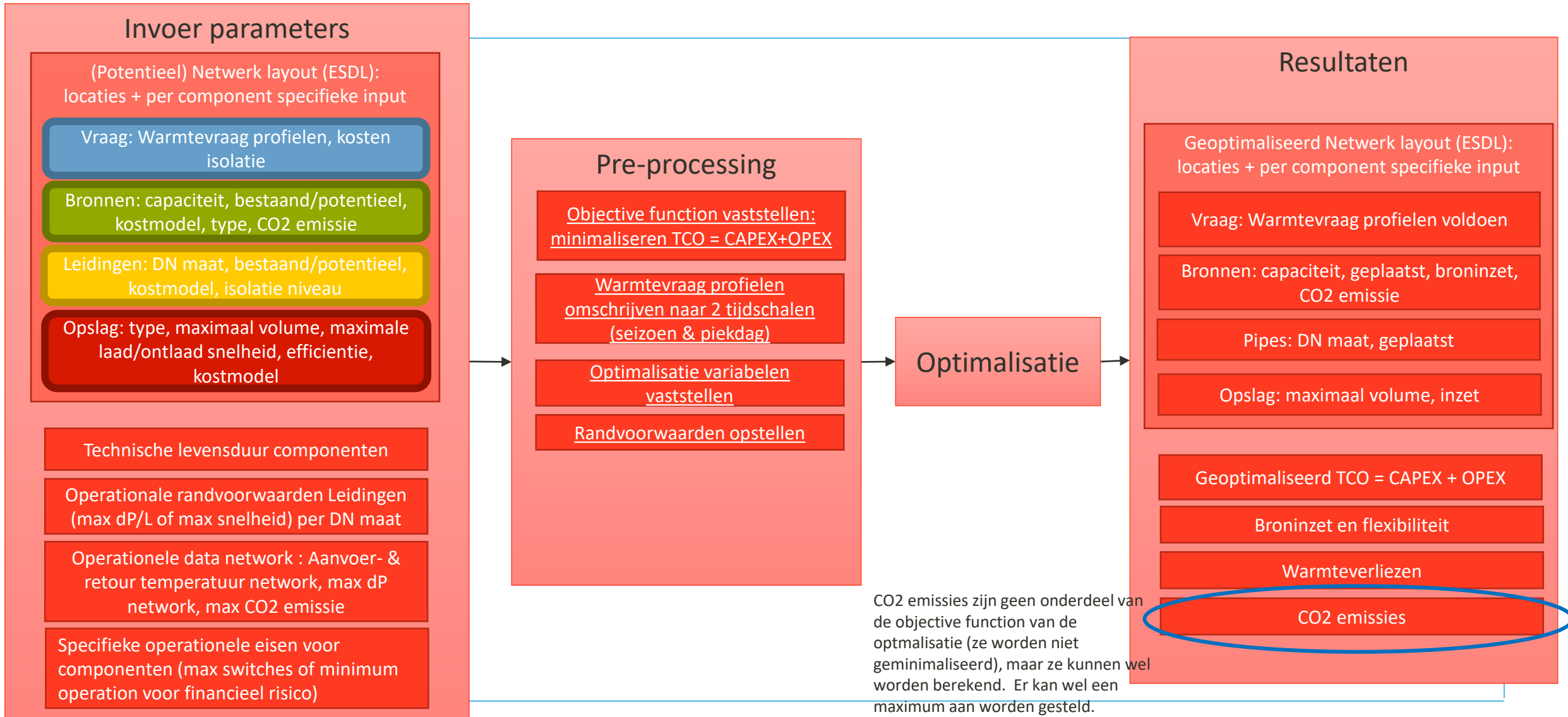
Nu	Toekomst
Optimalisatie naar laagste TCO op basis van Nationale kosten (CAPEX en OPEX van assets)	Iedereen kan de optimiser zelf runnen (in Proof of Concept van NieuweWarmteNu nu mogelijk voor een beperkt aantal assets)
Green en brown field zijn beiden mogelijk	
Focus momenteel transport netwerk en primair netwerk (assets erachter geaggregeerd)	
	Optimiser keuze laten maken welk netwerk temperatuur het kostenefficiënt is (ook op basis van temperatuur limitaties bronnen en in combinatie met isolatie)
	Optimiser de keuze laten tussen all-electric oplossing en warmtenetwerk inclusief elektriciteits netwerkverzwaring (integrale afweging tussen de 2 collectieve voorzieningen)
Ondersteund type assets: Warmtevraag, Producers(GEO, rest etc), Transport, WOS/HAP, Warmteopslag (intraday (tank) & seizoen (ATES)), Warmtepomp	Optimiser keuze laten maken tussen isolatie (vraag) op basis van kosten en veranderd profiel
	Efficiëntie ATES accurater inclusief eventuele benodigde warmtepomp voor opwaarderen temperatuur
	Warmtepomp nu constante vooraf ingevulde COP, afhankelijk maken van temperatuur en over tijd
	Ondersteuning elektrische componenten met de bijbehorende kosten en capaciteitsrestricties
	Integraal meenemen kosten tot achter de voordeur (distributie net, afleverzet, afgiftesysteem)
Kosten adhv installatie (EUR), investering (EUR/MW), vaste operationele/onderhoud (EUR/MW) variabele operationele/onderhoud (EUR/MWh)	Rente op kosten (leningen)
Emissie getallen berekenen	Maximum op de emissie zetten → bied mogelijkheid voor pareto curve emissie reductie vs kosten
	Potentieel: Koudevraag meenemen in warmte oplossing



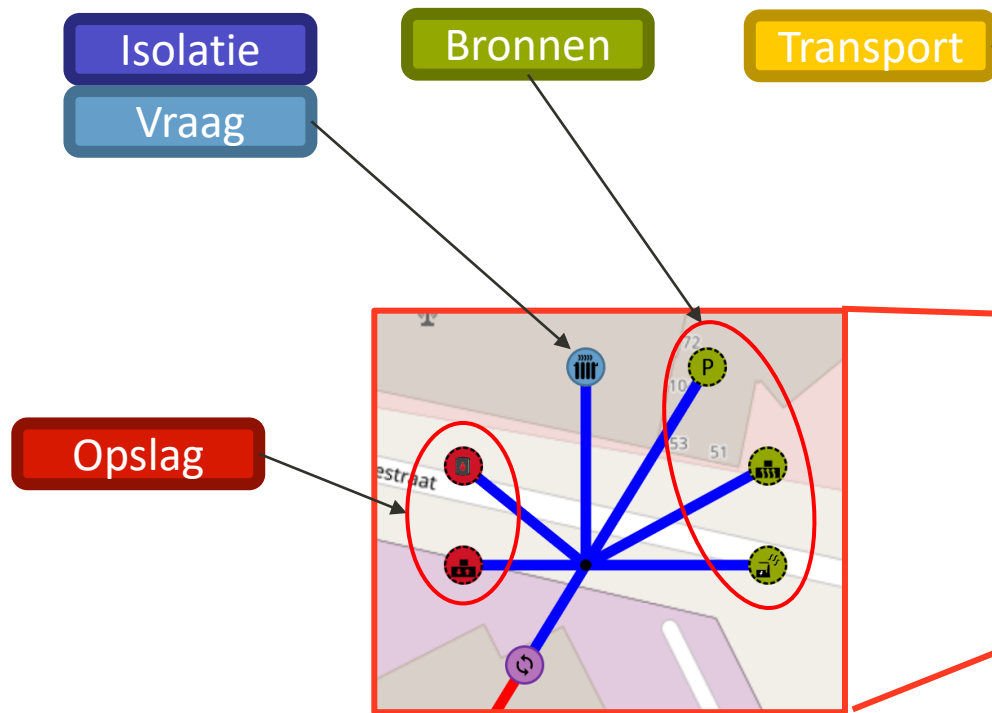
# Mixed: zowel integer als continue variabelen die geoptimaliseerd worden

	Plaatsing asset	Dimensionering asset	Inzet asset
Bronnen	integer	integer of continu	continue
Transport	integer	integer	n/a
Opslag	integer	integer of continu	continue

# GROW Workflow

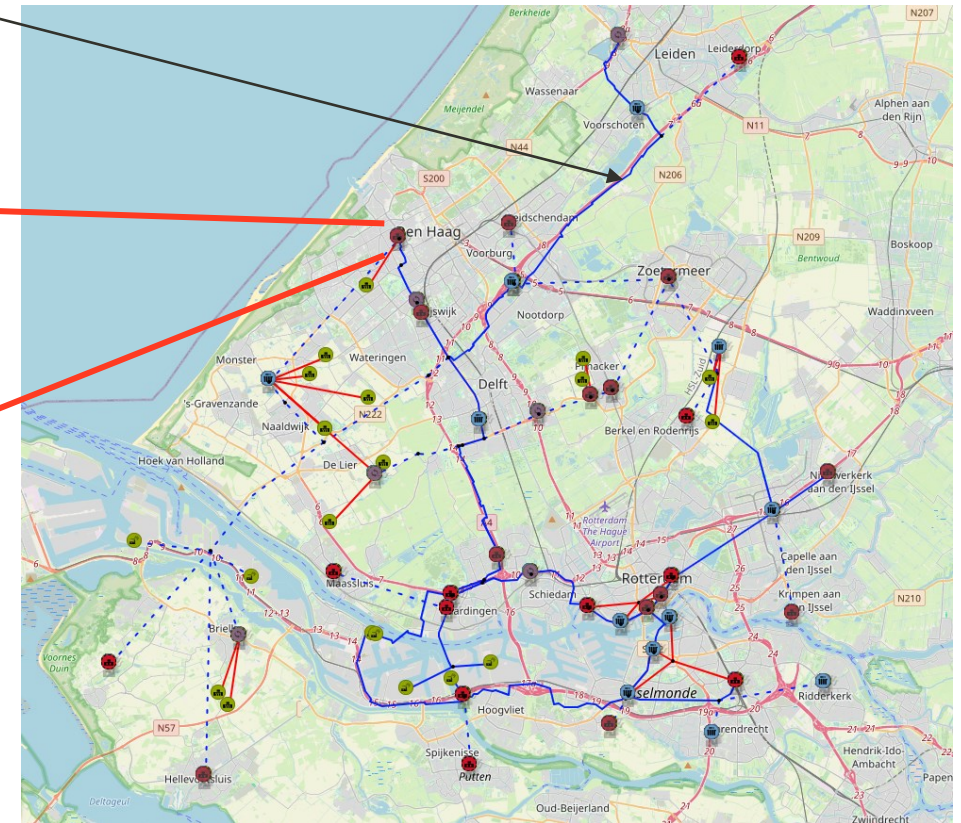


# Invoer parameters in GIS omgeving



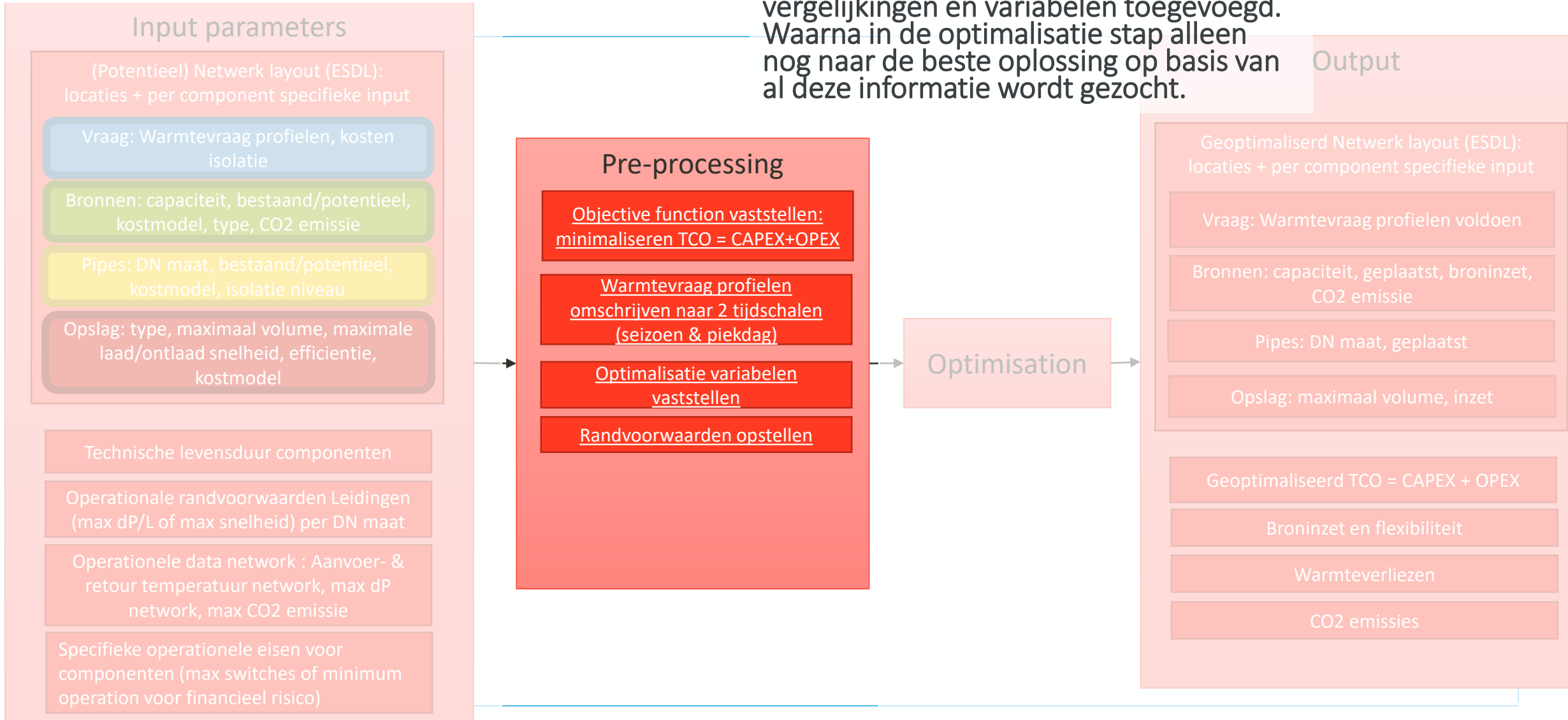
Alle componenten met een gestippelde omtreklijn, kunnen nog geplaatst en gedimensioneerd worden en hebben dus potentiële capaciteiten als invoerparameter.

- Doorgetrokken lijnen zijn leidingtracés die of al bestaan of waarvan de keuze al vast staat. GROW kan deze leidingen niet meer aanpassen.
- Stippellijnen zijn optionele leidingtracés, GROW kan bepalen of en welke diameter optimaal is



# GROW Workflow – Pre-processing

In het pre-processing blok worden alle bewerkingen gedaan, randvoorwaarden, vergelijkingen en variabelen toegevoegd. Waarna in de optimalisatie stap alleen nog naar de beste oplossing op basis van al deze informatie wordt gezocht.



# Objective function

- We optimaliseren voor Total Cost of Ownership (objective function)
  - Dit is de som van CAPEX en OPEX
  - Vertaalt zich naar de laagste energiekosten (LCOE) bij dezelfde warmtevraag
- Deze optimalisatie maakt een afweging mogelijk tussen investerings-, installatie- en operationele kosten
- De optimiser plaatst, dimensioneert en bepaalt de inzet van componenten op basis van de laagste TCO
- Merk op dat dit niet inherent rekening houdt met secundaire doelstellingen zoals voorzieningszekerheid (redundantie) en emissies
  - Deze zouden potentieel als randvoorwaarden kunnen worden toegevoegd

## Objective function - breakdown

- $\frac{TCO}{\text{per jaar}} = \sum_{\text{componenten}} \left( \frac{CAPEX}{\text{levensduur}} + OPEX \right)$
- CAPEX
  - Per component de installatiekosten (vast bedrag voor de component) en de investeringskosten (kosten per grootte)
  - Een aardwarmteput kost bijvoorbeeld X mil€ om te plaatsen en Y mil€ per geplaatste MW
  - Leiding kost slechts € per meter, geen installatiekosten mogelijk
- OPEX
  - Opgesplitst in vast deel en variabel deel
  - Vaste OPEX is vast € per jaar (typisch % van de CAPEX)
  - Variabele OPEX is € per geproduceerde MWh
- Dit telt samen op tot de TCO.
- Als uw optimalisatiehorizon 1 jaar is, wordt de CAPEX gedeeld door de verwachte levensduur van de component (bijv. 25 jaar)

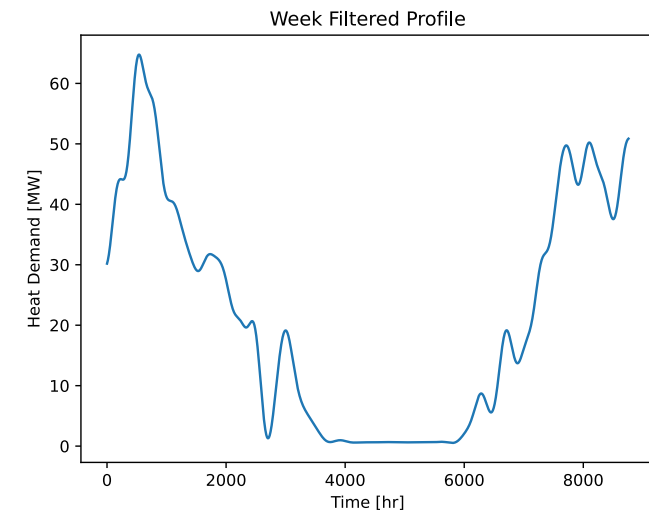
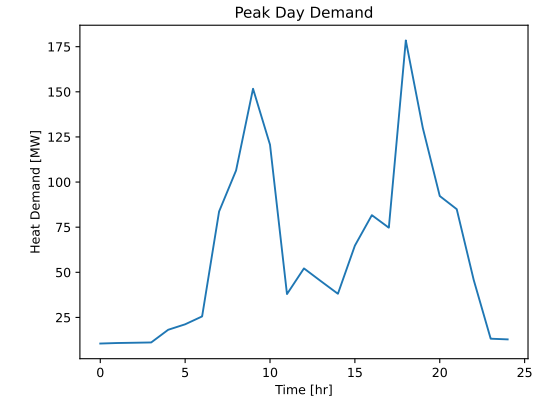


# Warmtevraag input

Isolatie

Vraag

- Idealiter, zouden we het volledige jaar profiel gebruiken
  - 8760 uur tijdstappen, te veel variabelen waardoor de optimalisatie te lang duurt
- Verschillende tijdschalen zijn van belang, dus in de optimalisatie worden deze tijdschalen opgesplitst
  - Piekdag profiel bepaald de grootte van de componenten
    - 24 uur tijdstappen
  - Jaarprofiel belangrijkste drijfveer voor een zo kosten efficiënt mogelijke bronneninzet
    - 365 dag tijdstappen



# Optimalisatie variabelen

## Bronnen

- Per bron:
  - Wel/niet plaatsen
  - Capaciteit bron
  - Broninzet per tijdstap

## Transport

- Per leiding:
  - Wel/niet plaatsen (optionele routes)
  - Diameter leiding

## Opslag

- Per opslag:
  - Wel/niet plaatsen
  - Capaciteit opslag
  - Opslaginzet (laden/ontladen) per tijdstap

Optimalisatie variabelen zijn de variabelen waarvan de optimiser mag kiezen welke waarde deze aannemen dusdanig dat de objective function (nationale kosten) wordt geminimaliseerd.

	Plaatsing asset	Dimensionering asset	Inzet asset
Bronnen	integer	integer of continu	continue
Transport	integer	integer	n/a
Opslag	integer	integer of continu	continue

# Optimalisatie randvoorwaarden

## Algemeen

- Fysica:
  - Energie en massa balans
  - Iedere component op iedere tijdstap
  - Inclusief warmteverliezen
  - Vergelijkingen zijn gelineariseerd op een manier zodat het resultaat altijd conservatief is, en gedetailleerdere simulaties dus op kleinere warmteverliezen en drukvallen uitkomen.
- Aan alle warmtevraag moet worden voldaan
  - Niet toegestaan om warmte niet aan bepaalde buurten te leveren
- Stroomsnelheden van leidingen moeten binnen standaard restricties blijven

# Optimalisatie randvoorwaarden

## Plaatsing & dimensionering

### Bronnen

- Bronnen:
  - Productiecapaciteit minimal zo groot als de maximale warmte die wordt geproduceert
  - GEO:
    - Vaste grootte per put, beslissingvariabelen voor het aantal putten
    - Maximum aantal aan/uit schakelingen

### Transport

- Leidingen
  - Enkel de beschikbare leidingdiameters kunnen worden gekozen

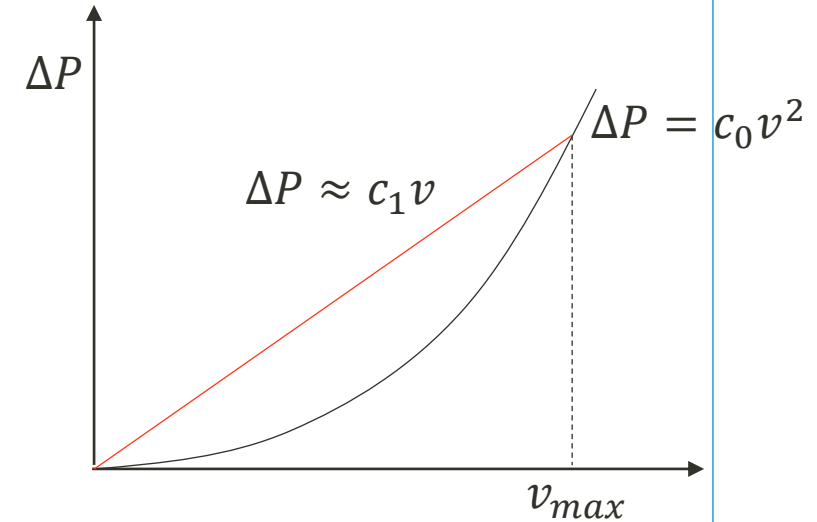
### Opslag

- Opslag:
  - Opslagcapaciteit minimal zo groot als de maximaal opgeslagen warmte
  - Tank (intra-dag): wordt enkel op piekdag gebruikt
  - ATEs:
    - Vaste grootte per put, beslissingvariabelen voor het aantal putten
    - Maximum aantal stroomrichtingsveranderingen

# Optimalisatie randvoorwaarden

## Vloeistofstroming & drukval

- Stroming
  - Maximum snelheid per leiding diameter
  - Stroomrichting mag omdraaien
- Drukval
  - Relevant voor dimensioneren leidingen en pomp kosten
  - Gelineariseerd tussen minimale en maximale snelheid
    - Overschatting pomp kosten door overschatting drukval.
    - Leiding diameter relatief accuraat doordat de keuze wordt gedreven door de drukval bij maximum stroomsnelheid

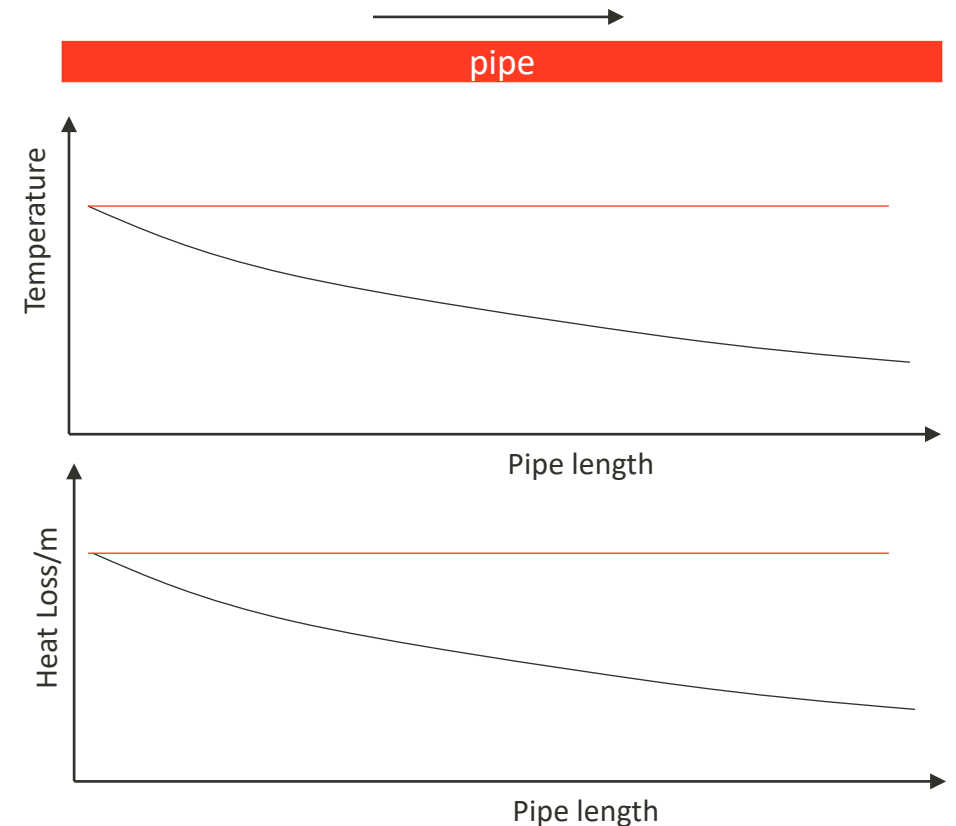


# Optimalisatie randvoorwaarden

## Warmteverliezen

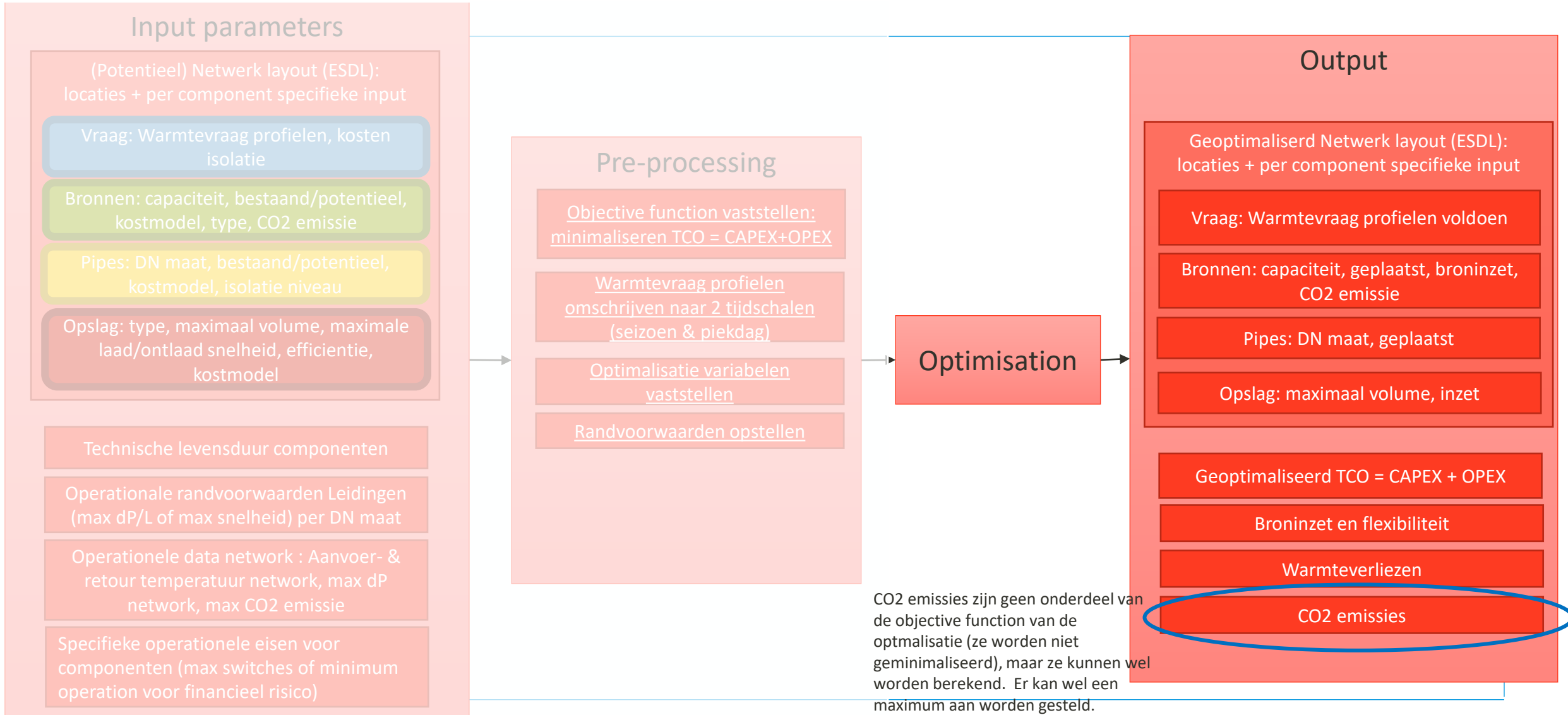
- Warmteverliezen worden berekend bij constant temperatuur
  - In werkelijkheid daalt de temperatuur over de lengte van de leiding en dus worden warmteverliezen altijd overschat.
  - Daarmee worden ook de benodigde warmte van de bronnen overschat en daaruit volgt een overschatting van de warmtekosten
- Voorbeeld:
  - $\Delta T = 65 = T_{aanvoer} - T_{grond} = 75 - 10$
  - Temperatuurdaling  $< 3^\circ$  Celsius

$$\frac{3}{65} * 100 \approx 5\% \text{ overschatting op het eind van de aanvoerleiding}$$





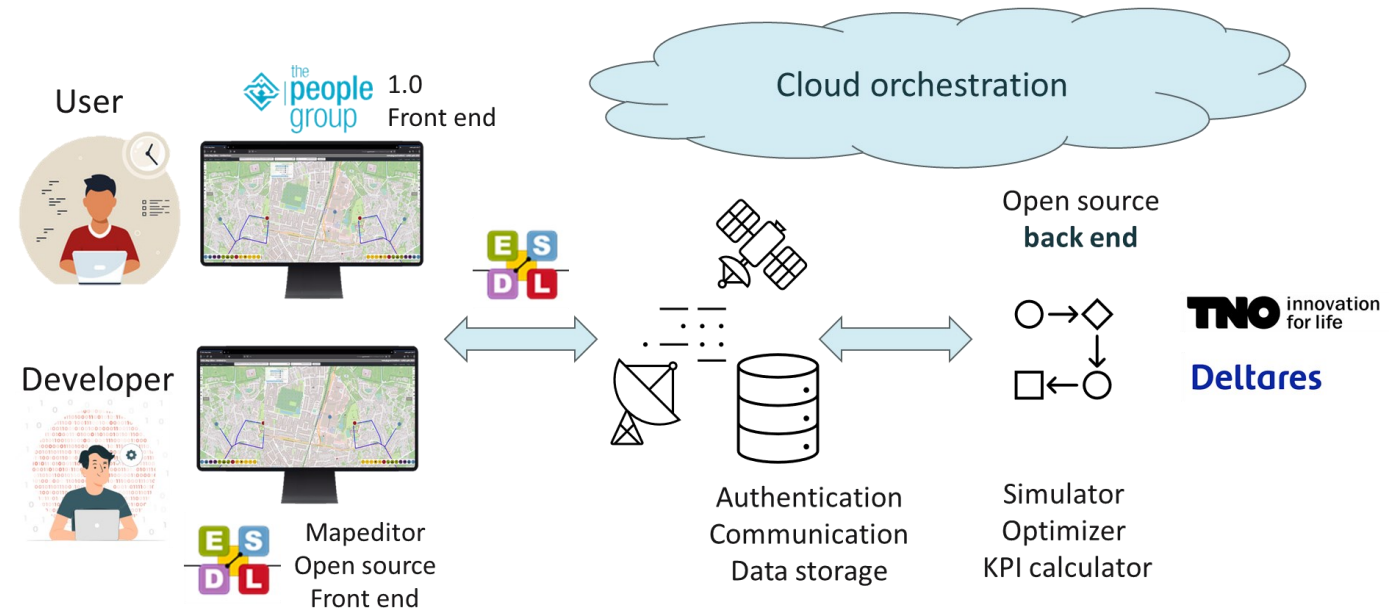
# Workflow – Optimisation & output



**Bijlage 6**  
**Doorontwikkeling**  
**Nieuwe Warmte Nu**  
**Innovatieproject Design Toolkit**

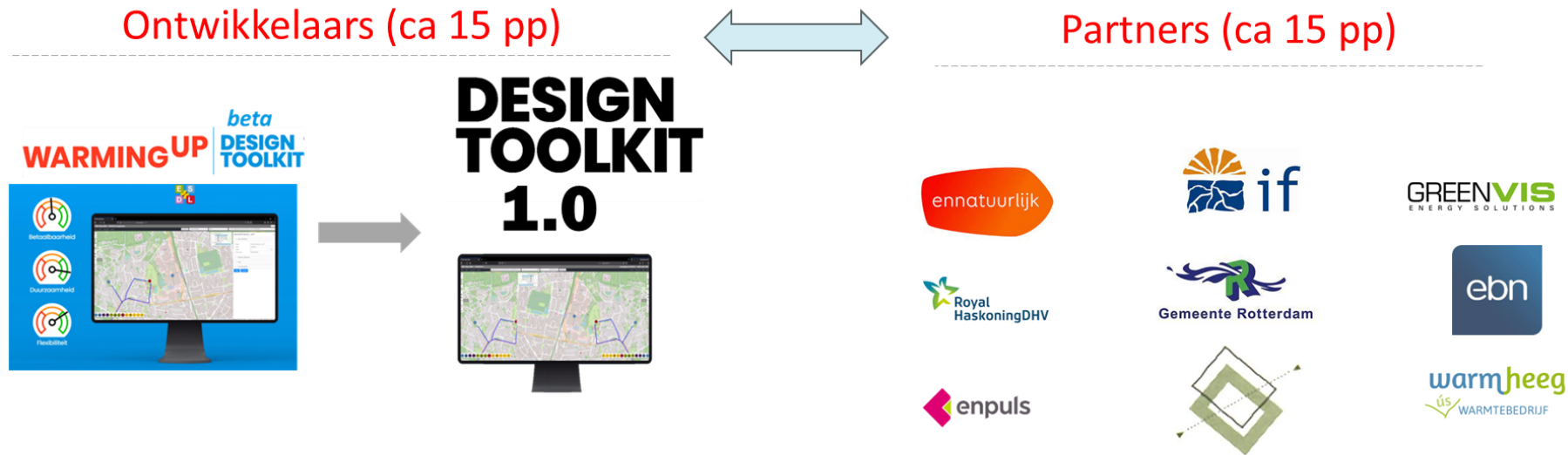
# Doorontwikkeling NWN! Innovatieproject Design Toolkit

- NWN! Innovatieproject Design Toolkit is een van de innovatieprojecten binnen het nationaal Groeifondsproject Nieuwe Warmte Nu (NWN), dat 12 vliegwielprojecten en 6 innovaties bij elkaar brengt om duurzame, collectieve warmtesystemen te implementeren en hierover kennis te verzamelen en te delen.
- Doel van het project NWN Design Toolkit is het ontwikkelen van de 1.0 versie van de Design Toolkit, op basis van de eerdere beta versie die in het WarmingUP programma is ontwikkeld (2020-2022).
- De doorlooptijd van het project is drie jaar, vanaf Q4 2023- Q4 2026
- Onderdelen van de Toolkit 1.0:



# Doorontwikkeling NWN! Innovatieproject Design Toolkit

## Partners en rolverdeling



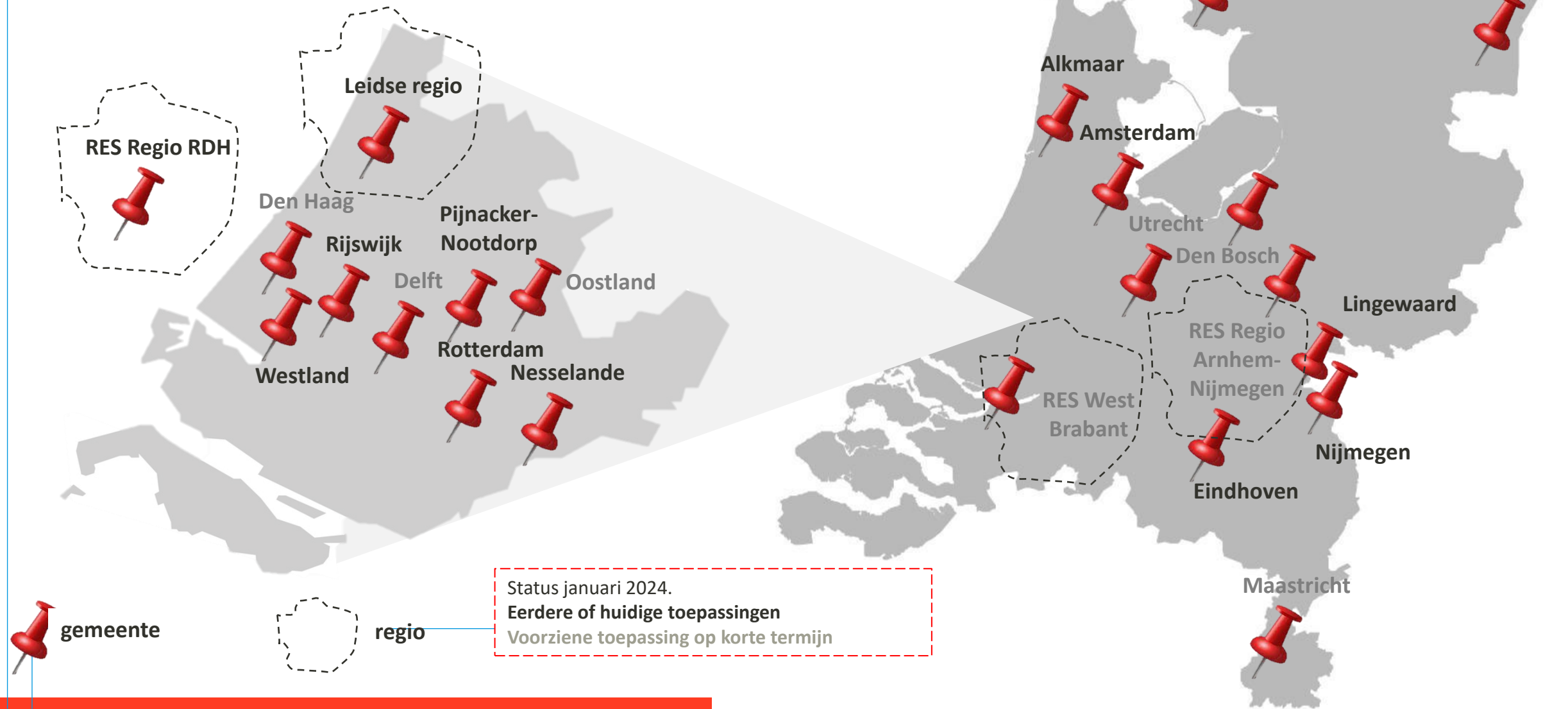
- Ontwikkelt front end
- Ondersteunen de partners mbt front end
- Biedt 1.0 versie als SaaS aan

- Ontwikkelen back end
- Ontwikkelen front end voor ontwikkelaars
- Ondersteunen de project partners mbt back end

- Gebruiken de Toolkit in ontwikkeling voor concept ontwerp van eigen use cases
- Geven feedback en feature requests aan de ontwikkelaars van de Toolkit

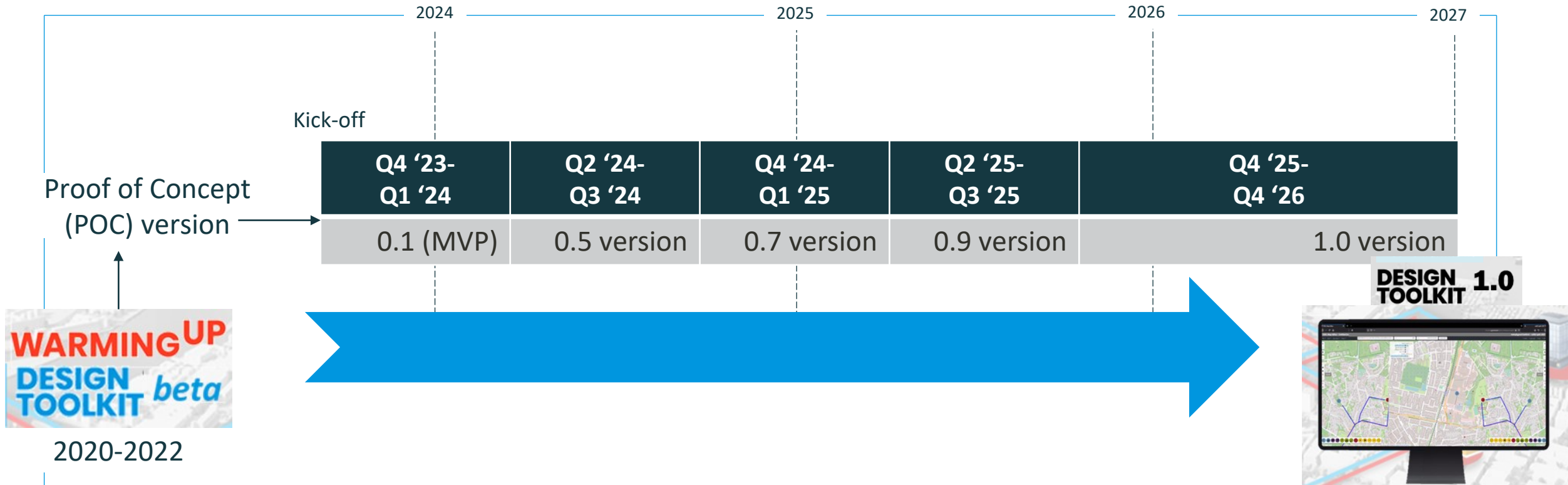
# Lopende toepassingen Design Toolkit

Deze slide toont de huidige (januari 2024) toepassingen van de Design Toolkit die nog in ontwikkeling is. Casussen van toepassing variëren tussen regionaal, gemeentelijk of project (wijk/buurt) ontwerp, en lopen uiteen van een snelle verkenning, tot uitvoerige studies met langere looptijd



# Doorontwikkeling NWN! Innovatieproject Design Toolkit

Tijdslijn project



- De volgende slide geeft aan welke Functionaliteiten & eigenschappen voorzien zijn in de ontwikkeling van de Design Toolkit 1.0



# Doorontwikkeling NWN! Innovatieproject Design Toolkit

Van Beta naar MVP versie naar 1.0 versie

Functionaliteiten & eigenschappen	Bèta (2022)	MVP (NWN)-Q2 2024	1.0 (NWN) – Q4 2026
<b>Simulaties</b>			
Zelf te kiezen tijdstap en simulatielengte (profiel)	✓	✓ Jaarwarmteprofiel met dag gemiddeldes en piekdag met uur profiel	✓
Bronneninzet (obvkosten en a-priori order)	✓	✓	✓
Verbeterde/gedetailleerdere modellen	✓ HT-ATES (RoSIM) koppeling		✓ HT-ATES (RoSIM) koppeling, warmtepomp, geothermie, zon- & aquathermie
Andere verbeteringen/toevoegingen		✓ Rekeningtijd versnellen	✓ Rekeningtijd versnellen
<b>Optimalisaties</b>			
Operationele optimalisatie adhv gegeven ontwerp	✓	✓	✓
Ontwerp optimalisaties	✓ Slechts enkele componenten	✓ Veel componenten (bronnen, transport, opslag)	✓ Veel componenten (isolatie, bronnen, transport, opslag)
Integrale optimalisatie op basis van Total Cost of Ownership (Nationale Kosten)		✓	✓
Verbeterde/gedetailleerdere modellen			✓ Warmtepomp, HT-ATES linearisatie, zon & aquathermie
Andere verbeteringen/toevoegingen		✓ Rekeningtijd versnellen	✓ Rekeningtijd versnellen, Extra randvoorwaarden (maximum op de emissie), rente op kosten
<b>Visualisaties</b>			
KPI's	✓ Kosten & emissies, flexibiliteit.	✓ Kosten & emissies, flexibiliteit	✓ Kosten & emissies, flexibiliteit.
Tijdseries per component en geaggregeerd	✓ Warmte, druk, temperatuur en stroomsnelheden per asset	✓ Warmte, druk, temperatuur en stroomsnelheden.	✓ Warmte, druk, temperatuur en stroomsnelheden.

## Opmerkingen

- Roll-out (Fasering) optimalisatie & trade-off all-electric valt momenteel onder ideeën Planning Toolkit.
- Deze lijst is niet uitputtend en aan veranderingen onderhevig en afhankelijk van user-input, vandaar een hoogover niveau
- Gedetailleerde functionaliteiten optimalisatie staan in de presentatie [GROW workflow](#)
- Gedurende het Integraal project is een combinatie van functionaliteiten gebruikt uit de Beta en PoC versies, dit op dit moment (januari 2024) nog niet volledig te gebruiken zijn in de Toolkit in ontwikkeling. Een deel van deze functionaliteiten wordt ontsloten per MVP release

## Huidige beschikbaarheid Design Toolkit als Open Werkplatform

- De Design Toolkit wordt in het NWN Design Toolkit project tot Q4 2026 uitontwikkeld tot een 1.0 versie met betrokkenheid van een professionele software partij. De voorziene functionaliteiten in de Design Toolkit staan aangegeven op [deze slide](#). Met de uitontwikkeling zullen de functionaliteiten en robuustheid van de Toolkit verbeteren. Vanaf Q4 2026 komt de Design Toolkit 1.0 als SaaS oplossing beschikbaar, waarmee partijen zelfstandig kunnen werken.
- De Design Toolkit is als Open Werkplatform vanaf nu tot Q4 2026 beschikbaar voor partijen die in projecten samenwerken met TNO en Deltares , zodat zij ondersteuning door TNO en Deltares kunnen krijgen, en toegang tot tutorials en documentatie. Volledig zelfstandig gebruik van de Design Toolkit is gedurende deze periode niet mogelijk.
- De Datasets voor vergelijking van de Uitgangsstudies, en van de Baseline, als startpunt voor het optimaal verbinden van regionale en lokale warmte met de integrale aanpak, zijn beschikbaar gesteld en beschreven voor hun gebruik in de Design Toolkit, zodat het mogelijk is voort te bouwen op bestaande kennis en vervolganalyses op de huidige studie te kunnen doen.

# Bijlage 7

## Afkortingen

# Afkortingen

Afkorting	Betekenis
EDR	Energy Data Repository: Database met kentallen voor de energie transitie <a href="https://www.esdl.nl/">Energy Data Repository (EDR) - ESDL (gitbook.io)</a>
HAP	Hoofd Afname Punt: Punt in warmtesysteem waar warmte wordt overgedragen tussen regionaal netwerk en primair lokaal netwerk
TCO	Total Cost of Ownership
LCOE	Levelized Cost of Energy
CAPEX	Capital Expenditure
OPEX	Operational Expenditure
ESDL	Energy System Description Language. Taal om het energiesysteem en energietransitie-gerelateerde informatie op een uniforme en gestructureerde manier te kunnen beschrijven. ( <a href="https://www.esdl.nl/">https://www.esdl.nl/</a> )
MVP	Minimum Viable Product. Een eerste tussenversie van een product in ontwikkeling, waar minimale functionaliteiten gebruikers de mogelijkheid geeft om feedback te geven die wordt gebruikt in de verdere ontwikkeling.
NWN	<a href="#">Nieuwe Warmte Nu.</a> Nationaal Groeifondsproject voor collectieve warmte, waarbinnen NWN Design Toolkit een van de innovatieprojecten is.
SaaS	Software-as-a-Service. Oplossing waarbij functionaliteit van software via de cloud aan gebruikers wordt aangeboden.
TVW	Transitie Visie Warmte
RES	Regionale Energie Strategie
API	Application programming interface, interface die gebruikt kan worden om te communiceren tussen verschillende software applicaties