Verkennend onderzoek power-2-heat-systemen Goeree-Overflakkee

gemeente
Goeree-Overflakkee

25 juli 2025

Leeswijzer: klik op bovenstaande inhoudsopgave om snel te kunnen schakelen tussen de hoofdstukken.
In de hoofdstukken kunt u bladeren door de pijlen links (vorige pagina) en rechts (volgende pagina).

innoforte sustainable value

Hylife INNOVATIONS

Verkennend onderzoek power-2-heat-systemen

Opdrachtgever: Gemeente Goeree-Overflakkee

Contactpersoon: Ron Bakker

Status rapport: Definitief

Datum: 25-07-2025

Contactpersonen Innoforte: Max Verwoerdt
Wim Mans

Contactgegevens: Adviesbureau Innoforte
Van Heemstraweg 56 d
6651 KH Druten
E-mail: info@innoforte.nl
Tel: 0487-510375

Contactpersonen Hylife: Manu Bracke
Niels de Smet

Contactgegevens: Hylife Innovations
Stadthof 9
3243BH Stad aan 't Haringvliet
E-mail: info@hylifeinnovations.nl
Tel: 0187-206800

Adviesbureau Innoforte is sinds 2003 actief met het ondersteunen van overheden, ontwikkelaars en warmtebedrijven op het gebied van beleid, ontwikkeling en exploitatie van duurzame warmte- en koudesystemen. Onze missie is bij te dragen aan transparante, duurzame meerwaarde voor alle betrokkenen. De naam Innoforte is een acroniem en staat voor **INNO**vating **FO**r **R**enewable **T**hermal **E**nergy. Wij zijn creatieve denkers met een brede kennis van de warmtemarkt en een gezonde dosis ambitie. Onze dienstverlening bestaat uit:

- planvorming: conceptontwikkeling en haalbaarheidsstudies
- samenwerking: procesbegeleiding, aanbesteding en contractvorming
- businesscases: inrichting control, tarieven en financiering
- wetten en normen: compliance en certificaten
- audits: risk assessment en due diligence

Hylife Innovations is sinds 2019 actief met de ontwikkeling en realisatie van innovatieve energieconcepten voor de gebouwde omgeving. Hylife heeft in Stad aan 't Haringvliet **InnovaHub** gerealiseerd. InnovaHub is een energiehub in een nieuwbouw woonwijk die ervoor zorgt dat lokale opwek en vraag van energie maximaal in balans zijn. Hiervoor heeft Hylife een eigen **EMS** ontwikkeld dat vraag en aanbod van energie kan voorspellen en de inkoop en opslag van energie optimaliseert. Deze kennis en technologie zet Hylife actief in om projecten voor verduurzaming van de gebouwde omgeving te realiseren. Hylife is als **technologiepartner** betrokken van advies en concept tot en met realisatie en operatie.

Juridische Disclaimer
De informatie in dit document is strikt vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Ongeoorloofde verspreiding, openbaarmaking of vermenigvuldiging van deze informatie zonder voorafgaande schriftelijke toestemming is verboden. Indien u dit document per ongeluk heeft ontvangen, verzoeken wij u vriendelijk om de afzender direct te informeren en het document te vernietigen.
De verstrekte gegevens en resultaten zijn gebaseerd op aannames en simulaties en dienen uitsluitend ter indicatie. Hoewel uiterste zorg is besteed bij het opstellen van deze informatie, kunnen materiële fouten, onvolledigheden of onjuistheden niet worden uitgesloten. Er wordt geen garantie gegeven dat deze resultaten overeenkomen met daadwerkelijke prestaties of uitkomsten in de praktijk. Aan deze informatie kunnen dan ook geen rechten worden ontleend.
De afzender aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele schade of verliezen, direct of indirect, die voortvloeien uit het gebruik van deze informatie. De ontvanger is zelf verantwoordelijk voor een onafhankelijke beoordeling van de inhoud en de toepasbaarheid ervan op de eigen situatie.

Inleiding

In 2022 voerde Innoforte een conceptstudie uit naar de haalbaarheid van een duurzame warmtevoorziening voor de kernen van Goeree-Overflakkee. In 2023 volgde een verdiepende haalbaarheidsstudie voor Middelharnis/Sommelsdijk en Ooltgensplaat, waaruit bleek dat een warmtenet op basis van TEA in beide kernen haalbaar is.

Sindsdien zijn er nieuwe inzichten opgedaan over de energieopwekking op Goeree-Overflakkee. Zo zal het eiland meer elektriciteit opwekken dan lokaal wordt verbruikt of kan worden getransporteerd, wat resulteert in een overschot aan duurzame energie. Dit overschot kan worden omgezet in duurzame warmte via een e-boiler of warmtepomp, een proces dat bekendstaat als Power to Heat (P2H). P2H werkt optimaal in combinatie met een buffer, waardoor elektriciteit kan worden benut op momenten dat deze het meest duurzaam en voordelig is. De optimale grootte van de P2H-installatie en de buffer vereist nader onderzoek, waarbij het belangrijk is de juiste uitgangspunten te hanteren om te kunnen sturen op prijs, duurzaamheid en leveringszekerheid. Om dit te verkennen heeft de gemeente meerdere pilotstudies opgezet.

Voor deze pilotstudies zijn uitgangspunten vastgesteld en is een rekenmodel ontwikkeld om de werking van P2H in combinatie met buffering te simuleren. Innoforte en Hylife werkten hierin samen om tot een onderbouwd advies te komen. Innoforte bracht expertise in op het gebied van de dimensionering en exploitatie van warmtenetten, waarbij zij eerder al een leidingnet raamden en de warmtevraag bepaalden. Hylife valideerde deze gegevens en droeg bij met gespecialiseerde kennis over de inkoop van elektriciteit en buffersturing. De dynamische simulaties werden uitgevoerd met het softwaremodel van Hylife, in nauw overleg met Innoforte. De resultaten werden vervolgens door Innoforte, in samenwerking met Hylife, vertaald naar een businesscase. Bij de simulaties speelden zowel de huidige als toekomstige elektriciteitsprijzen een cruciale rol. Stratergy leverde hiervoor data over de hoogte, dynamiek en volatiliteit van de energieprijzen.

Het doel van dit verkennende onderzoek is om de basis te realiseren die als bron fungeren voor het verdiepende onderzoek van één te kiezen kern.

Stappenplan

UITGANGSPUNTEN

STAP 1
- Energievraag van de kernen en energieverlies warmtenet inzichtelijk maken
- Uitgangspunten input en output vastleggen

STAP 2
- EPEX prijsprofielen en PPA wind-energie vastleggen
- Capaciteitsbeperkend contract

STAP 3
- Functionaliteit rekenmodel afstemmen op de toepassing
- E-Sturing strategieën definiëren ter optimalisatie van bronconfiguraties

SIMULATIE

STAP 4
- Totaal van 240 potentiële bronconfiguraties opgesteld
- Financiële analyse van de LCOE ter identificatie van de meest kansrijke configuraties

STAP 5
- De kansrijke configuraties via sensitiviteit verder optimaliseren als basis voor alle kernen
- Schaalbaarheid van de configuraties bevestigen

STAP 6
- Configuraties techno-economisch opschalen voor elke kern
- Finale financiële analyse van de BAK voor elke kern waaruit conclusies volgen

Uitgangspunten

Voor de pilotstudie zijn de uitgangspunten gedefinieerd voor de input en output van rekenmodel. Deze uitgangspunten zijn ingedeeld in input en output.

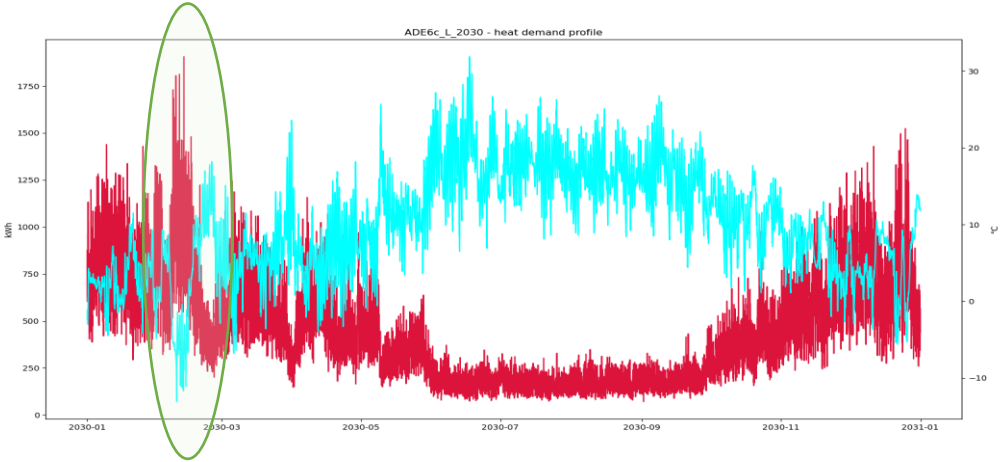
Input:
- Type warmtebron (combinatie warmtebron) basis P2H + opslag. Waar mogelijk een lokale warmtebron toevoegen. (optie: basislast met luchtwarmtepomp)
- Vermogen warmtebron
- Type buffer (Pit, buffervat, zand/basalt onderzoeken maar wel pragmatisch blijven)
- Grootte buffer
- Type sturing (netaansluiting vermindering kosten)
- Kostenverdeling (BAK,VR en GJ tarief) Korting op ACM tarieven
- Elektriciteit prijsscenario (meerdere ontwikkeld door Stratergy)
- Leidingnet (conceptenstudies)
- Warmtevraag (conceptstudies)
- Gevoeligheidsfactor investeringen, warmtevraag, volloop, WACC (± 10%)

Output:
- Duurzaamheid (fp;del en CO2-uitstoot. flexuren , https://staging.dynamischereferentieprijs.nl)
- Kosten per woning (BAK,VR en GJ tarief) vergelijk individuele warmtepomp en CV-ketel
- Gevoeligheidsanalyses

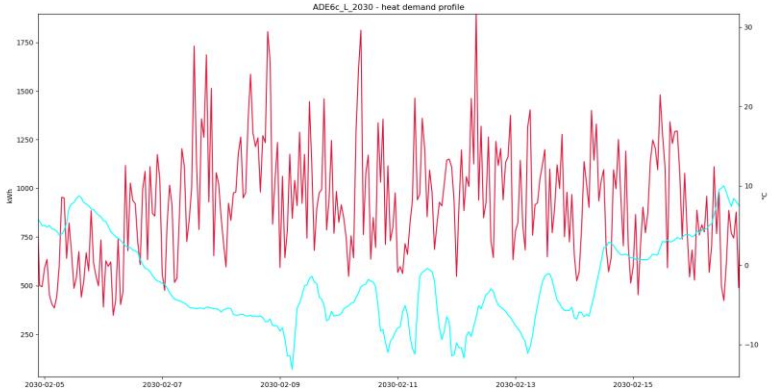
1 - Warmtevraagprofiel

- Voor de warmtevraag is een profiel van een warmtenet aangenomen met bijhorende buitentemperatuur
- Het profiel heeft een periode van een week met sterke vriestemperaturen, wat resulteert in een piek warmtevraag
- Op het hele warmtenet is een leidingverlies van 25% op de warmtelevering aangenomen
- Voor het warmtenet wordt een hoog temperatuur 70/40 regime aangenomen
- De totale warmtevraag voor dit profiel is 3893 MWht (2030) met een piek van 1.9 MWt
- Dit is gebaseerd op 11.94 MWht / weq op jaarbasis met een gelijktijdige piekvraag van 5.65 kWt / weq

Buitentemperatuur (°C)
Warmtevraag (kWh)



Figuur: buitentemperatuur en warmtevraag op jaarbasis



Figuur: piek warmtevraag in koudste week

2 - E-Contracten

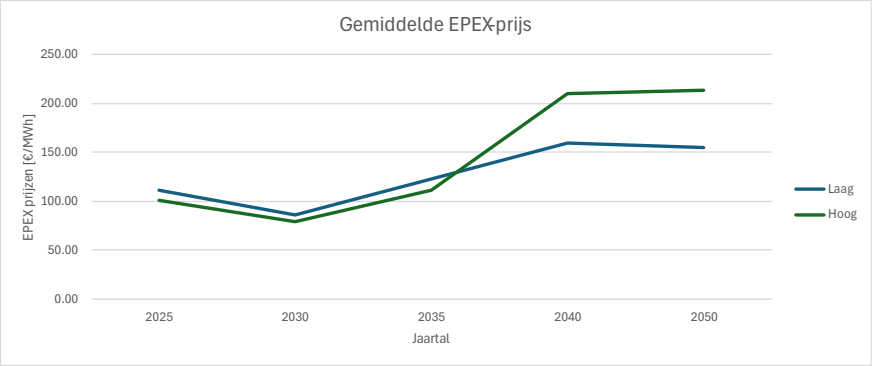
- Energiecontract
  - We gaan uit van een energiecontract met een dynamische inkoop prijs voor elektriciteit die gelijk is aan de EPEX SPOT prijs met een opslag van 15%. Als de stroom ingekocht wordt op het moment dat de EPEX SPOT prijs onder de DRP prijs ligt (dynamische referentie prijs, https://staging.dynamischereferentieprijs.nl), wordt de stroom als groen beschouwd, daarboven als grijs
  - Voor de EPEX prijzen in de toekomst is een prijsmodel opgesteld door Stratergy op basis van historische data en de verwachte evolutie van enkele kengetallen. Dit wordt verder toegelicht
  - Voor de inkoop van windenergie gaan we uit van een contractprijs die gelijk is aan de EPEX SPOT prijs met een afslag van 15%. De maximale hoeveelheid windenergie die het model kan inkopen is gelijk aan de helft van de warmtevraag op jaarbasis. De windenergie wordt voor 100% als groen beschouwd
  - Gezien de gasprijs (20 €/MWh) in 2030 in het EPEX model zou de DRP op 58.37€ uitkomen. Dit is 68% van de gemiddelde ongewogen EPEX prijs. Dit percentage is als referentie gebruikt naar de toekomst toe en dat levert volgende DRP op voor 2025 € 75.25, 2030 € 58.37, 2035 € 83.73, 2040 € 108.28 en 2050 € 105.36

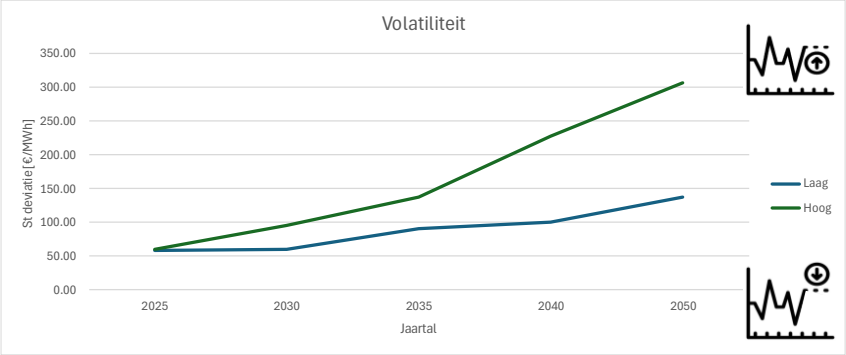
- Transportcontract (ATO)
  - Voor het contractuele aansluitvermogen (GTV) te bepalen gaan we uit van de maximale vermogenspiek met een marge van 30%
  - We rekenen voor de variabele transportkosten in het capaciteitsbeperkende model met een nieuwe prijsstructuur op basis van een weging van de pieken afhankelijk van het moment waarop ze zich voordoen. Dit wordt verder toegelicht

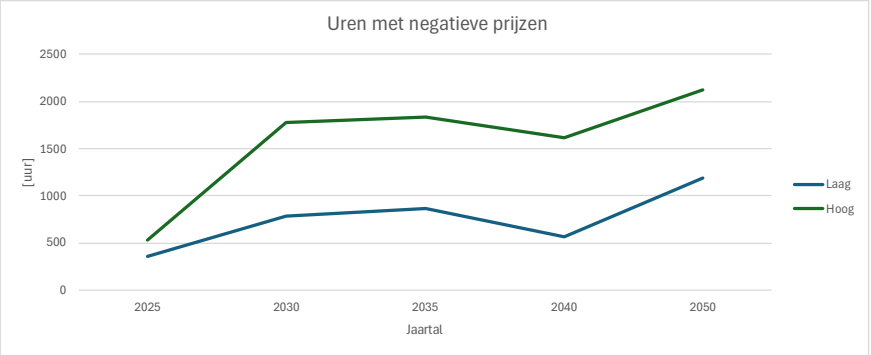
2 - EPEX day ahead elektriciteit prijs scenario's

- Voor deze studie zijn 2 toekomstige EPEX prijsprofielen door Stratergy gemaakt. Deze bevatten een voorspelling over de toekomstige elektriciteitsprijzen. In de studie gebruiken we deze profielen met volgende kenmerken:

	Laag volatiel		Hoog volatiel	
	Gem E-prijs (€/MWh)	Uren met negatieve prijzen	Gem E-prijs (€/MWh)	Uren met negatieve prijzen
2025	110.81	357	100.42	537
2030	85.83	790	79.08	1773
2035	123.13	868	111.50	1837
2040	159.24	572	210.71	1616
2050	154.94	1190	213.48	2121







2 - Transportcontract – huidige structuur

- Huidige tariefstructuur: een **constante transportvergoeding**:
  - kost voor vermogen (kW contract & kW max) is constant
  - variabel deel is het werkelijk piekvermogen van de maand
  - energiebelasting wordt in rekening gebracht bij de financiële berekening (vanaf STAP4)

✓ incentivering om GROOTTE van het piekverbruik te beperken
x GEEN incentivering om MOMENT van piekverbruik te verschuiven

- Nieuwe tariefstructuur: Op advies van Stratergy implementeren we voor de capaciteitsbeperkende sturing in deze studie een nieuwe tariefstructuur die momenteel in ontwikkeling is om netcongestie tegen te gaan

Tabel 3 - Transportvergoeding (alle bedragen zijn excl. BTW)

Transportcategorie	Grens gecontracteerd transport-vermogen[6]	Transportdiensten					
		Vastrecht	Variabele tarieven[11]				
		Transport in € per maand	kW contract in € per maand per kW	kW max in € per maand per kW[7]	Dubbel tarief normaal in € per kWh[9]	Dubbel tarief laag in € per kWh[10]	Blind verbruik in € per kVARh
LS	t/m 50 kW	1,50	1,5500	-	0,0750	0,0460	0,0170
Trafo MS/LS	51 t/m 150 kW	36,75	3,9350	3,1000	0,0198	0,0198	0,0170
MS	151 t/m 1.500 kW	36,75	2,0250	3,1000	0,0198	0,0198	0,0170
Trafo HS+TS/MS reserve	> 1.500 kW	230,00	1,8958	1,8346[8]	-	-	0,0170
Trafo HS+TS/MS	> 1.500 kW	230,00	3,7917	5,3000	-	-	0,0170
TS reserve	> 1.500 kW	230,00	1,5642	1,4365[8]	-	-	0,0170
TS	> 1.500 kW	230,00	3,1283	4,1500	-	-	0,0170

2 - Transportcontract – capaciteitsbeperking

- Nieuwe tariefstructuur: een **tijdsgebonden transportvergoeding**:
  - kost voor vermogen (kW contract) wordt verminderd naar 0%
  - kost voor vermogen (kW max) wordt variabel

✓ incentivering om GROOTTE van het piekverbruik te beperken
✓ OOK incentivering om MOMENT van piekverbruik te verschuiven

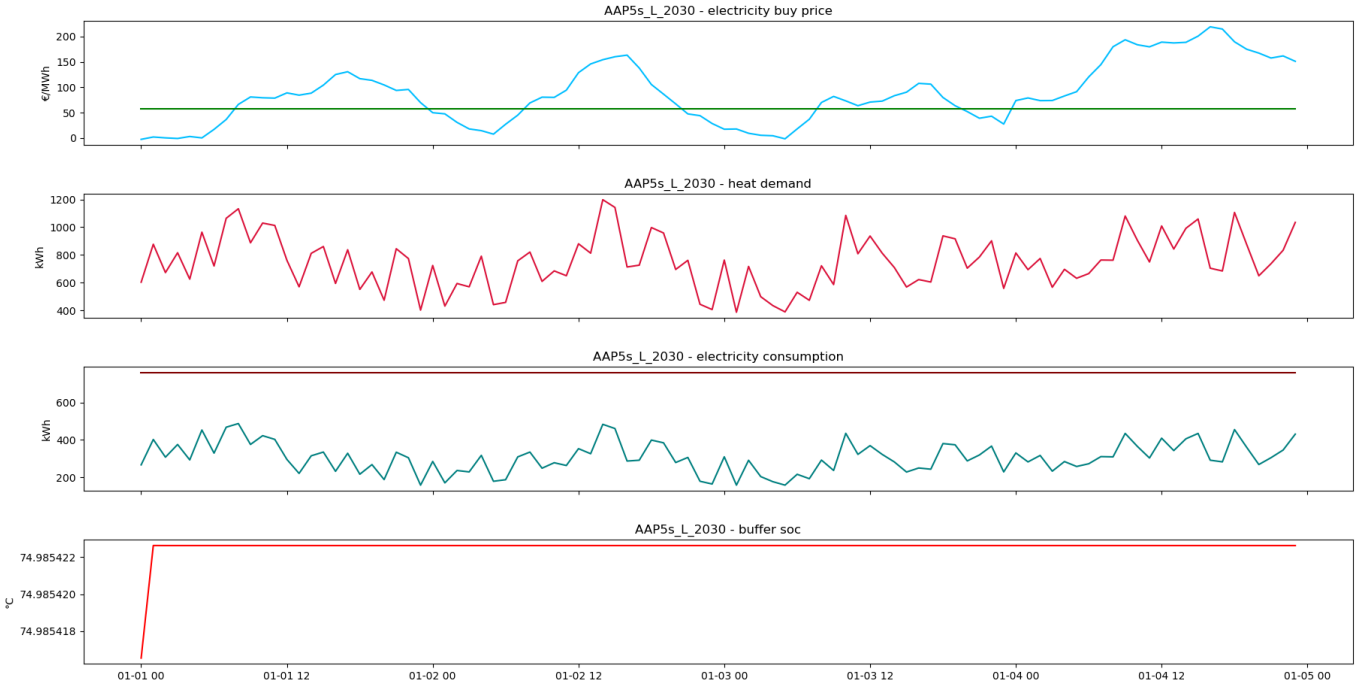
Wegingsfactor afnemer in WoL-gebied met PV invloed	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.4	0.4
2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.4	0.4
3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.4	0.4
4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	1	0.8	0.6	0.6	0.6
10	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	1	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.6	0.6
11	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.6	0.4
12	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.6	0.4
Weekend	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8	0.6	0.6	0.4

- Concept tariefstructuur: **tijdsgebonden verplicht gereduceerd transportvermogen**:
  - We nemen aan dat de netbeheerder in ruil voor het kortingstarief een verplichte beperking op de netcapaciteit kan opleggen van 0, 25, 50, 75 of 100 % op piekuren.
  - We gaan ervan uit dat deze beperking wordt opgelegd tussen 08:00 en 10:00 en tussen 17:00 en 21:00 (voor 10% van het jaar ofwel 876 uren). Aangezien hier geen historische gegevens van bekend zijn, is een willekeurig profiel opgesteld.
  - Er is aangenomen dat voor deze beperking geen bijkomende vergoeding wordt uitbetaald.

3 - Werking rekenmodel

- Om het gedrag van de P2H installatie te simuleren en de output te berekenen is het Hylife simulatie en controle model gebruikt. Dit software model is ontworpen om simulatie van energiesystemen mogelijk te maken. De software maakt een digitaal model van de componenten in het systeem en simuleert dynamisch het gedrag van de componenten over verschillende tijdsperiodes.
- De hoofdcomponenten in het P2H model zijn (belangrijkste specificaties):
    - Netaansluiting (maximaal vermogen, transportcontract prijzen)
    - Lage temperatuur lucht-water warmtepomp (elektrisch en thermisch maximaal vermogen, cop tabel)
    - Hoge temperatuur lucht-water warmtepomp (elektrisch en thermisch maximaal vermogen, cop tabel)
    - E-boiler (maximaal vermogen, efficiëntie)
    - Warm water buffer (volume, min en max temperaturen, statisch verlies)
    - Substation voor warmteoverdracht aan het warmtenet (T regime)
    - Energie inkoopcontract, Wind PPA contract (prijzen van de energie inkoop)
    - Warmtevraagprofiel gekoppeld aan buitentemperatuur
- De simulatie zal op basis van het geselecteerde E-scenario per tijdsperiode een beslissing nemen tot optimalisatie van de inkoopprijs rekening houdend met de dynamische toestand van het systeem. Per tijdsperiode worden alle waarden bijgehouden zodat een dynamisch beeld ontstaat van het systeemgedrag. De output wordt weggeschreven in een bestand per simulatie.
- Door te variëren met de configuraties, prijsprofielen en type sturing, ontstaat een inzicht in het gedrag en kosten van het systeem en kan er geoptimaliseerd worden.

3 – E-sturing scenario's: basis



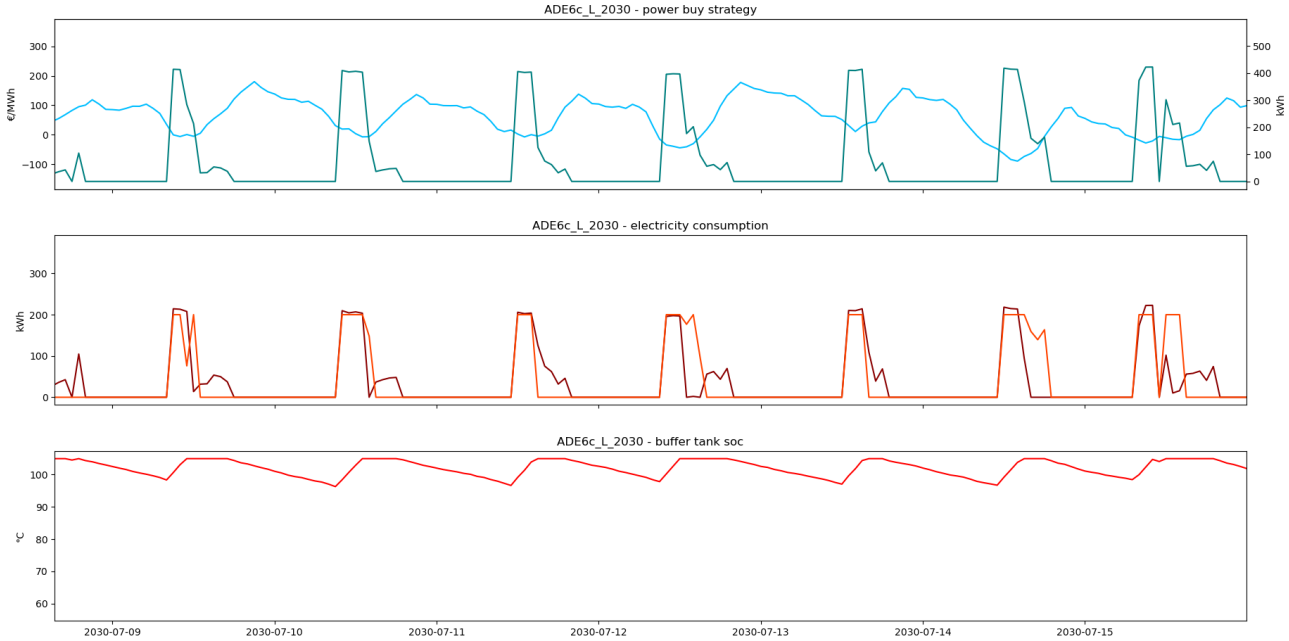
- Verschillende controle opties kunnen gesimuleerd worden om het effect op prijs en componenten te onderzoeken
- In deze studie is gesimuleerd per uur voor een volledig jaar (8760 periodes), en dit voor alle referentiejaren (2025, 2030, 2035, 2040, 2050) en voor alle verschillende varianten
- Deze grafieken geven een illustratie van de resultaten voor de eerste dagen van januari.
- Dit is de standaard situatie, dus zonder gebruik te maken van enige optimalisatie.
- Hierbij volgt het elektrisch verbruik volledig de warmtevraag en wordt het buffervat op zijn setpoint temperatuur gehouden (75°C in het gekozen regime)

E Inkoop prijs (€/MWh)
DRP Referentieprijs (€/MWh)
Warmtevraag (kWh)
Net capaciteit (KW)
Net afname (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

3 – E-sturing scenario's: buffering

- Door de warmtevraag te voorspellen en gebruik te maken van dynamische prijstarieven, is het mogelijk de energiekost te verlagen
- Dit maakt gebruikt van de warmtebuffer die in het systeem zit
- Concreet zal de logica trachten de kost te verlagen door goedkoop in te kopen en de energie in het buffervat op te slaan. Dit uit zich in een hogere temperatuur van het buffervat (85 °C). Deze temperatuur is de maximale productie temperatuur van het systeem.
- In dit voorbeeld zien we dat op "goedkope" momenten de buffer gevuld wordt en op "dure" momenten wordt vanuit de buffer geleverd
- Hierbij wordt steeds rekening gehouden met randvoorwaarden zoals maximale vermogens, temperaturen, transportcapaciteit, enz…
- Het invullen van de warmtevraag heeft hierbij steeds voorrang om tekort aan warmte te vermijden

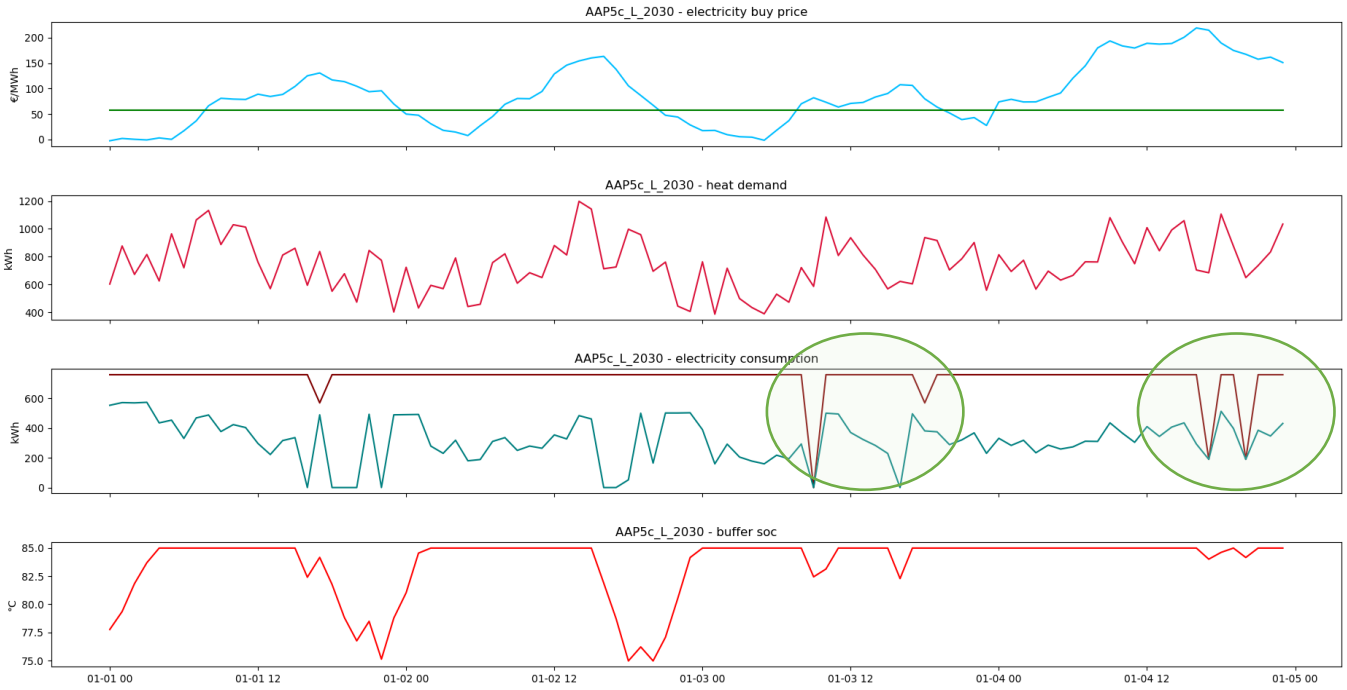
3 – E-sturing scenario's: buffering



- In configuraties met zowel warmtepomp als e-boiler zal de goedkoopste productiemethode voor warmte de voorkeur krijgen
- Dit resulteert in piekgedrag voor beide componenten aangezien ze in goedkope periodes maximaal ingezet worden

E Inkoop prijs (€/MWh)
DRP Referentieprijs (€/MWh)
Warmtevraag (kWh)
Net capaciteit (KW)
Net afname (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

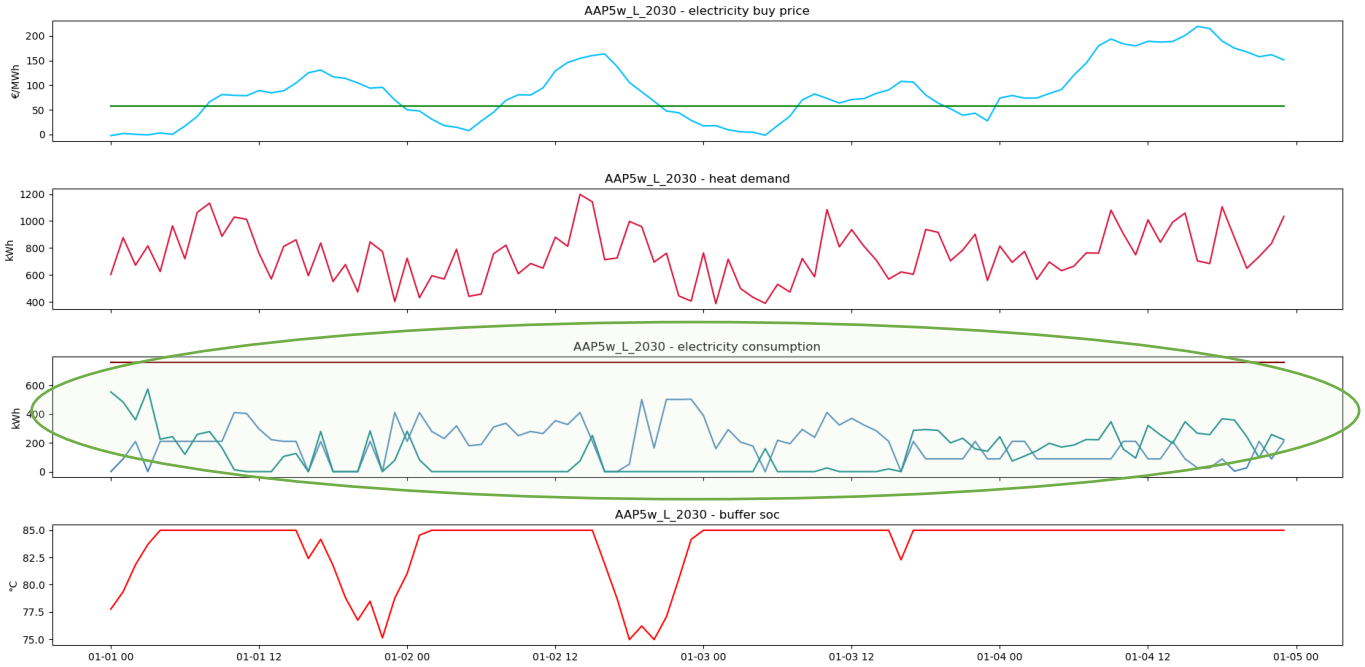
3 – E-sturing scenario's: capaciteitsbeperking



- Capaciteitsbeperking is een manier voor netbeheerders om congestie te vermijden. Het veronderstelt dat installaties kunnen reageren op signalen om afname van elektriciteit te beperken tijdens piekmomenten
- Het model gaat hiermee om door op die momenten het stroomgebruik te beperken tot het afgesproken maximum
- Door de aanwezige buffer, kan dit zonder dat de warmtelevering in gevaar komt

E Inkoop prijs (€/MWh)
DRP Referentieprijs (€/MWh)
Warmtevraag (kWh)
Net capaciteit (KW)
Net afname (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

3 – E-sturing scenario's: inkoop wind



- Het toevoegen van een wind PPA en opwekprofiel zorgt ervoor dat het systeem maximaal gelijktijdig met deze wind opwek zal verbruiken
- De kosten van de wind PPA zijn in de aanname lager dan de EPEX prijzen als er productie is
- Het saldo wordt alsnog ingekocht via de EPEX markt
- Dit maakt dat de totale inkoop van stroom ook groener is

E Inkoop prijs (€/MWh)
DRP Referentieprijs (€/MWh)
Warmtevraag (kWh)
Net capaciteit (KW)
Net afname (kWh)
Wind afname (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

3 - Samenvatting E-scenario's voor sturing

- Voor de sturing van de inkoop-en buffer strategie zijn volgende scenario's gedefinieerd:
  - S = Standaard, dit wil zeggen zonder enige vorm van buffering en of sturing, hierbij volgt de inkoop van elektriciteit volledig de vraagcurve;
  - N = Normaal, in dit scenario wordt getracht om de aanwezige buffer maximaal nuttig te gebruiken om de inkoopprijs zo laag mogelijk te maken. Dit gebeurt door een algoritme te gebruiken dat berekent wat de voordeligste momenten zijn voor inkoop van elektriciteit, gegeven de buffer grootte, vulling en verwachte vraag;
  - C = Capaciteitsbeperkend: in dit scenario zijn er 876 uren met een beperkte netcapaciteit. Er wordt voor de bepaling van de inkoop gerekend met een verlaagde kW max transportkost in functie van het uur van afname, verder is er ook een financiële prikkel om in daluren te verbruiken;
  - W = Wind PPA: in dit scenario wordt op momenten van beschikbare windproductie maximaal ingekocht gelijktijdig met deze productie. Een eventueel tekort wordt alsnog via de EPEX DAM ingekocht;
  - X = Combinatie van C en W

	S - Standaard	N - Normaal	C - Capaciteitsbeperkend	W – Wind PPA	X – Combinatie
Inkoopstrategie met voorbuffering		V	V	V	V
Capaciteitsbeperkend contract			V		V
Wind PPA				V	V

4 - Basisconfiguraties broninstallatie

		A	B	C	D
		Hoge temp WP	E-Boiler	E-boiler met lage temp WP	Lage temp WP met e-boiler
		MWt (85°C)	MWt (110°C)	MWt (110/65°C)	MWt (65/110°C)
Vermogen Warmtepomp	S	2	-	0.35	1.625
	M	3	-	0.75	2.25
	L	4	-	1.2	2.875
Vermogen E-boiler	S	-	2	1.65	0.375
	M	-	3	2.25	0.75
	L	-	4	2.8	1.125

Buffer grootte

m³	Uren opslag bij max load en ΔT =
0	Geen buffer
65	1u buffer ΔT = 35°C
450	2u buffer ΔT = 10°C
860	4u buffer ΔT = 10°C

- De waterbuffer heeft een statisch verlies van 0,01% per uur
- De COP tabellen voor de warmtepompen zijn opgenomen in bijlage 3
- De E-Boiler heeft een efficiëntie van 100%

4 – Basisconfiguraties LCOE heatmap

hoog

s

EB/WP	A	B	C	D
0.001	146	266	-	-
65	148	268	191	-
450	157	278	191	147
860	166	289	198	156

laag

s

EB/WP	A	B	C	D
0.001	148	272	-	-
65	150	274	194	-
450	158	284	192	149
860	168	295	200	158

combi

EB/WP	A	B	C	D
0.001	147	269	-	-
65	149	271	193	-
450	157	281	192	148
860	167	292	199	157

n

EB/WP	A	B	C	D
0.001	146	266	-	-
65	147	240	189	-
450	153	203	187	149
860	168	212	196	159

n

EB/WP	A	B	C	D
0.001	148	272	-	-
65	151	263	197	-
450	160	244	198	152
860	170	255	208	162

n

EB/WP	A	B	C	D
0.001	147	269	-	-
65	149	252	193	-
450	157	223	193	150
860	169	234	202	161

c

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	124	193	-	-
450	132	158	140	127
860	148	168	149	137

c

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	129	218	-	-
450	138	199	142	130
860	150	210	151	140

c

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	127	205	-	-
450	135	179	141	129
860	149	189	150	139

w

EB/WP	A	B	C	D
0.001	136	250	-	-
65	138	229	179	-
450	146	197	179	140
860	157	207	188	150

w

EB/WP	A	B	C	D
0.001	138	255	-	-
65	142	253	186	-
450	152	237	190	142
860	160	249	199	152

w

EB/WP	A	B	C	D
0.001	137	252	-	-
65	140	241	182	-
450	149	217	184	141
860	158	228	193	151

x

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	115	182	-	-
450	125	152	129	117
860	137	161	138	126

x

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	120	206	-	-
450	130	192	131	119
860	139	203	139	129

x

EB/WP	A	B	C	D
0.001	-	-	-	-
65	117	194	-	-
450	127	172	130	118
860	138	182	139	128

4 – Basisconfiguraties conclusie

- Voor elk prijsprofiel of aansturing strategie zijn **configuraties B en C** (waarbij het gewicht voornamelijk op E-boiler ligt) **te duur**
- Bufferen enkel op inkoopprijs levert relatief weinig op (N), de combinatie met time of use prikkel (C) en wind inkoop (X) leveren wel een lagere LCOE

		A Hoge temp WP	B E-Boiler	C E-boiler met lage temp WP	D Lage temp WP met e-boiler
		MWt (85°C)	MWt (110°C)	MWt (110/65°C)	MWt (65/110°C)
Vermogen Warmtepomp	**S**	2	-	0.35	1.625
	M	3	-	0.75	2.25
	L	4	-	1.2	2.875
Vermogen E-boiler	**S**	-	2	1.65	0.375
	M	-	3	2.25	0.75
	L	-	4	2.8	1.125

4 – Optimalisatie broninstallatie

	A Hoge temp WP	D Lage temp WP met e-boiler	Buffer Grootte
	MWt (85°C)	MWt (65/110°C)	m³
Vermogen Warmtepomp/E-boiler	1	1.4 / 0.25	0
	1.25	1.4 / 0.375	25
	1.5	1.4 / 0.5	50
	1.75	1.625 / 0.1	100
	2	1.625 / 0.25	200
	2.25	1.625 / 0.375	300
		…	600

5 – Optimalisatie LCOE heatmap

hoog	c	1000 kW	1250 kW	1500 kW	1750 kW	2000 kW	2250 kW
	A						
AS1	25 m3	-	-	-	-	-	-
c	50 m3	-	-	111.14	117.79	124.12	130.23
	100 m3	-	101.56	108.76	115.88	122.52	128.57
	200 m3	-	100.97	105.30	111.50	117.89	124.89
	300 m3	-	107.52	110.02	113.35	118.00	123.72
	600 m3						

	C	700/100	800/100	800/200	900/100	1000/250	1100/150	1250/250	1400/100	1400/250	1400/375	1400/500	1625/100	1625/250	1625/375	1625/500	1750/100	1750/250	1750/375
	D																		
DS2	100 m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c	200 m3	-	-	-	-	99.78	98.94	105.88	104.71	109.66	113.19	115.47	110.23	115.30	118.77	121.03	113.18	118.29	121.75
	300 m3	-	-	95.34	-	100.65	99.84	106.85	105.78	110.64	114.08	116.43	111.33	116.32	119.71	122.02	114.29	119.32	122.70
	600 m3	-	-	97.94	95.86	103.38	103.00	109.74	108.90	113.52	116.91	119.31	114.47	119.23	122.56	124.92	117.46	122.27	125.60

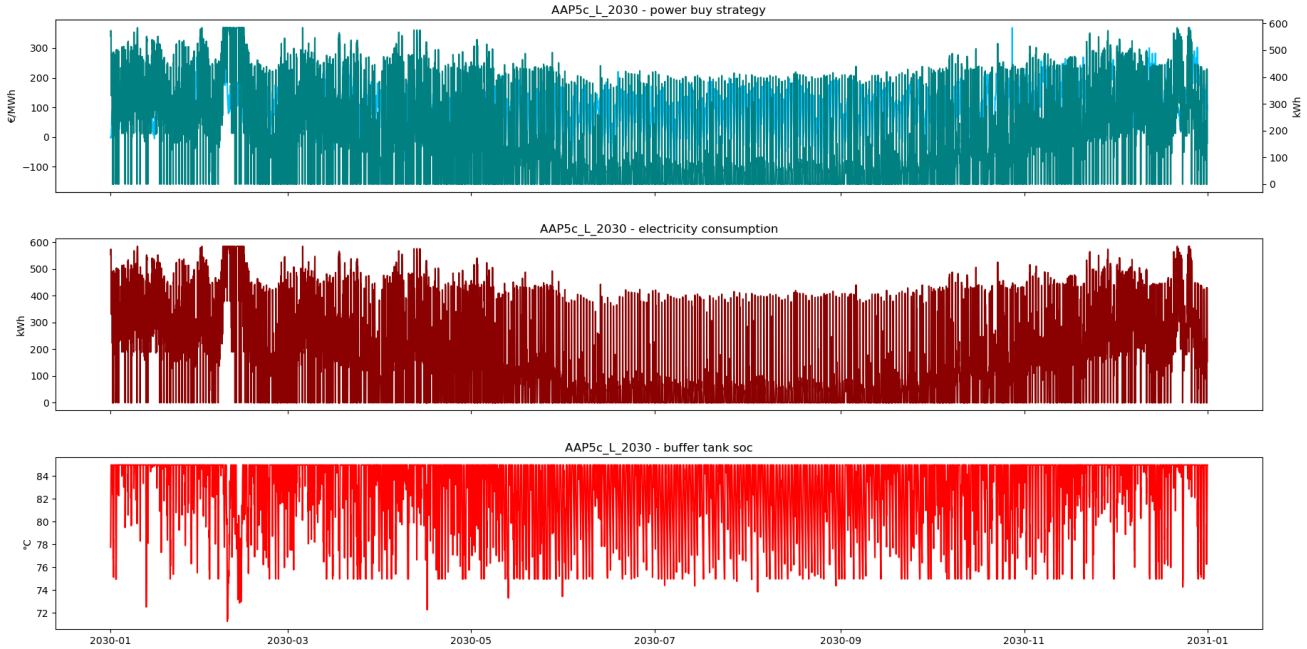
5 – Optimalisatie conclusie

- Via deze sensitiviteitsanalyse zijn voor de basiskern **drie optimale configuraties geïdentificeerd:**
  1. **AP5**: warmtepomp (85 °C / 1250 kWt) + buffer (200 m³)
  2. **DE6**: warmtepomp (65 °C / 800 kWt) + E-boiler (110 °C / 200 kWt) + buffer (300 m³)
  3. **DF7**: warmtepomp (65 °C / 900 kWt) + E-boiler (110 °C / 100 kWt) + buffer (600 m³)

		1 Hoge temp WP	2 Lage temp WP met e-boiler	3 Lage temp WP met e-boiler
		85°C	65 / 110°C	65 / 110°C
Vermogen Warmtepomp/E-boiler	MWt	1.25	0.8 / 0.2	0.9 / 0.1
Buffer grootte	m³	200	300	600
LCOE (c, H, 2030)	€/MWh	€ 100.97	€ 95.34	€ 95.86

6 – Resultaten 1c

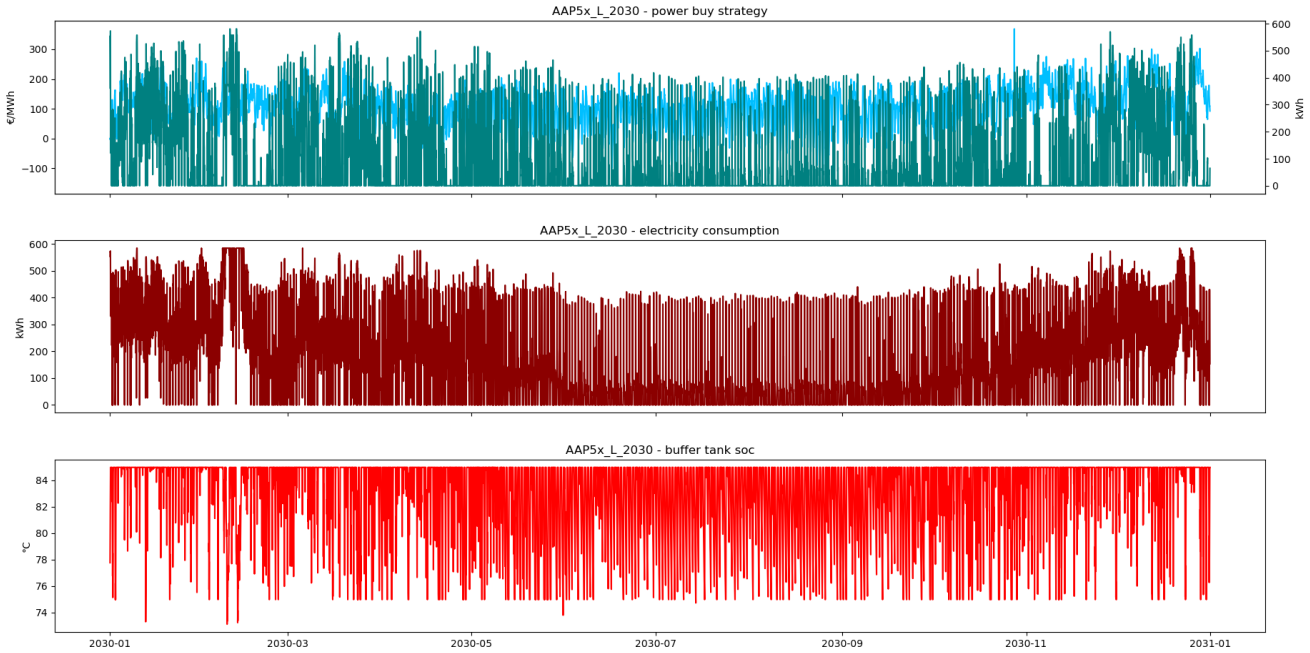
1 - AP5 (c, 2030, L / H)		
WP	1250 kWt	
Buffer	200 m3	
LCOE	€ 106.56	€ 100.97
Green	31.01 %	42.28 %
Net (MWh)	1492	1492



E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

6 – Resultaten 1x

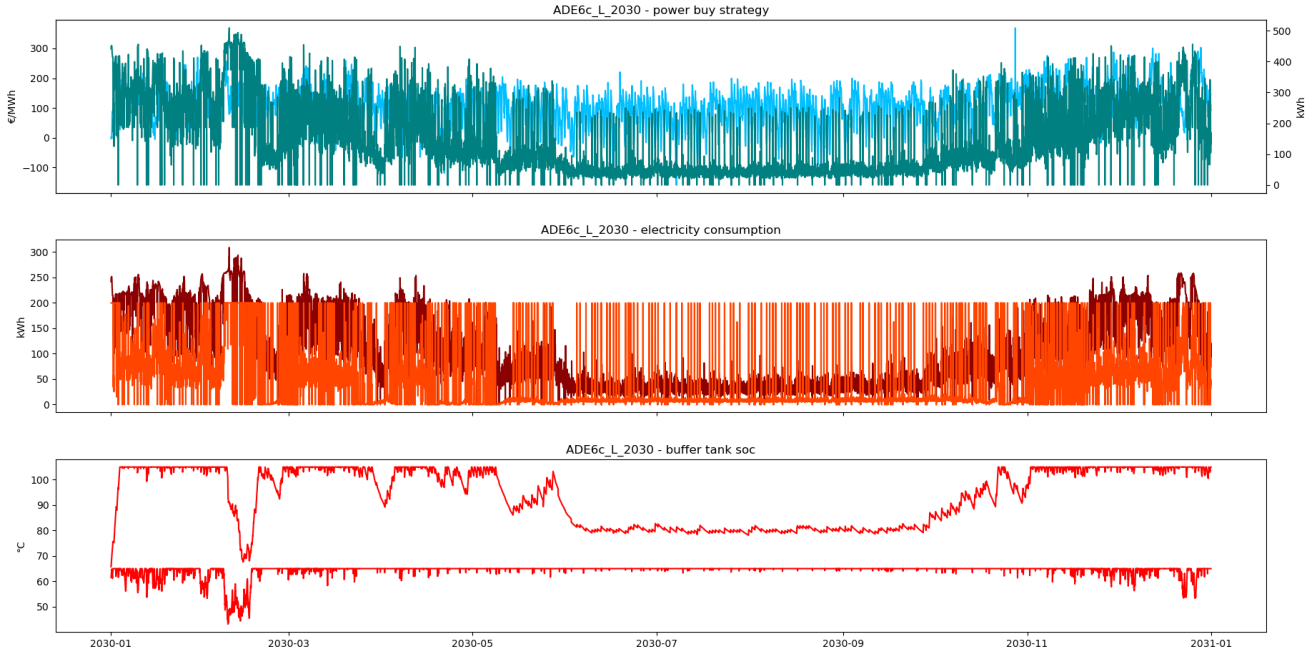
1 - AP5 (x, 2030, L / H)		
WP	1250 kWt	
Buffer	200 m3	
LCOE	€ 98.33	€ 93.24
Green	65.58 %	71.14 %
Net (MWh)	794	892
Wind (MWh)	698	600



E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

6 – Resultaten 2c

2 – DE6 (c, 2030, L / H)		
WP	800 kWt	
EB	200 kWt	
Buffer	300 m3	
LCOE	€ 97.38	€ 95.34
Green	24.34 %	34.96 %
Net (MWh)	1326	1329



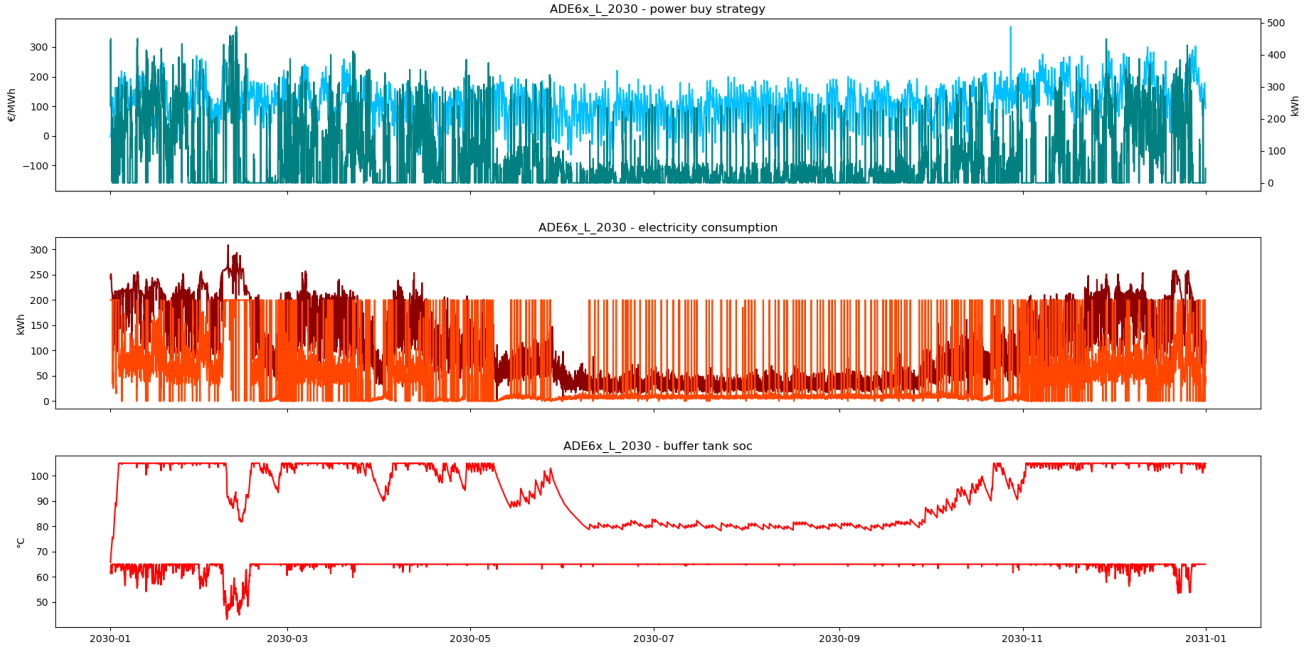
E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

innoforte sustainable value

Hylife INNOVATIONS

6 – Resultaten 2x

2 – DE6 (x, 2030, L / H)		
WP	800 kWt	
EB	200 kWt	
Buffer	300 m3	
LCOE	€ 87.11	€ 85.12
Green	67.10 %	71.57 %
Net (MWh)	600	683
Wind (MWh)	709	625



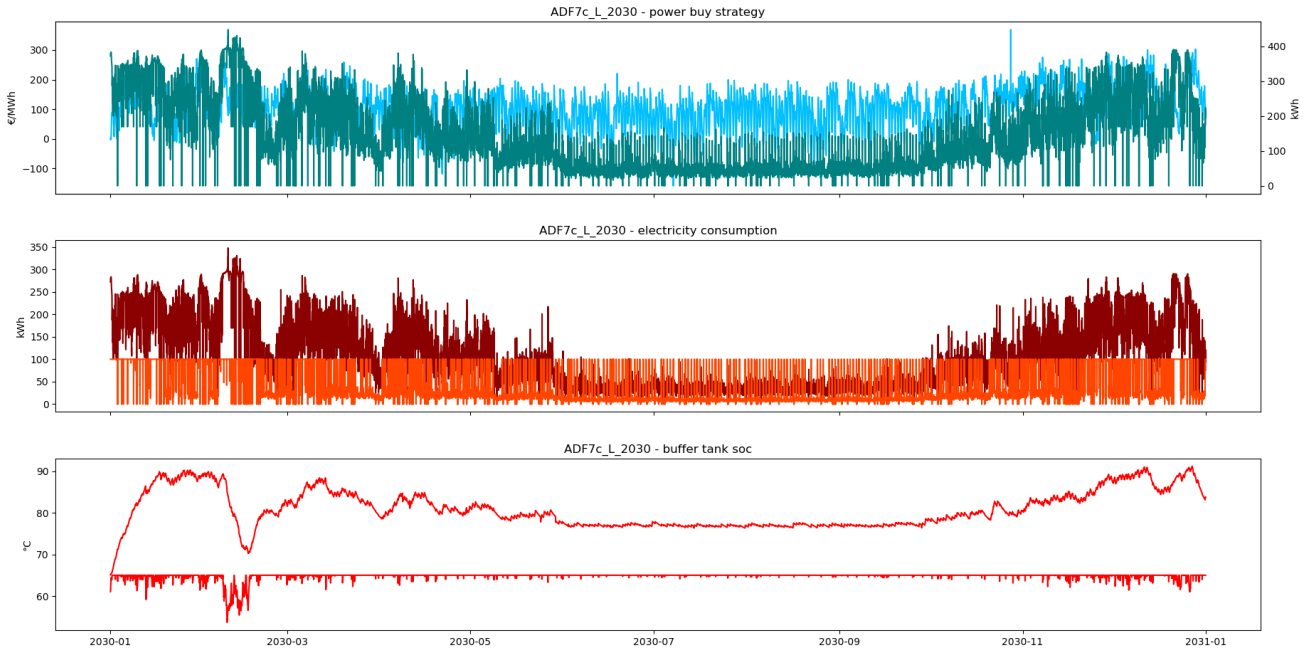
E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

innoforte sustainable value

Hylife INNOVATIONS

6 – Resultaten 3c

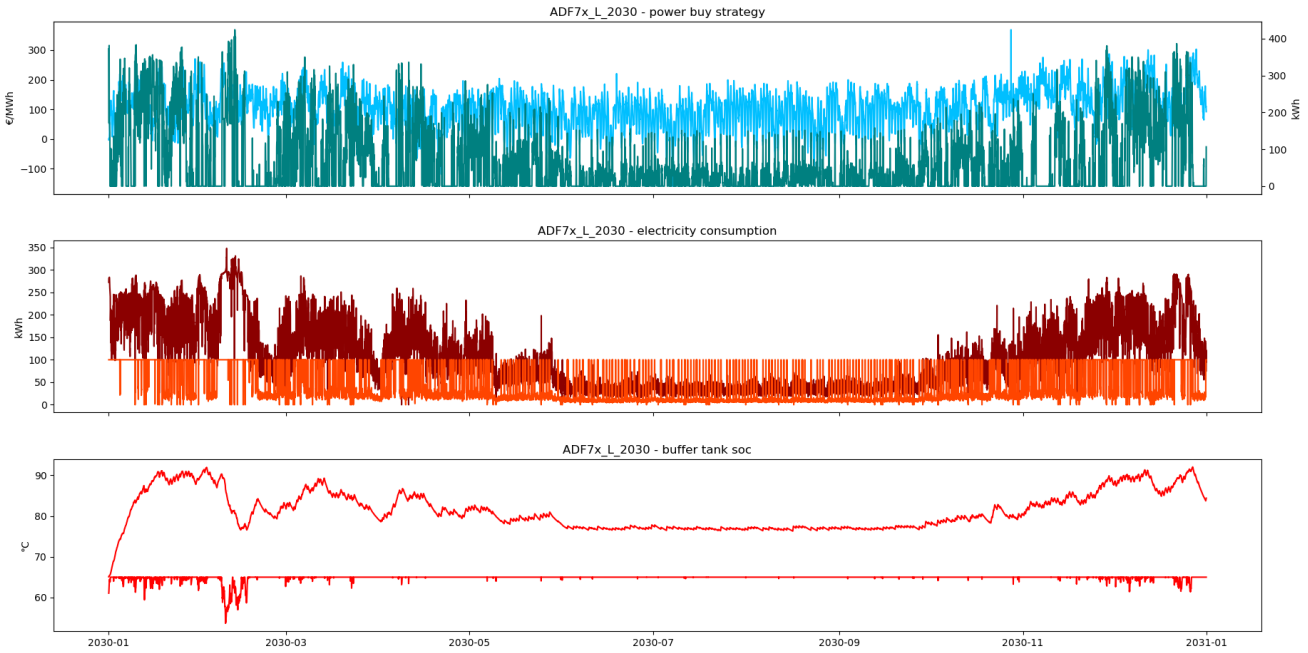
3 – DF7 (c, 2030, L / H)		
WP	900 kWt	
EB	100 KWt	
Buffer	600 m3	
LCOE	€ 97.94	€ 95.86
Green	24.70 %	35.29 %
Net (MWh)	1329	1332



E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

6 – Resultaten 3x

3 – DF7 (x, 2030, L / H)		
WP	900 kWt	
EB	100 KWt	
Buffer	600 m3	
LCOE	€ 87.98	€ 86.06
Green	67.36 %	71.72 %
Net (MWh)	599	683
Wind (MWh)	714	630



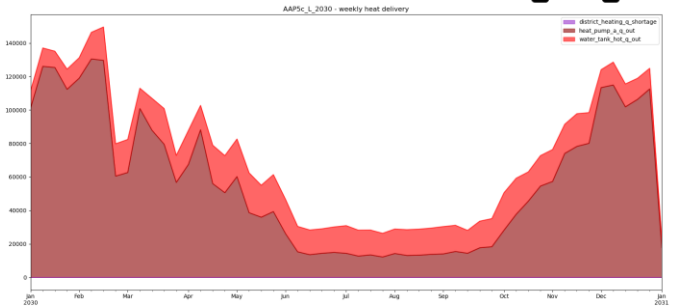
E Inkoop prijs (€/MWh)
Net afname (kWh)
Verbruik warmtepomp (kWh)
Verbruik E-Boiler (kWh)
Buffer temperatuur (°C)

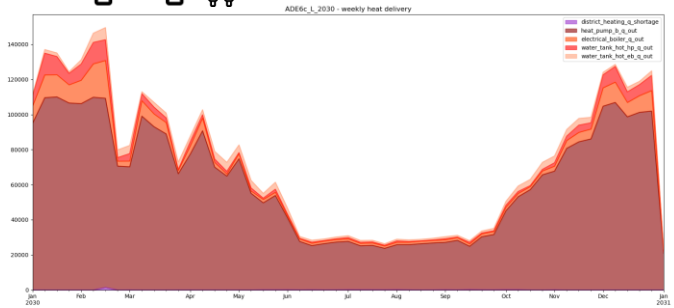
innoforte sustainable value

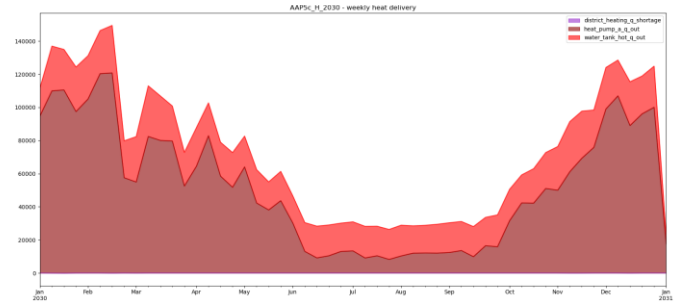
Hylife INNOVATIONS

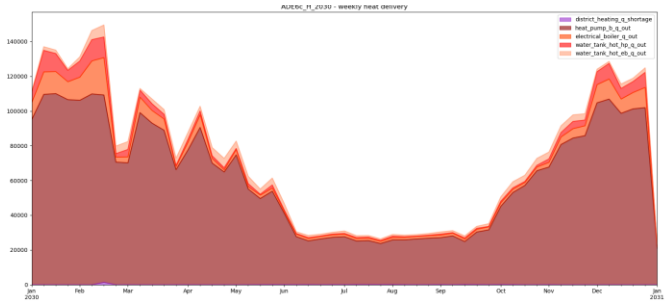
6 – Grafiek warmte levering

Warmte Warmtepomp (kWh)
Warmte E-Boiler (kWh)
Warmte Buffer (kWh)



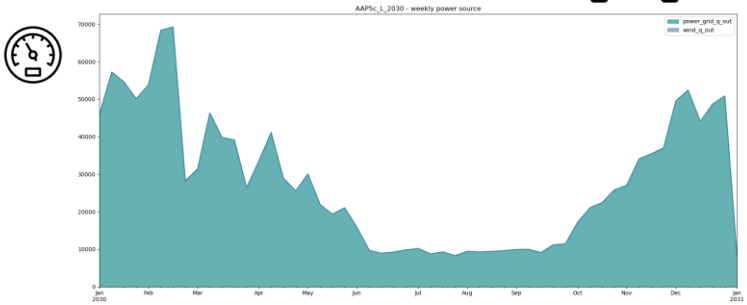


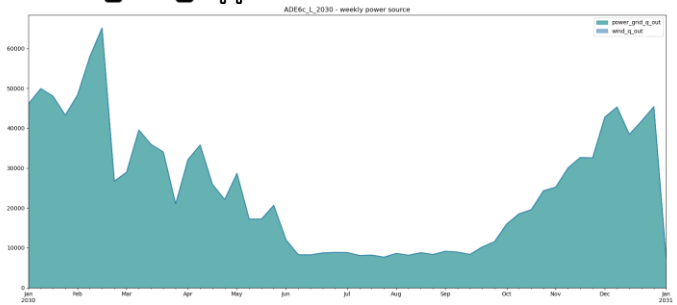


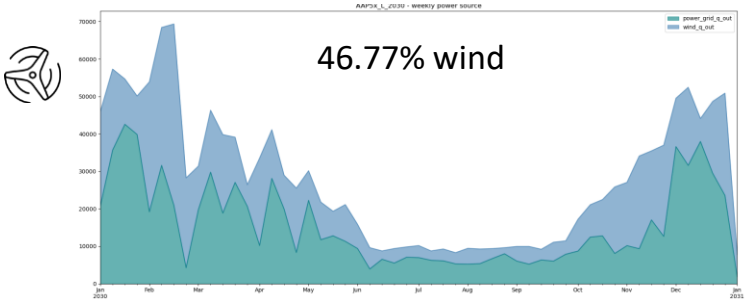


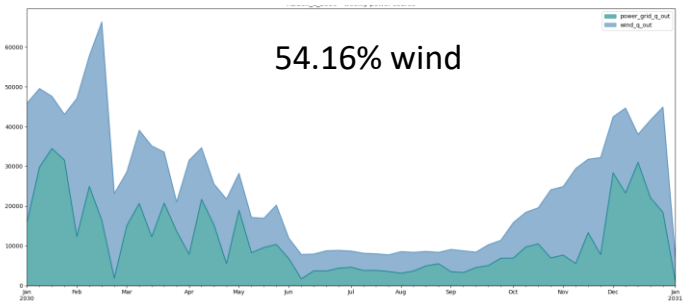
6 – Grafiek afname

Afname net (kWh)
Afname wind (kWh)



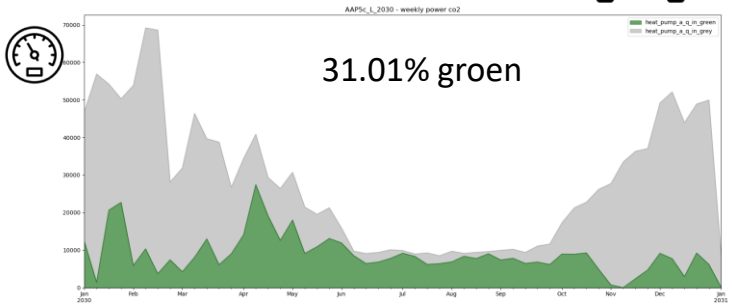


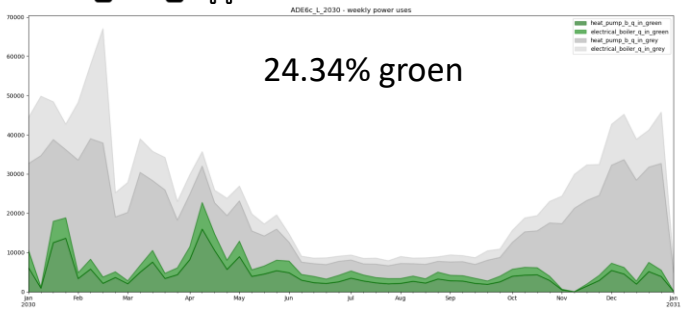


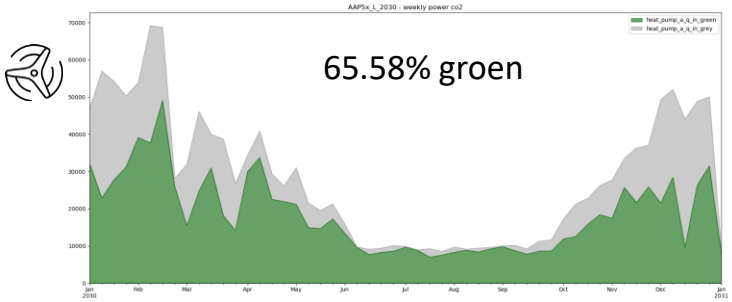


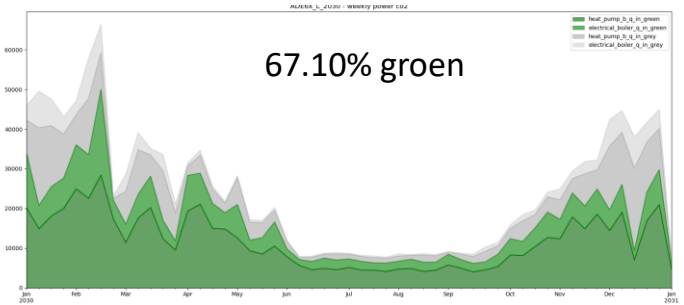
6 – Grafiek groen vs grijs

Afname groen (kWh)
Afname grijs (kWh)

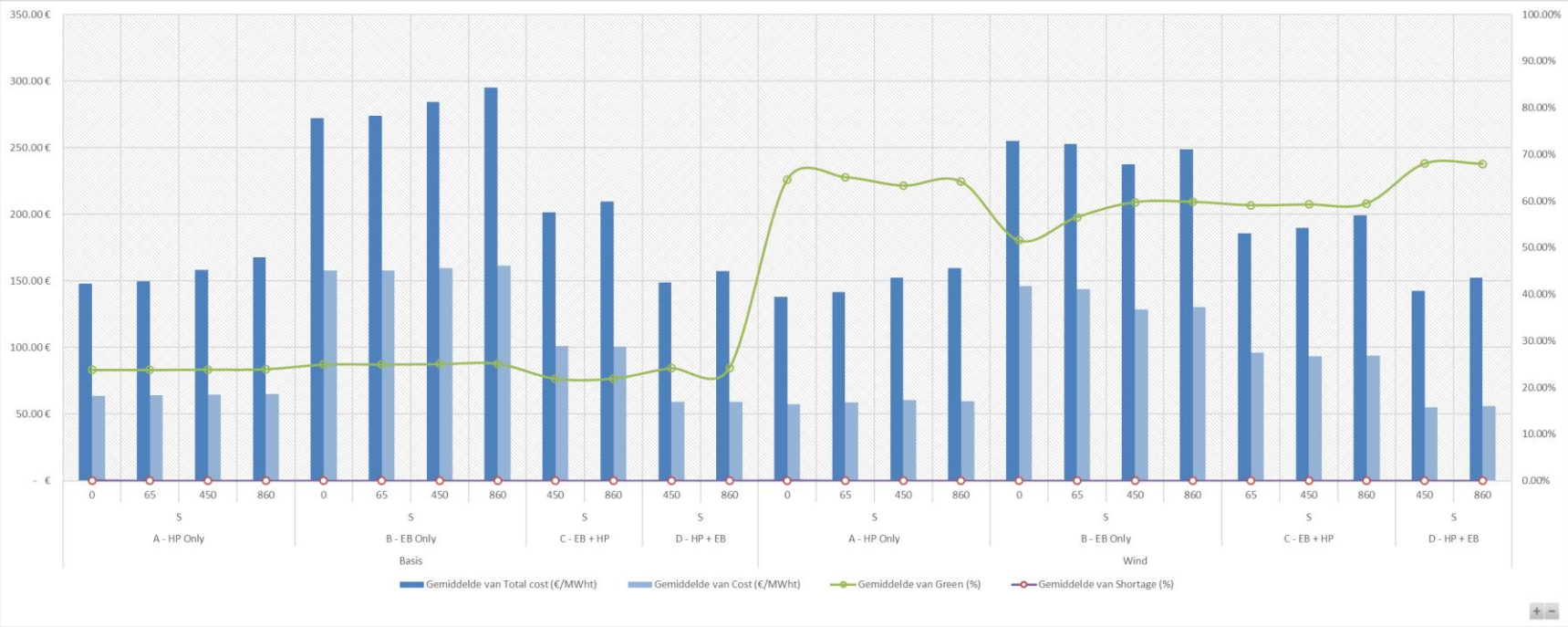








6 – Grafiek groen vs grijs



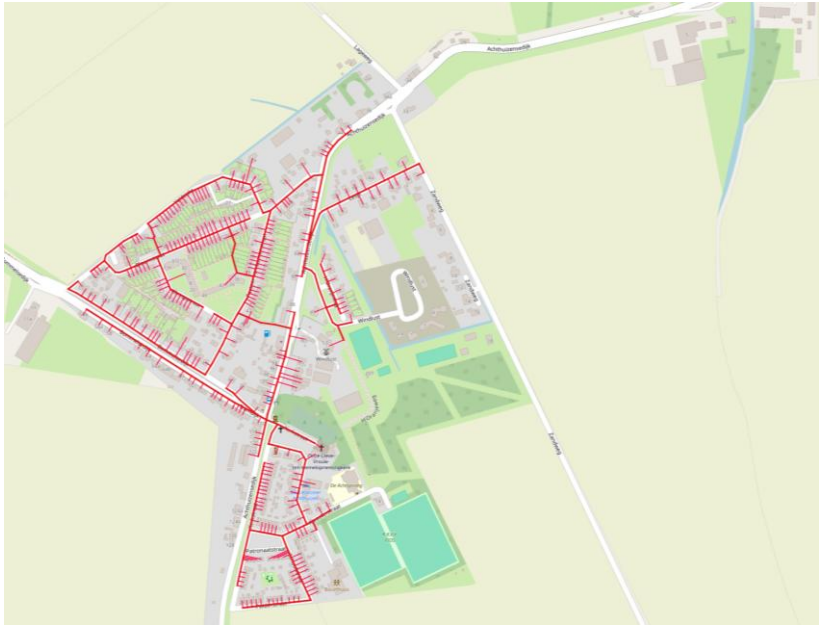
Woonkernen: Achthuizen

Achthuizen							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	39	11%	87	1971	778	20	4
Vrijstaande woning	64	18%	164	1966	4.165	65	15
2-onder-1-kap woning	40	11%	141	1944	2.446	61	15
Rijwoning (hoekwoning)	82	23%	101	1973	3.182	39	9
Rijwoning (tussenwoning)	126	35%	97	1973	4.152	33	7
Utiliteit	9	3%	210	1921	752	84	21
SOM	**360**	**100%**	**119**	**1988**	**15.475**	**43**	**10,1**

Woonkernen: Achthuizen

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	1.339	857	964
Vermogen E-boiler (kW)	0	214	107
Grootte buffer (m^3)	214	321	643
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	86.615	53.577
leidingen/app EB	0	35.357	17.678
Warmtepomp L/W 2*75%	575.889	376.810	414.640
leidingen/app WP	267.855	171.427	192.856
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	67.097	60.014	60.014
D/N buffer	107.142	160.713	321.426
Expansievoorzieningen	26.786	21.428	21.428
Regeling	191.215	171.355	196.743
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	478.795	433.116	491.509
Totaal (excl BTW)	**2.074.780**	**1.876.836**	**2.129.872**
Totaal /woning (excl BTW)	**8.233**	**7.448**	**8.452**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	1.538.113	1.348.003	1.349.806
E verbruik/woning (kWh/jaar)	6.104	5.349	5.356

Achthuizen		Investeringen
Secundair net	€	6.386
Aansluitleiding	€	7.956
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**17.230**



innoforte sustainable value

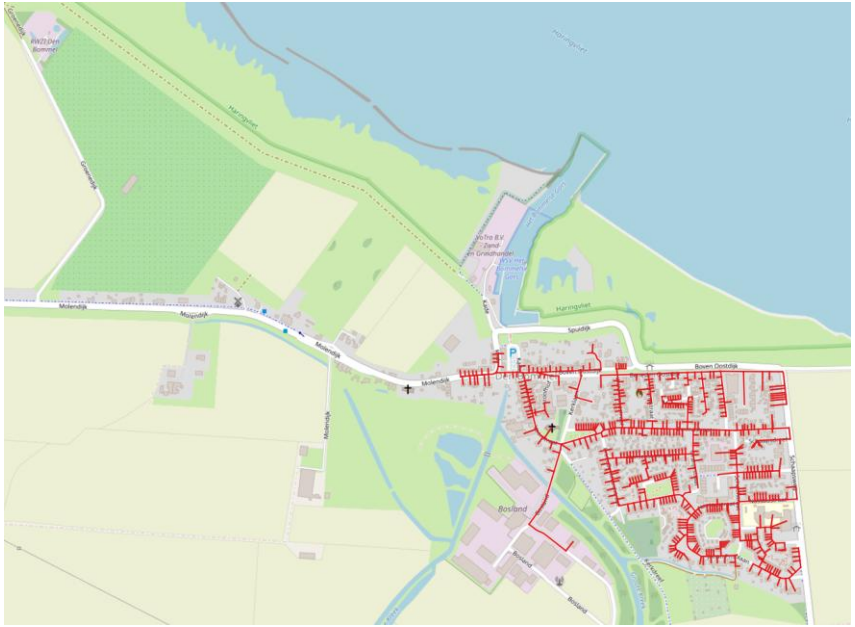
Woonkernen: Den Bommel

Den Bommel							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	28	5%	81	1969	527	19	8
Vrijstaande woning	97	18%	174	1947	5.969	62	28
2-onder-1-kap woning	78	15%	134	1941	3.521	45	20
Rijtussenwoning	172	33%	95	1965	3.971	23	9
Hoekwoning	135	26%	101	1964	4.172	31	13
Utiliteitsfunctie	19	4%	311	1939	1.289	68	36
SOM	**529**	**100%**	**149**	**1954**	**19.449**	**37**	**16,1**

Woonkernen: Den Bommel

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	1.683	1.077	1.212
Vermogen E-boiler (kW)	0	269	135
Grootte buffer (m^3)	269	404	808
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	101.482	62.774
leidingen/app EB	0	44.437	22.219
Warmtepomp L/W 2*75%	723.786	463.223	521.126
leidingen/app WP	336.645	215.453	242.384
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	75.221	67.280	67.280
D/N buffer	134.658	201.987	403.973
Expansievoorzieningen	33.664	26.932	26.932
Regeling	230.096	202.619	236.503
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	568.221	505.024	582.957
Totaal (excl BTW)	**2.462.291**	**2.188.436**	**2.526.147**
Totaal /woning (excl BTW)	**6.181**	**5.493**	**6.341**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	1.933.124	1.694.190	1.696.456
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.852	4.253	4.258

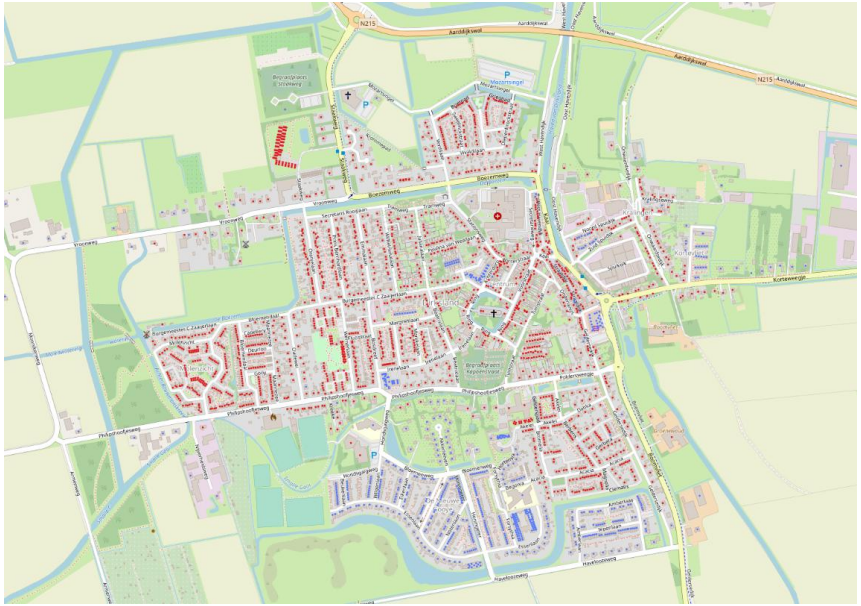
Den Bommel		investeringen
Secundair net	€	4.036
Aansluitleiding	€	7.351
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**14.276**



innoforte sustainable value

Woonkernen: Dirksland

Dirksland							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	257	14%	61	1968	3.590	14	5
Vrijstaande woning	392	21%	173	1943	24.195	62	28
2-onder-1-kap woning	338	18%	121	1946	12.517	37	16
Rijtussenwoning	527	29%	107	1960	13.487	26	10
Hoekwoning	278	15%	128	1960	10.374	37	16
Utiliteitsfunctie	45	2%	491	1915	4.257	95	49
SOM	**1.837**	**100%**	**180**	**1949**	**68.419**	**37**	**16,5**

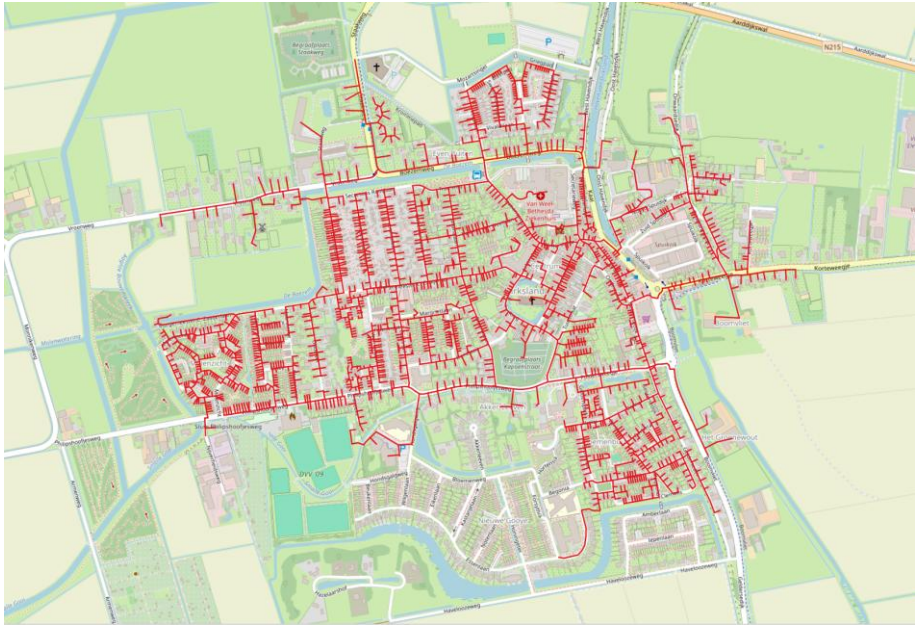


innoforte sustainable value

Woonkernen: Dirksland

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	5.921	3.790	4.263
Vermogen E-boiler (kW)	0	947	474
Grootte buffer (m^3)	947	1.421	2.842
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	242.638	150.088
leidingen/app EB	0	156.322	78.161
Warmtepomp L/W 2*75%	2.546.154	1.629.539	1.833.231
leidingen/app WP	1.184.258	757.925	852.666
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	141.084	126.190	126.190
D/N buffer	473.703	710.555	1.421.109
Expansievoorzieningen	118.426	94.741	94.741
Regeling	704.044	592.186	717.928
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	1.658.301	1.401.028	1.690.234
Totaal (excl BTW)	**7.185.969**	**6.071.123**	**7.324.346**
Totaal /woning (excl BTW)	**5.100**	**4.309**	**5.198**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	6.800.397	5.959.870	5.967.839
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.827	4.230	4.236

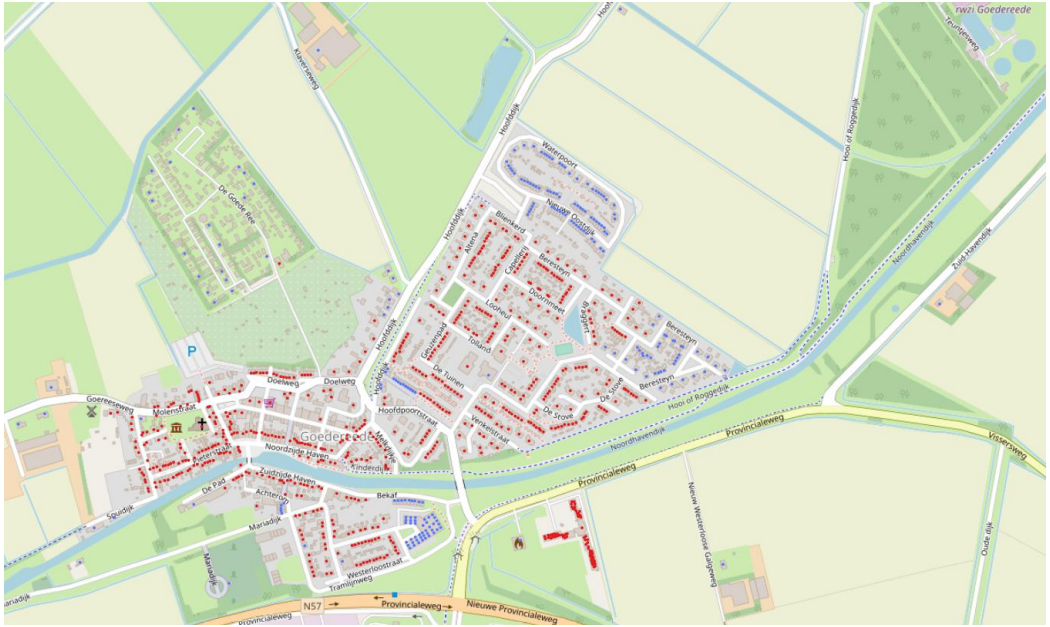
Dirksland		investeringen
Secundair net	€	4.954
Aansluitleiding	€	6.378
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**14.220**



innoforte sustainable value

Woonkernen: Goedereede

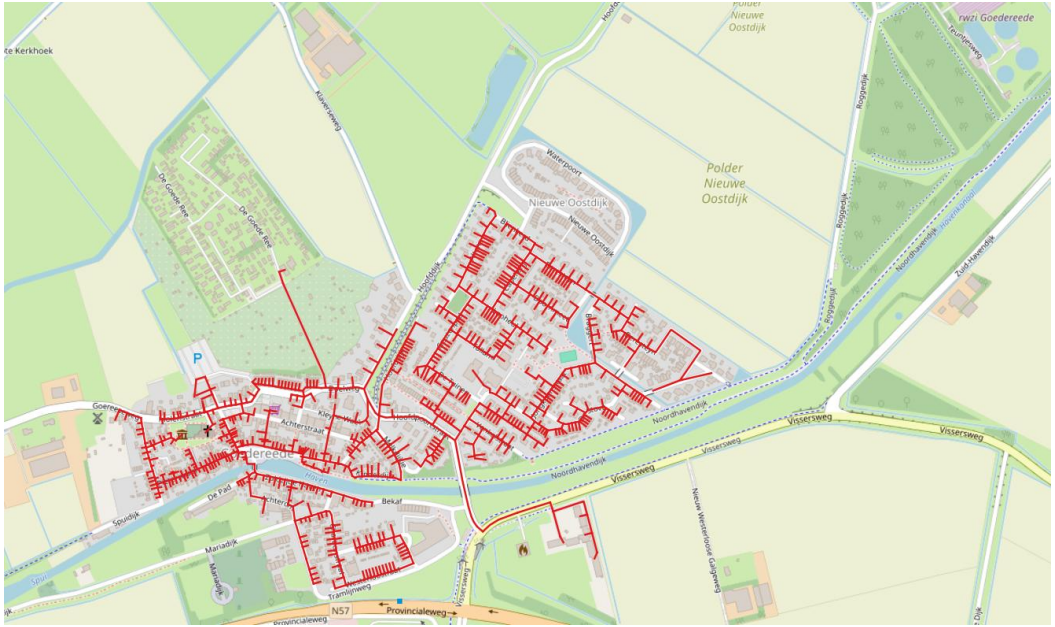
Goedereede							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	12	2%	134	1931	326	27	12
Vrijstaande woning	136	20%	160	1946	6.477	48	21
2-onder-1-kap woning	116	17%	123	1918	4.083	35	15
Rijtussenwoning	207	30%	116	1918	6.035	29	12
Hoekwoning	128	19%	118	1918	4.448	35	15
Utiliteitsfunctie	91	13%	110	1946	1.965	22	11
SOM	**690**	**100%**	**127**	**1930**	**23.333**	**34**	**14,9**



Woonkernen: Goedereede

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	2.019	1.292	1.454
Vermogen E-boiler (kW)	0	323	162
Grootte buffer (m^3)	323	485	969
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	115.131	71.216
leidingen/app EB	0	53.312	26.656
Warmtepomp L/W 2*75%	868.335	555.734	625.201
leidingen/app WP	403.877	258.481	290.791
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	82.391	73.693	73.693
D/N buffer	161.551	242.326	484.652
Expansievoorzieningen	40.388	32.310	32.310
Regeling	267.981	234.148	275.178
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	655.357	577.541	671.909
Totaal (excl BTW)	**2.839.879**	**2.502.676**	**2.911.607**
Totaal /woning (excl BTW)	**5.802**	**5.113**	**5.949**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	2.319.193	2.032.542	2.035.260
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.738	4.153	4.158

Goedereede		Investeringen
Secundair net	€	5.010
Aansluitleiding	€	6.636
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**14.535**



Woonkernen: Herkingen

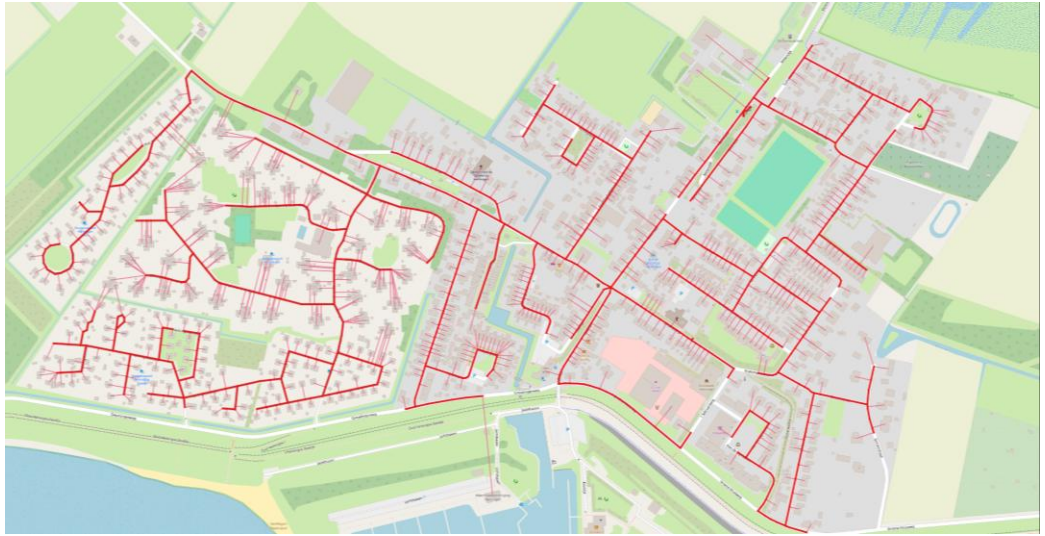
Herkingen							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	69	8%	351	1985	1.678	24	4
Vrijstaande woning	146	17%	147	1953	9.864	68	15
2-onder-1-kap woning	70	8%	127	1936	4.345	62	15
Rijwoning (hoekwoning)	90	11%	108	1965	4.081	45	10
Rijwoning (tussenwoning)	126	15%	103	1971	4.618	37	8
Utiliteit	342	41%	84	1981	12.605	37	8
SOM	**843**	**100%**	**126**	**1977**	**37.192**	**44**	**9,7**

innoforte sustainable value

Woonkernen: Herkingen

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	3.219	2.060	2.318
Vermogen E-boiler (kW)	0	515	258
Grootte buffer (m^3)	515	773	1.545
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	159.039	98.376
leidingen/app EB	0	84.975	42.488
Warmtepomp L/W 2*75%	1.384.069	885.804	996.529
leidingen/app WP	643.753	412.002	463.502
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	104.020	93.038	93.038
D/N buffer	257.501	386.252	772.503
Expansievoorzieningen	64.375	51.500	51.500
Regeling	402.558	345.391	412.191
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	964.883	833.400	987.038
Totaal (excl BTW)	**4.181.158**	**3.611.402**	**4.277.166**
Totaal /woning (excl BTW)	**7.086**	**6.120**	**7.248**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	3.696.641	3.239.737	3.244.069
E verbruik/woning (kWh/jaar)	6.264	5.490	5.497

Herkingen		Investeringen
Secundair net	€	8.381
Aansluitleiding	€	9.781
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**21.051**



innoforte sustainable value

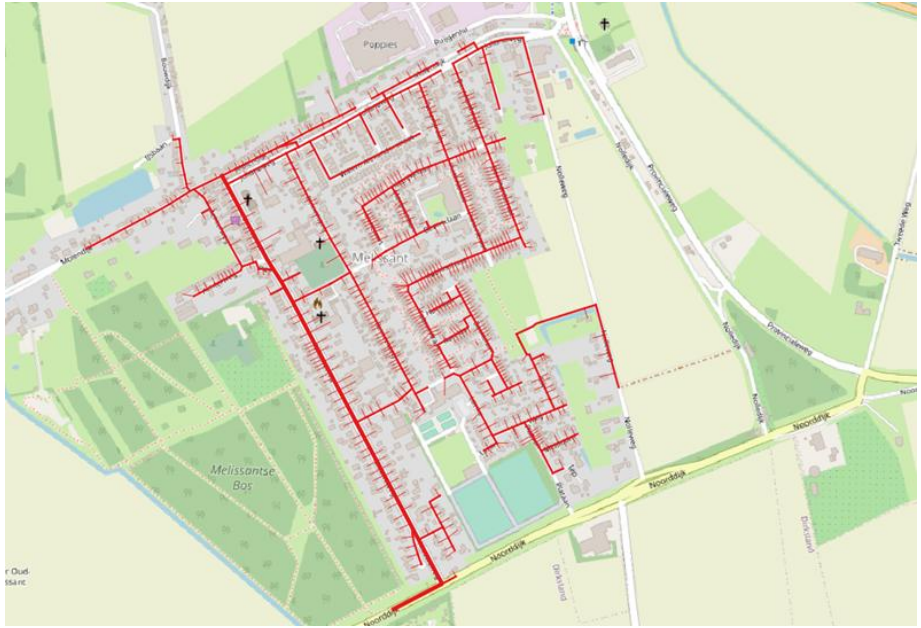
Woonkernen: Melissant

Melissant							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	17	2%	155	1944	571	34	15
Vrijstaande woning	210	30%	158	1944	12.096	58	26
2-onder-1-kap woning	120	17%	124	1951	4.327	36	16
Rijtussenwoning	205	30%	108	1964	5.536	27	11
Hoekwoning	121	17%	109	1961	4.331	36	16
Utiliteitsfunctie	19	3%	262	1939	1.173	62	31
SOM	**692**	**100%**	**153**	**1951**	**28.034**	**41**	**18,0**

Woonkernen: Melissant

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	2.426	1.553	1.747
Vermogen E-boiler (kW)	0	388	194
Grootte buffer (m^3)	388	582	1.165
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	130.746	80.875
leidingen/app EB	0	64.051	32.026
Warmtepomp L/W 2*75%	1.043.262	667.688	751.149
leidingen/app WP	485.238	310.552	349.372
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	90.309	80.775	80.775
D/N buffer	194.095	291.143	582.286
Expansievoorzieningen	48.524	38.819	38.819
Regeling	313.714	272.066	321.795
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	760.543	664.752	779.129
Totaal (excl BTW)	**3.295.686**	**2.880.593**	**3.376.225**
Totaal /woning (excl BTW)	**6.514**	**5.693**	**6.673**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	2.786.398	2.442.000	2.445.265
E verbruik/woning (kWh/jaar)	5.507	4.826	4.833

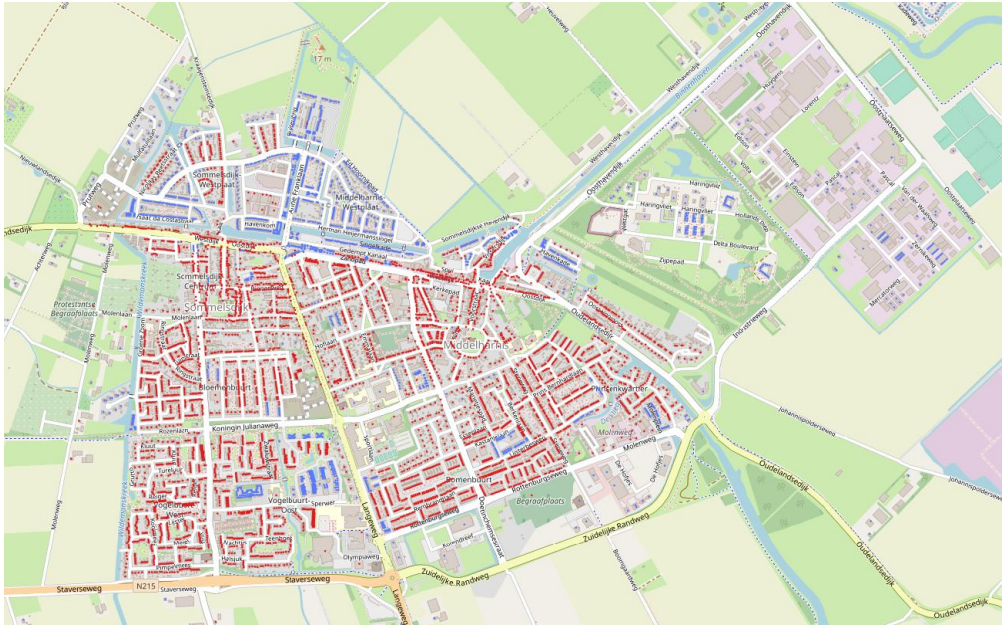
Melissant		Investeringen
Secundair net	€	4.545
Aansluitleiding	€	8.056
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**15.490**



innoforte
sustainable value

Woonkernen: Middelharnis/Sommelsdijk

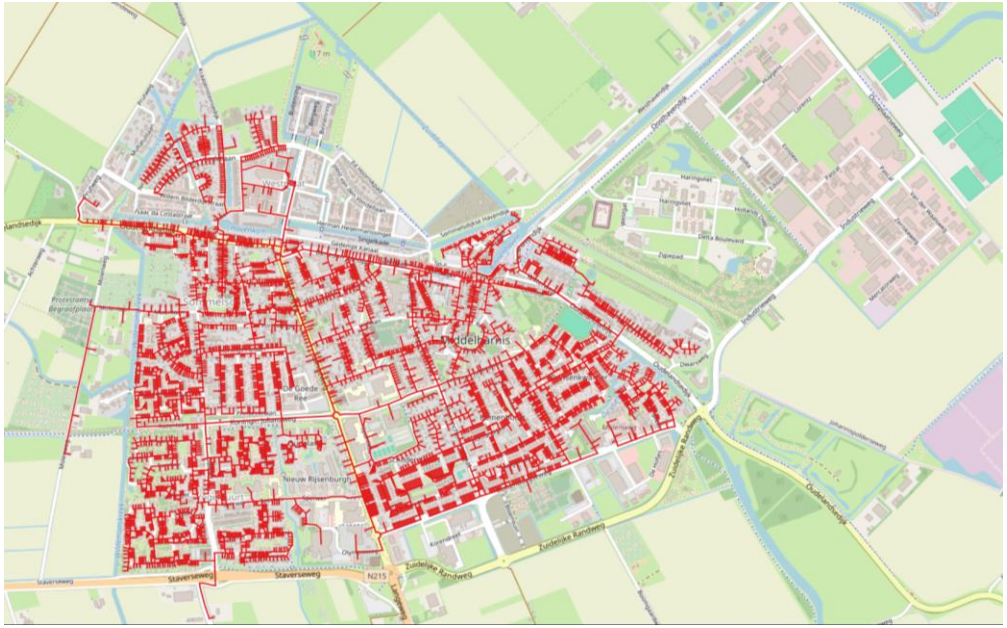
Middelharnis/Sommelsdijk							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	586	12%	75	1974	8.801	15	6
Vrijstaande woning	561	11%	182	1945	34.327	61	28
2-onder-1-kap woning	459	9%	128	1950	17.281	38	16
Rijtussenwoning	2.116	42%	102	1950	54.762	26	10
Hoekwoning	1.060	21%	109	1947	37.415	35	15
Utiliteitsfunctie	250	5%	478	1615	23.338	93	47
SOM	**5.032**	**100%**	**179**	**1897**	**175.925**	**35**	**15,2**



Woonkernen: Middelharnis/Sommelsdijk

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	15.225	9.744	10.962
Vermogen E-boiler (kW)	0	2.436	1.218
Grootte buffer (m^3)	2.436	3.654	7.308
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	511.570	288.788
leidingen/app EB	0	401.948	200.974
Warmtepomp L/W 2*75%	6.546.882	4.190.005	4.713.755
leidingen/app WP	3.045.061	1.948.839	2.192.444
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	226.232	202.348	202.348
D/N buffer	1.218.025	1.827.037	3.654.074
Expansievoorzieningen	304.506	243.605	243.605
Regeling	1.735.606	1.433.303	1.758.898
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	4.030.894	3.335.596	4.084.466
Totaal (excl BTW)	**17.467.205**	**14.454.251**	**17.699.352**
Totaal /woning (excl BTW)	**4.175**	**3.455**	**4.230**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	17.485.745	15.324.511	15.345.002
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.179	3.663	3.668

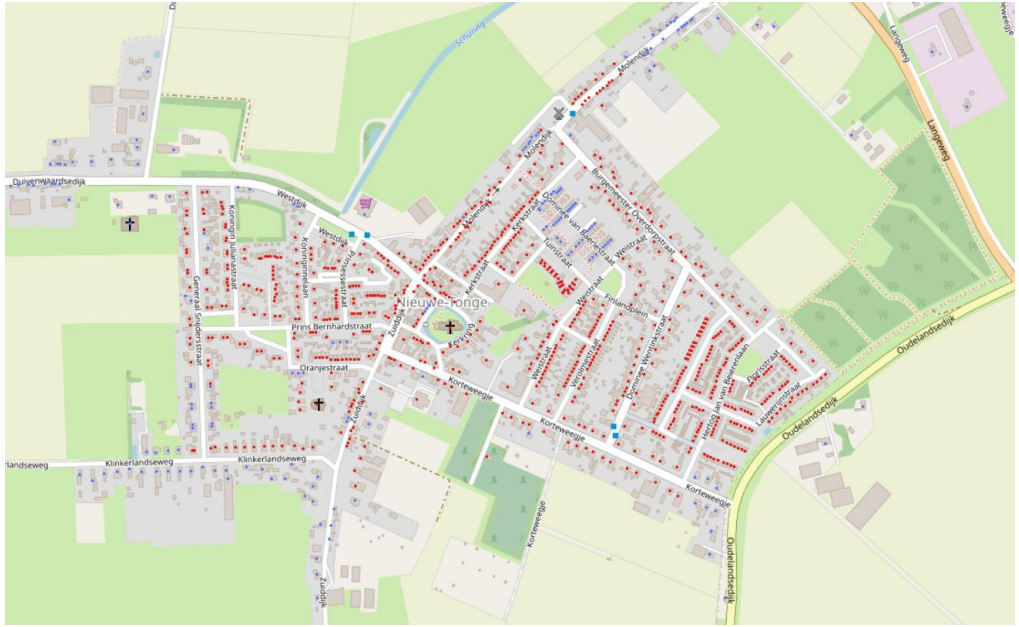
Middelh./Sommesldijk		Investeringen
Secundair net	€	4.433
Aansluitleiding	€	7.772
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**15.094**



innoforte
sustainable value

Woonkernen: Nieuwe-Tonge

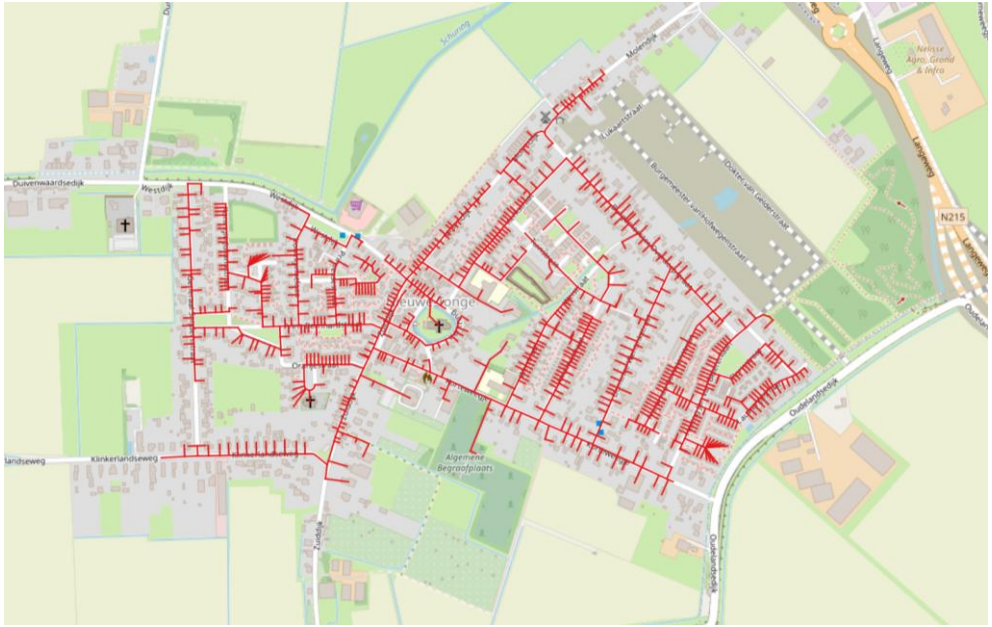
Nieuwe-Tonge							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	61	8%	82	1971	1.092	18	7
Vrijstaande woning	175	22%	164	1949	10.226	58	27
2-onder-1-kap woning	127	16%	132	1948	5.221	41	18
Rijtussenwoning	253	32%	101	1959	6.732	27	11
Hoekwoning	154	20%	104	1957	5.492	36	15
Utiliteitsfunctie	18	2%	333	1917	1.231	68	36
SOM	**788**	**100%**	**153**	**1950**	**29.995**	**38**	**16,7**



Woonkernen: Nieuwe-Tonge

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	2.596	1.661	1.869
Vermogen E-boiler (kW)	0	415	208
Grootte buffer (m^3)	415	623	1.246
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	137.017	84.754
leidingen/app EB	0	68.531	34.266
Warmtepomp L/W 2*75%	1.116.229	714.387	803.685
leidingen/app WP	519.176	332.273	373.807
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	93.414	83.552	83.552
D/N buffer	207.671	311.506	623.012
Expansievoorzieningen	51.918	41.534	41.534
Regeling	332.761	287.820	341.191
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	804.351	700.986	823.740
Totaal (excl BTW)	**3.485.520**	**3.037.605**	**3.569.541**
Totaal /woning (excl BTW)	**6.000**	**5.229**	**6.144**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	2.981.281	2.612.796	2.616.289
E verbruik/woning (kWh/jaar)	5.132	4.497	4.503

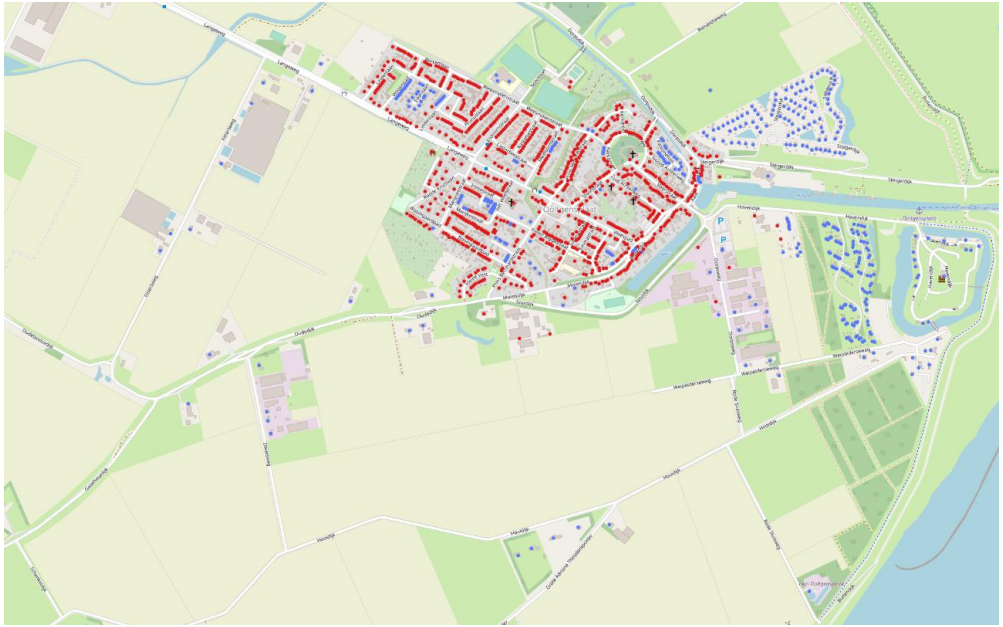
Nieuwe Tonge		Investeringen
Secundair net	€	6.238
Aansluitleiding	€	7.776
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**16.902**



innoforte
sustainable value

Woonkernen: Ooltgensplaat

Ooltgensplaat							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	26	3%	70	1966	443	17	7
Vrijstaande woning	141	15%	170	1953	7.871	56	26
2-onder-1-kap woning	179	20%	113	1939	6.608	37	16
Rijtussenwoning	325	35%	107	1946	9.100	28	11
Hoekwoning	215	23%	107	1950	7.538	35	15
Utiliteitsfunctie	30	3%	327	1943	2.096	70	35
SOM	**916**	**100%**	**149**	**1950**	**33.657**	**37**	**16,0**

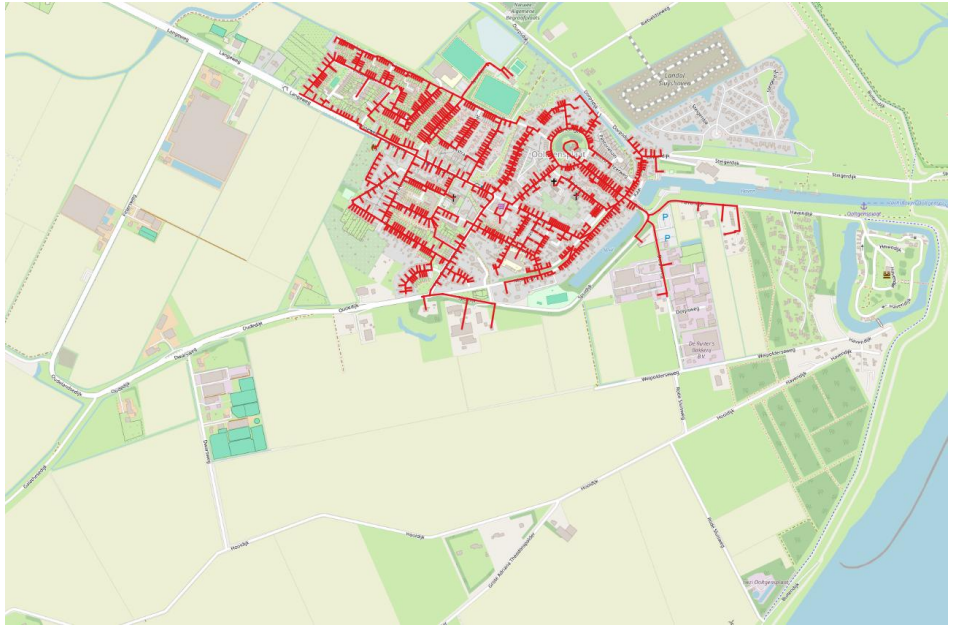


innoforte sustainable value

Woonkernen: Ooltgensplaat

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	2.913	1.864	2.097
Vermogen E-boiler (kW)	0	466	233
Grootte buffer (m^3)	466	699	1.398
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	148.403	91.797
leidingen/app EB	0	76.898	38.449
Warmtepomp L/W 2*75%	1.252.507	801.604	901.805
leidingen/app WP	582.561	372.839	419.444
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	98.952	88.506	88.506
D/N buffer	233.025	349.537	699.074
Expansievoorzieningen	58.256	46.605	46.605
Regeling	368.295	317.159	377.352
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	886.079	768.465	906.909
Totaal (excl BTW)	**3.839.675**	**3.330.016**	**3.929.940**
Totaal /woning (excl BTW)	**5.573**	**4.833**	**5.704**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	3.345.259	2.931.785	2.935.706
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.855	4.255	4.261

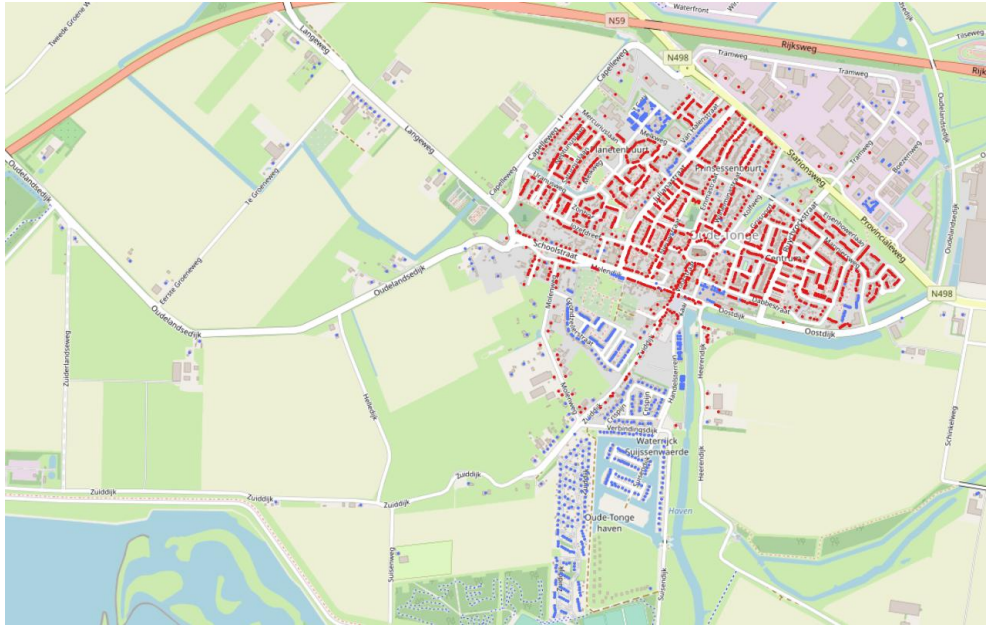
Ooltgensplaat		Investeringen
Secundair net	€	4.412
Aansluitleiding	€	7.512
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**14.813**



innoforte sustainable value

Woonkernen: Oude-Tonge

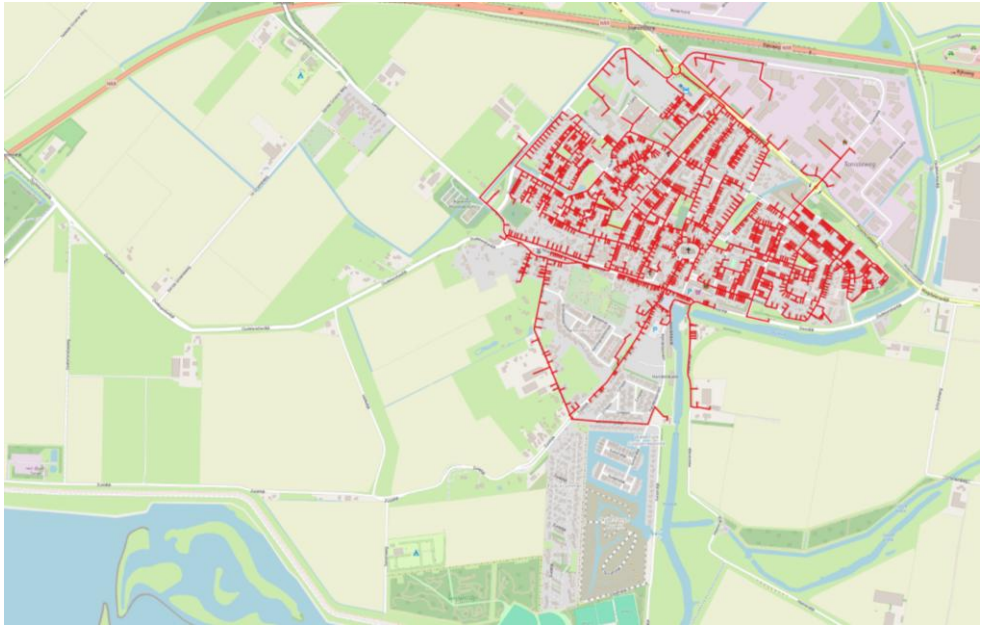
Oude-Tonge							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	154	9%	72	1968	2.523	16	7
Vrijstaande woning	200	11%	197	1951	13.091	65	30
2-onder-1-kap woning	224	13%	121	1961	7.827	35	15
Rijtussenwoning	716	40%	107	1966	18.746	26	11
Hoekwoning	428	24%	115	1961	15.070	35	15
Utiliteitsfunctie	53	3%	649	1958	6.408	121	62
SOM	**1.775**	**100%**	**210**	**1961**	**63.665**	**36**	**15,7**



Woonkernen: Oude-Tonge

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	5.510	3.526	3.967
Vermogen E-boiler (kW)	0	882	441
Grootte buffer (m^3)	882	1.322	2.645
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	230.826	142.781
leidingen/app EB	0	145.460	72.730
Warmtepomp L/W 2*75%	2.369.232	1.516.309	1.705.847
leidingen/app WP	1.101.969	705.260	793.417
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	136.094	121.726	121.726
D/N buffer	440.787	661.181	1.322.362
Expansievoorzieningen	110.197	88.157	88.157
Regeling	658.242	554.838	671.553
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	1.552.956	1.315.127	1.583.572
Totaal (excl BTW)	**6.729.478**	**5.698.884**	**6.862.147**
Totaal /woning (excl BTW)	**4.646**	**3.935**	**4.738**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	6.327.866	5.545.743	5.553.159
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.369	3.829	3.834

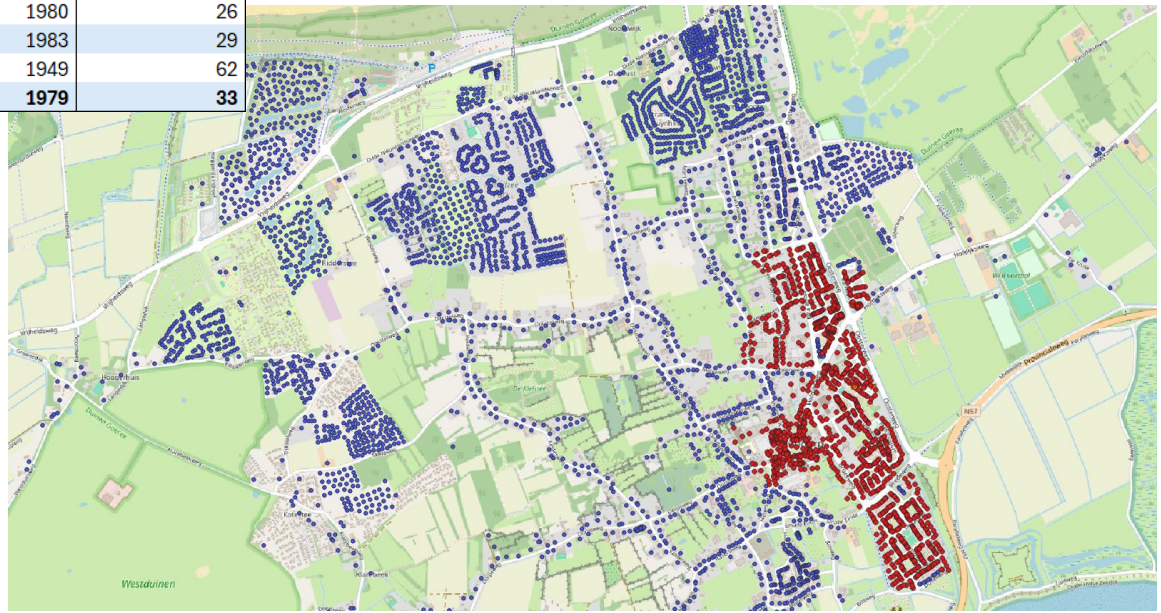
Oude Tonge		Investeringen
Secundair net	€	4.027
Aansluitleiding	€	6.861
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**13.777**



innoforte sustainable value

Woonkernen: Ouddorp

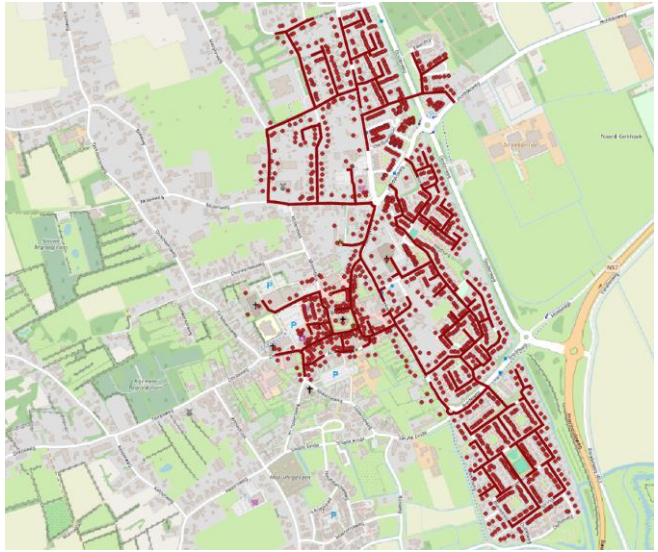
ouddorp nieuwe versie				
Type	Aantal	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ/weq)
Appartement	240	115	1997	22
Vrijstaande woning	260	168	1967	46
2-onder-1-kap woning	209	131	1979	34
Rijtussenwoning	336	109	1980	26
Hoekwoning	209	113	1983	29
Utiliteitsfunctie	69	438	1949	62
SOM	**1.323**	**179**	**1979**	**33**



Woonkernen: Ouddorp

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	3.778	2.418	2.720
Vermogen E-boiler (kW)	0	605	302
Grootte buffer (m^3)	605	907	1.814
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	177.727	109.936
leidingen/app EB	0	99.751	49.876
Warmtepomp L/W 2*75%	1.624.733	1.039.829	1.169.807
leidingen/app WP	755.690	483.641	544.097
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	112.701	100.803	100.803
D/N buffer	302.276	453.414	906.828
Expansievoorzieningen	75.569	60.455	60.455
Regeling	465.145	396.843	475.770
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	1.108.834	951.739	1.133.271
Totaal (excl BTW)	**4.804.947**	**4.124.201**	**4.910.842**
Totaal /woning (excl BTW)	**5.188**	**4.453**	**5.303**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	4.339.418	3.803.067	3.808.152
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.686	4.107	4.112

Warmtenet	Ouddorp nieuw
Primair net	500
Secundair net	7.496
Aansluitleiding	7.512
Onderstation	638
Inpandig	500
Afleverset/BWP/CWP	1.750
Totaal investeringen	**18.396**



Woonkernen: Port Zélande

Port Zélande							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	43	4%	156	2007	767	18	8
Vrijstaande woning	4	0%	298	2005	209	52	24
2-onder-1-kap woning	-	0%	0	0	-	-	0
Rijtussenwoning	-	0%	0	0	-	-	0
Hoekwoning	-	0%	0	0	-	-	0
Utiliteitsfunctie	921	95%	103	1995	13.417	15	8
SOM	**968**	**100%**	**93**	**2002**	**14.393**	**15**	**7,7**

innoforte sustainable value

Woonkernen: Port Zélande

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	970	621	698
Vermogen E-boiler (kW)	0	155	78
Grootte buffer (m^3)	155	233	466
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	69.254	42.838
leidingen/app EB	0	25.603	12.801
Warmtepomp L/W 2*75%	417.017	306.481	330.477
leidingen/app WP	193.961	124.135	139.652
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	57.097	51.069	51.069
D/N buffer	77.584	116.377	232.753
Expansievoorzieningen	19.396	15.517	15.517
Regeling	149.258	140.765	158.266
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	382.294	362.760	403.012
Totaal (excl BTW)	**1.656.608**	**1.571.962**	**1.746.387**
Totaal /woning (excl BTW)	**3.434**	**3.258**	**3.620**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	1.113.789	976.125	977.430
E verbruik/woning (kWh/jaar)	2.309	2.023	2.026

Port Zélande		Investeringen
Secundair net	€	7.981
Aansluitleiding	€	4.861
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**15.730**

innoforte sustainable value

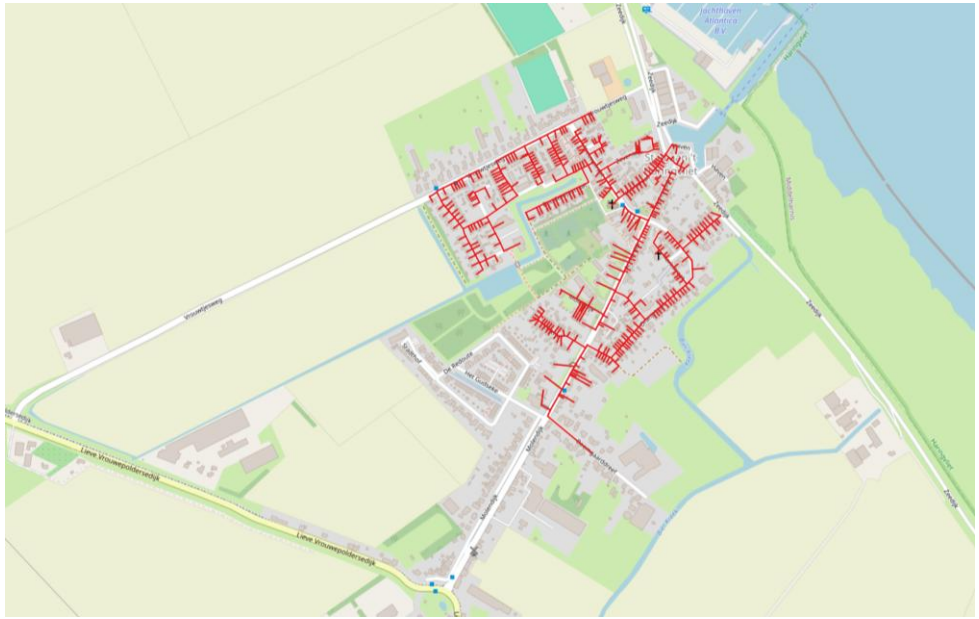
Woonkernen: Stad aan 't Haringvliet

Stad aan 't Haringvliet							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	34	8%	71	1963	571	17	7
Vrijstaande woning	96	23%	165	1919	5.742	60	28
2-onder-1-kap woning	119	28%	109	1943	4.165	35	15
Rijtussenwoning	93	22%	107	1944	2.665	29	12
Hoekwoning	70	17%	107	1953	2.578	37	16
Utiliteitsfunctie	9	2%	400	1877	771	86	43
SOM	**421**	**100%**	**160**	**1933**	**16.493**	**39**	**17,4**

Woonkernen: Stad aan 't Haringvliet

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	1.427	914	1.028
Vermogen E-boiler (kW)	0	228	114
Grootte buffer (m^3)	228	343	685
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	90.526	55.996
leidingen/app EB	0	37.683	18.841
Warmtepomp L/W 2*75%	613.776	392.816	441.918
leidingen/app WP	285.477	182.705	205.543
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	69.269	61.956	61.956
D/N buffer	114.191	171.286	342.572
Expansievoorzieningen	28.548	22.838	22.838
Regeling	201.189	178.472	206.950
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	501.735	449.485	514.985
Totaal (excl BTW)	**2.174.184**	**1.947.767**	**2.231.601**
Totaal /woning (excl BTW)	**6.933**	**6.211**	**7.116**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	1.639.303	1.436.685	1.438.606
E verbruik/woning (kWh/jaar)	5.227	4.581	4.587

Stad aan't Haringvliet		Investeringen
Secundair net	€	7.496
Aansluitleiding	€	7.514
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**17.899**



innoforte sustainable value

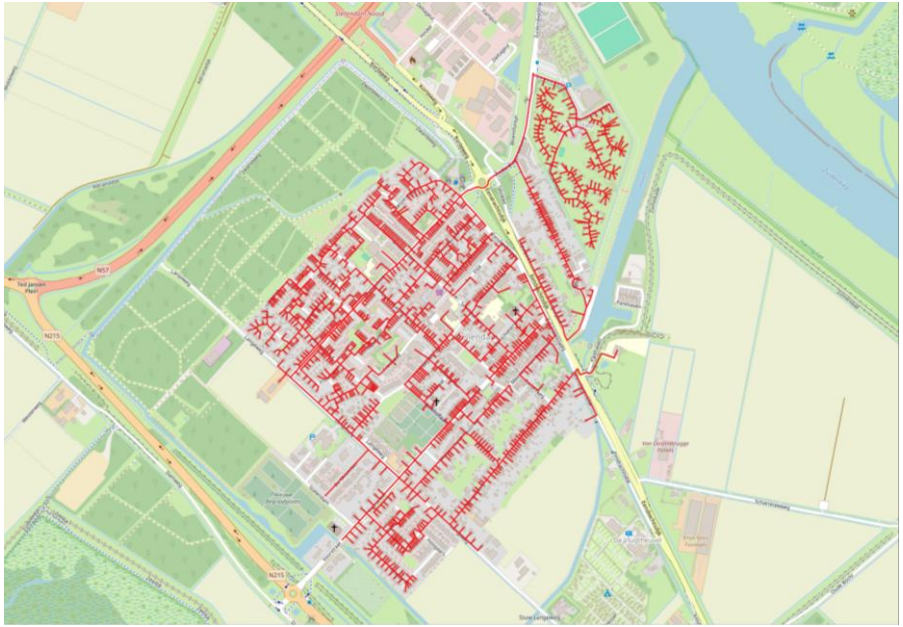
Woonkernen: Stellendam

Stellendam							
Type	Aantal	Aandeel	gem. opp. (m^2)	gem. bouwjaar	W-vraag (GJ)	W-vraag (GJ/weq)	gem. W-vraag (kW)
Appartement	79	5%	87	1973	1.458	18	8
Vrijstaande woning	283	19%	155	1957	14.813	52	24
2-onder-1-kap woning	204	14%	122	1958	7.328	36	16
Rijtussenwoning	441	30%	102	1971	10.927	25	10
Hoekwoning	254	17%	108	1971	8.108	32	14
Utiliteitsfunctie	207	14%	94	1967	4.064	20	10
SOM	**1.468**	**100%**	**111**	**1966**	**46.698**	**32**	**13,9**

Woonkernen: Stellendam

Concept	1	2	3
Vermogen warmtepomp (kW)	4.041	2.587	2.910
Vermogen E-boiler (kW)	0	647	323
Grootte buffer (m^3)	647	970	1.940
	Investering €	Investering €	Investering €
E-boiler	0	186.212	115.185
leidingen/app EB	0	106.695	53.348
Warmtepomp L/W 2*75%	1.737.843	1.112.219	1.251.247
leidingen/app WP	808.299	517.311	581.975
kWe aansluiting	230.000	230.000	230.000
pompen 3x50% incl toerenregeling	116.558	104.252	104.252
D/N buffer	323.320	484.979	969.959
Expansievoorzieningen	80.830	64.664	64.664
Regeling	494.527	420.950	505.594
Gebouw warmtecentrale	130.000	130.000	130.000
Engineering, onvoorzien	1.176.413	1.007.185	1.201.867
Totaal (excl BTW)	**5.097.789**	**4.364.469**	**5.208.091**
Totaal /woning (excl BTW)	**5.006**	**4.286**	**5.114**
Totaal E verbruik (kWh/jaar)	4.641.518	4.067.828	4.073.267
E verbruik/woning (kWh/jaar)	4.558	3.995	4.000

Stellendam		Investeringen
Secundair net	€	4.804
Aansluitleiding	€	7.961
Onderstation	€	638
Inpandig	€	500
Afleverset/BWP/CWP	€	1.750
Totaal investeringen	€	**15.653**



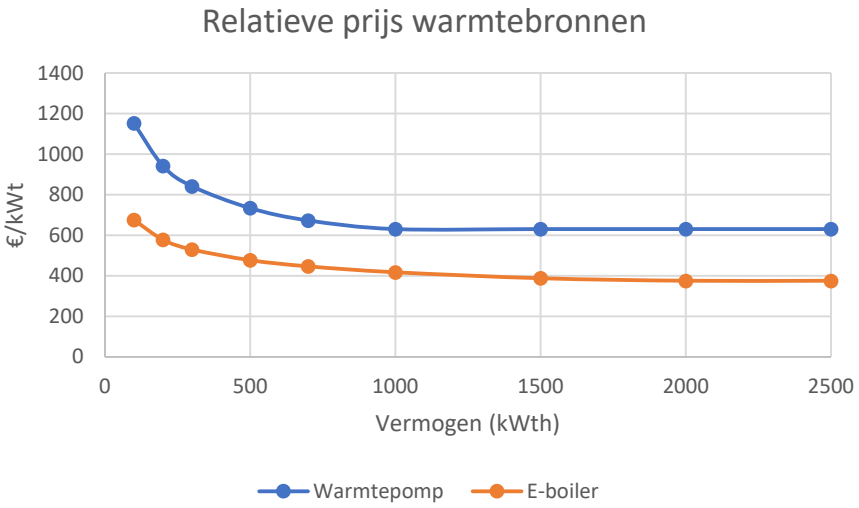
innoforte sustainable value

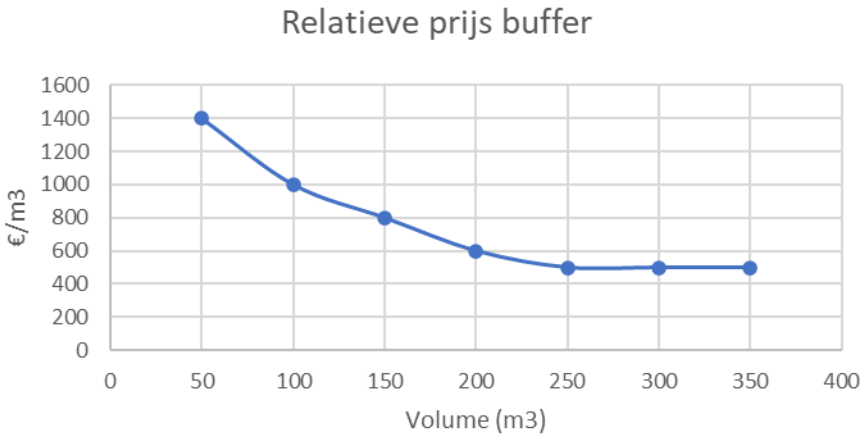
Woonkernen: Overzicht

Kern	Investering bron €	Investering totaal €	E benodigd kWh/jaar	E vermogen MW	Woningen #	Investering ind. Wpen €	ind. E vermogen MW
Achthuizen	2.129.872	6.598.000	1.348.003	0,7	252	12.529.000	0,8
Den Bommel	2.526.147	8.413.000	1.694.190	0,8	398	19.807.000	1,2
Dirksland	7.324.346	28.065.000	5.959.870	3,0	1.409	70.051.000	4,2
Goedereede	2.911.607	10.271.000	2.032.542	1,0	489	24.336.000	1,5
Herkingen	4.277.166	16.994.000	3.239.737	1,6	590	29.339.000	1,8
Melissant	3.376.225	11.467.000	2.442.000	1,2	506	25.156.000	1,5
Middelh./Sommesldijk	17.699.352	82.943.000	15.324.511	7,6	4.184	208.020.000	12,6
Nieuwe Tonge	3.569.541	13.679.000	2.612.796	1,3	581	28.885.000	1,7
Ooltgensplaat	3.929.940	14.480.000	2.931.785	1,5	689	34.255.000	2,1
Oude Tonge	6.862.147	27.540.000	5.545.743	2,8	1.448	72.010.000	4,3
Ouddorp	4.910.842	21.948.000	3.803.067	1,9	926	46.045.000	2,8
Port Zélande	1.746.387	9.577.000	976.125	0,5	482	23.986.000	1,4
Stad aan't Haringvliet	2.231.601	8.002.000	1.436.685	0,7	314	15.592.000	0,9
Stellendam	5.208.091	21.657.000	4.067.828	2,0	1.018	50.631.000	3,1
Totaal	68.703.264	281.634.000	53.414.882	26,5	13.288	660.642.000	39,9

Prijs componenten schaalgrootte

De investeringen in de componenten zijn niet lineaire schaalbaar. Deze hebben namelijk profijt van schaalgrootte.
De twee grootste componenten die de prijs drijven zijn de warmtepomp en de E-boiler. In onderstaande grafiek is de prijs in euro per kilowatt weergeven per vermogen van het component.





Businesscase

De businesscase van een warmtenet bestaat uit de volgende onderdelen:

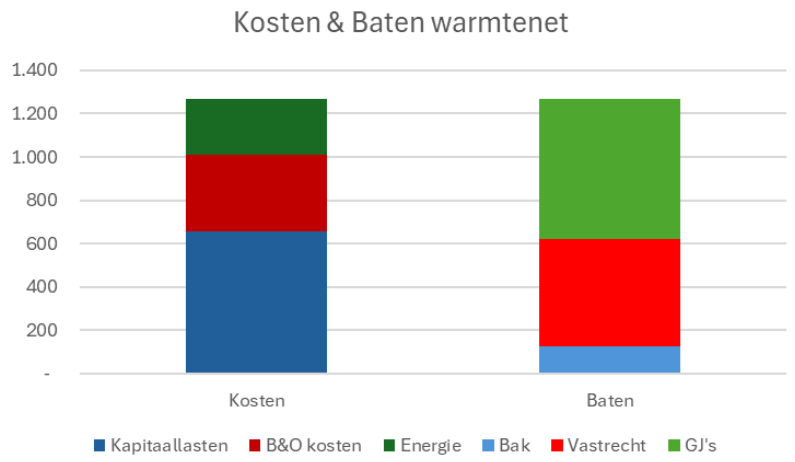
Kosten
- Kapitaallasten van de investeringen, na aftrekt subsidies
- B&O kosten (beheer en onderhoudskosten installaties)
- Energie kosten (verbruikte elektriciteit van de warmtebron)

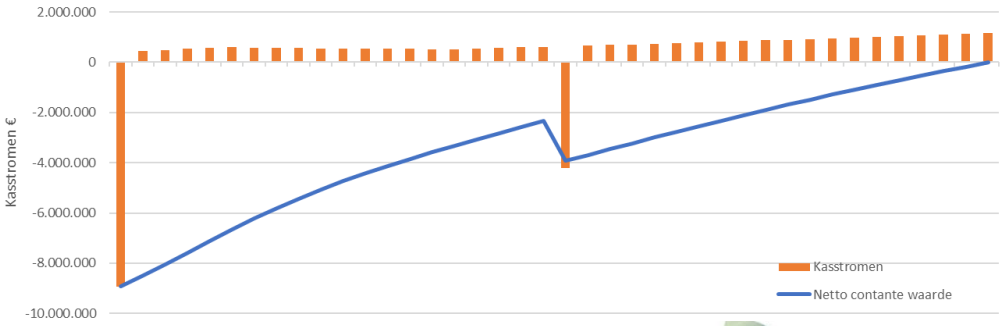
Baten
- Kapitaal opbrengsten van de **BAK** (éénmalige aansluitbijdrage voor bewoner)
- Vastrecht (jaarlijkse vaste kosten)
- GJ tarief (verwarmingskosten)

Het rendement van het warmtebedrijf is opgenomen in de kapitaallasten van de investeringen. Voor Goeree-Overflakkee wordt een rendement van 5% opgenomen in de businesscase.

Rechts zijn de kasstromen en netto contante waarde van een warmtenet weergegeven. Hierin is een investering en herinvestering na 20 jaar duidelijk te zien. De netto contante waarde eindigt op 0 wanneer het rendement wordt gehaald. De BAK wordt gebruikt als sluitpost om het rendement te behalen.

De BAK wordt dus gebruikt om verschillende concepten met elkaar te vergelijken.





BAK en subsidies

Subsidies

Subsidie	Bedrag	Opgenomen in studie?
WIS (Warmte-Infrastructuur subsidie)	40-60% van de onrendabele top. Maximaal 6.000 per woning	Ja
ISDE (InvesteringsSubsidie Duurzame Energie en Energiebesparing)	€3.775 per particuliere woning	Ja, maar niet verwerkt in BAK
SAH (Subsidie Aardgavrij Huurwoningen)	40% van de totale investering voor de WOCO maximaal €5.000 per woning	Ja, maar niet verwerkt in BAK
EIA (Energie-Investerings-Subsidie)	40% van investeringskosten aftrekbaar	Nee
DEI (Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie)	€15 M per project	Nee
SDE++ (Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie)	Met de huidige uitgangspunten is deze €0	n.v.t.

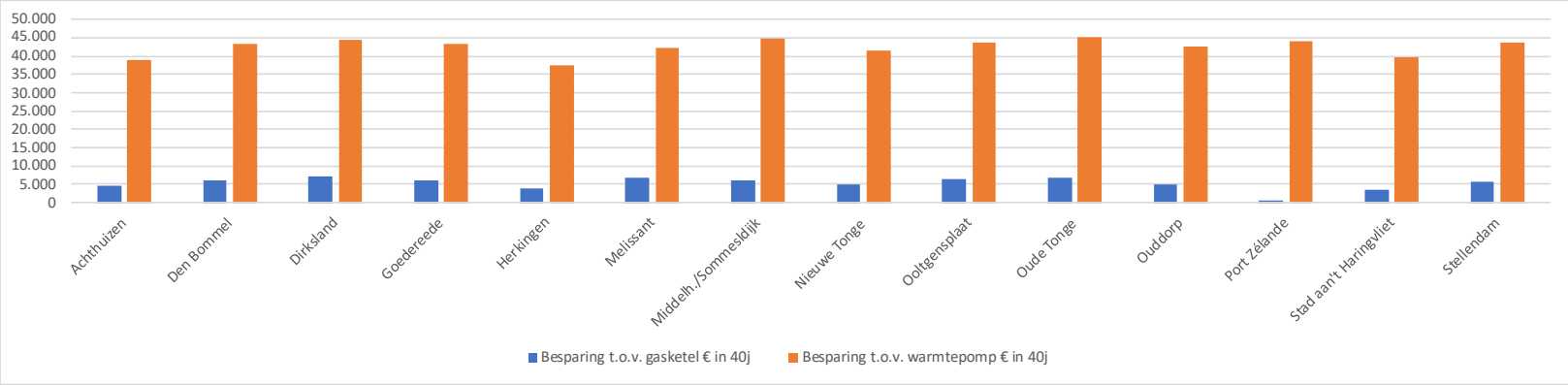
BAK

Als belangrijkste indicator van de economische haalbaarheid van het warmtenet blijft dan de BAK over na aftrek van de WIS subsidie. Deze wordt gebruikt om de haalbaarheid per kern te duiden. In deze rapportage is de BAK berekend met een rendement van 5%, een participatiegraad van 70% en korting op de ACM max tarieven van 5%.

Met de BAK zijn kosten tot en met de afleverset berekend. Er is hierbij vanuit gegaan dat de afleverset direct achter de voordeur kan worden geplaatst. Wordt de afleverset op een andere locatie geplaatst dan moeten deze kosten apart worden bekeken.

Vergelijk van de kosten met het alternatief

Om te toetsen of het warmtenet interessanter is dan het alternatief wordt naar de bewonerskosten gekeken. Deze zijn over 40 jaar berekend. Voor de CV-ketel en warmtepomp zijn dit investeringen, herinvesteringen, onderhoudskosten en energie. Voor het warmtenet is dit de BAK, het vastrecht en GJ-tarief. Verder is in onderstaande tabel weergegeven dat de BAK direct gekoppeld is aan de leidingnetwerk kosten.



		Achthuizen	Den Bommel	Dirksland	Goedereede	Herkingen	Melissant	Middelh./Sommesldijk	Nieuwe Tonge	Ooltgensplaat	Oude Tonge	Ouddorp	Port Zélande	Stad aan't Haringvliet	Stellendam
Gemiddelde BAK	€	8.826	4.700	3.718	4.841	11.033	5.013	3.972	6.562	4.406	3.396	7.514	8.133	9.646	4.797
Leidingen investeringen	€/weq	17.730	14.776	14.720	15.035	21.551	15.990	15.594	17.402	15.313	14.277	18.396	16.230	18.399	16.153
Warmtevraag	GJ/weq	43	34	34	33	44	39	29	36	34	31	33	16	37	32
Besparing t.o.v. gasketel	€ in 40j	4.804	6.194	7.162	5.948	3.914	6.671	6.211	5.101	6.490	6.981	5.004	793	3.445	5.813
Besparing t.o.v. warmtepomp	€ in 40j	38.803	43.252	44.283	43.285	37.520	42.129	44.914	41.476	43.540	45.221	42.469	44.069	39.586	43.590

Op basis van dit verkennende onderzoek is bij een gemiddelde BAK (er zijn dus goedkopere) gebleken dat dit goedkoper is dan de alternatieven. Op basis hiervan is een verdiepend onderzoek aan te bevelen voor één, te kiezen, kern.

Conclusie

- E-contracten zijn belangrijk voor de haalbaarheid.
- Sommige kernen zijn duur maar daar is het alternatief ook duur.
- Prijzen voor het warmtenet zijn sterk gekoppeld aan de investering van de leidingwerk.
- In alle dorpen is een warmtenet in 40 jaar goedkoper dan een CV ketel.
- Door TDTR contracten aan te gaan krijgt Stedin een extra regelbaar vermogen van 28 MW.

Advies

Op basis van dit onderzoek is het aan te raden een verdiepend onderzoek uit te voeren voor één, te kiezen, kern. Om de gegevens van dit onderzoek te valideren en optimaliseren.

innoforte
sustainable value

WARMTENETTEN WARMTEBRONNEN BEDRIJFSECONOMIE WETTEN & NORMEN WARMTEMETING CASES KLANT AAN HET WOORD

HET adviesbureau voor duurzame warmte en koude

Van Heemstraweg 56d
6651 KH, DRUTEN

0487-510375
info@innoforte.nl
LinkedIn
Youtube

Bijlage 1: vergelijk huidige studie met haalbaarheidsstudie 2023

Voor Middelharnis/Sommelsdijk is in 2023 een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor warmte vanuit TEA. Dit was destijds duurder dan de huidige studie. Deze verschillen zijn als volgt:

	Huidige studie		2023 Haalbaarheidsstudie	
	Wnet	Bron	Wnet	Bron
Kapitaallasten	961	359	1.370	733
B&O	147	85	134	122
Energie		554		543
Som	1.109	998	1.503	1.398
	2.106		**2.901**	

- Het leidingwerk is goedkoper geworden omdat deze bron plaatsbaar is en primair net kan worden bespaard
- De bron is simpeler qua techniek en hierdoor ook goedkoper. Dit scheelt niet alleen in investeringen en dus kapitaallasten maar ook in beheer & onderhoud kosten. De energiekosten hebben inflatie ondergaan waardoor deze nu goedkoper zijn.

Daarnaast zijn nog enkele algemene verschillen die het geheel goedkoper maken:

- Alles wordt in deze studie in 40 jaar afgeschreven tegen 5% rendement tegenover 30 jaar en 7% rendement.
- 70% van alle woningen worden meegenomen in plaats van slechts een kleine cluster
- Alles wordt in de businesscase in één keer aangesloten in plaats van over een X aantal jaar verspreid.

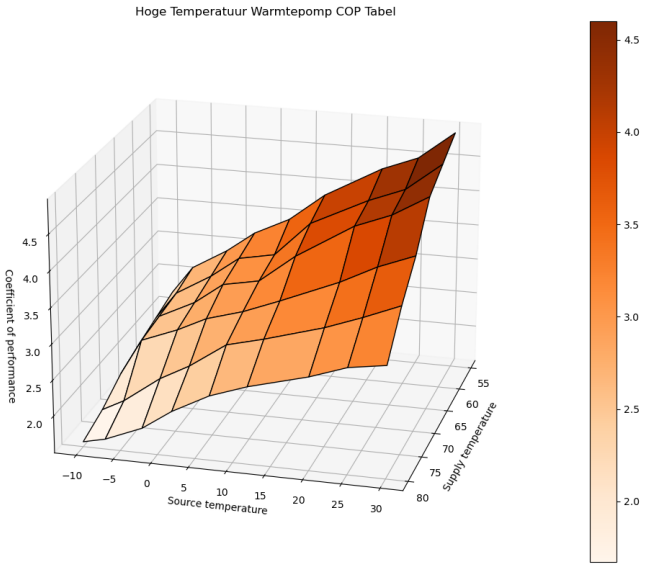
Bijlage 2: Elektriciteit prijs scenario's detail

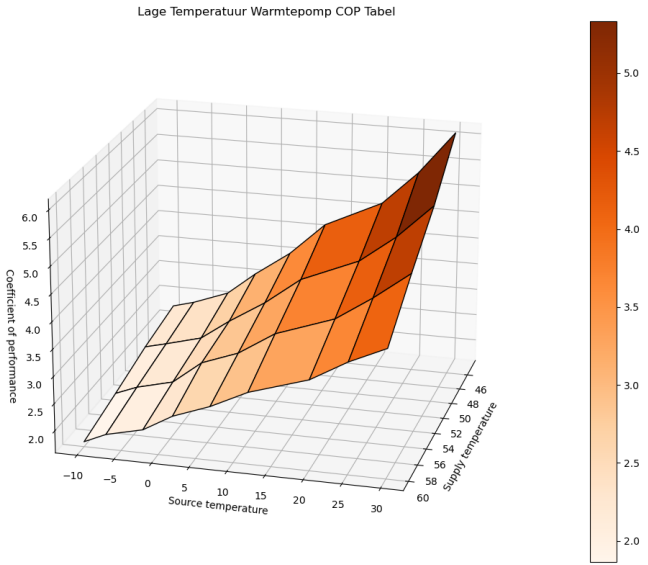
- Het P2H systeem wordt gevoed met elektriciteit. De inkoopprijzen van de elektriciteit zijn gebaseerd op de EPEX SPOT prijs (de day-ahead markt).
- Stratergy heeft voor deze studie voorspellingen gemaakt van de toekomstige EPEX prijzen door een meervoudige lineaire regressie te doen op historische prijsdata.
  - De regressie formule is als volgt: $E = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$, waarbij:
    - E = Elektriciteit SPOT prijs in €/MWh
    - α = -110
    - β_1 = 0.0046
    - β_2 = -0.0053
    - β_3 = waarde tussen 1 en 2 afhankelijk van X_3
    - X_1 = Verwachte elektriciteitsload in MWh (ref. 2024)
    - X_2 = Verwachte productie van zonne-en windenergie in MWh (ref. 2024)
    - X_3 = Verwachte gasprijs per MWh
- De waarden voor X_1 en X_2 zijn gebaseerd op de II3050 studie van de Nederlandse netbeheerders. Daarin staan kengetallen per scenario die een inschatting geven over het toekomstige verbruik en de verwachte hernieuwbare opwek. Er is gerekend op basis van het Nationaal scenario.
- Er is een laag en hoog volatiel scenario gemaakt om de sensitiviteit hiervan te kunnen nagaan en dit voor de jaren 2025, 2030, 2035, 2040 en 2050. De profielen zijn beschikbaar in bijlage (excel bestandsformaat).

Laag volatiel	2025	2030	2035	2040	2050
X_1	+0.5%	+10%	+50%	+75%	+100%
X_2	+1%	+10%	+75%	+100%	+200%
X_3	€ 40	€ 20	€ 18	€ 17	€ 15

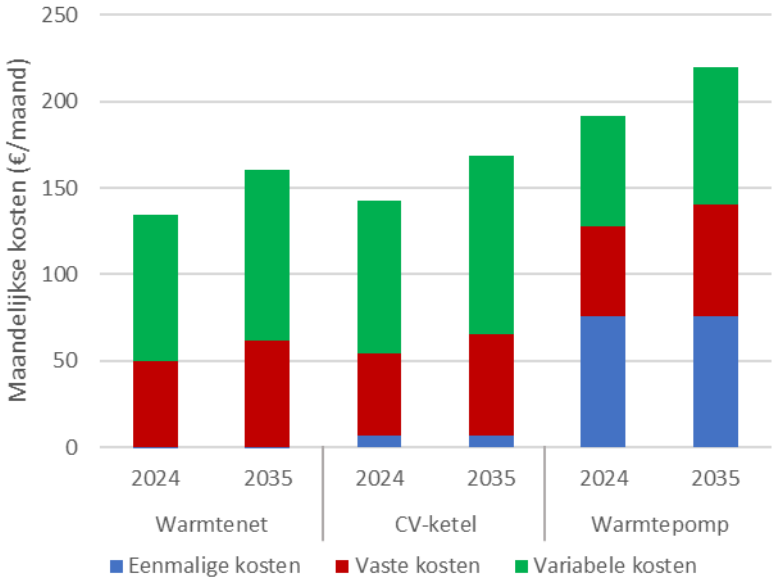
Hoog volatiel	2025	2030	2035	2040	2050
X_1	+1%	+33%	+79%	+187%	+247%
X_2	+5%	+100%	+200%	+400%	+600%
X_3	€ 35	€ 20	€ 18	€ 17	€ 15

Bijlage 3: cop specificatie tabellen lucht-water warmtepompen





Kosten vergelijk alternatief



2024		Warmtenet	CV-ketel	Warmtepomp
Eenmalige kosten	€	3.010	1.550	20.950
Subsidie	€	-3.375		-2.825
Eenmalige kosten	€/maand	-1	6	76
Vaste kosten	€/maand	50	48	52
Variabele kosten	€/maand	84	89	64
Totale kosten	€/maand	133	143	192

2035		Warmtenet	CV-ketel	Warmtepomp
Eenmalige kosten	€	3.010	1.550	20.950
Subsidie	€	-3.375		-2.825
Eenmalige kosten	€/maand	-1	6	76
Vaste kosten	€/maand	62	59	65
Variabele kosten	€/maand	98	103	79
Totale kosten	€/maand	159	169	220