



Technisch financiële analyse

Kort Haarlem

19-07-2024

Project Warmtenet Kort Haarlem
Opdrachtgever Gemeente Gouda
Document Scenariokeuze fase 1
Status Concept 01
Datum 19 juli 2024
Referentie 140962/24-010.626

Projectcode 140962
Projectleider Ir. R.J.E. Kools
Projectdirecteur K.A. Haans MSc

Auteur(s) P. Bakker MSc
Gecontroleerd door C.G.J. Hügel MSc
Goedgekeurd door Ir. R.J.E. Kools

Paraaf



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudig en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

Inhoudsopgave

- Projectgebied
- Warmte en vermogensvraag
- Woning verduurzaming MT, LT en ZLT
- Distributienet (en rioolvervanging)
- Aansluitleidingen
- Beschouwing MT v.s. LT
- Systeemdimensionering
- Technische haalbaarheid TEO
- Technische haalbaarheid TEA
- Resultaat financiële doorrekening
- Reflectie op verschillen DWA/W+B
- Reflectie op koudelevering
- Conclusies en advies

Projectgebied – utiliteit

Uitgangspunten

- het projectgebied kent 25 panden met een utiliteitsfunctie;
- 6 panden zijn, op grond van hun vermogensvraag, gekwalificeerd als 'groot'. Voor deze panden is de warmte- en vermogensvraag bepaald o.b.v. kentallen uit de [startanalyse / vesta mais model](#);
- de overige 19 kleine utiliteitspanden zijn in de beschouwing niet meegenomen.*

Naam	Adres	Vermogensvraag	Uitgangspunt
voormalig schoolgebouw	Burgemeester Martenssingel 15	80 kW _{th}	MT warmtenet vervult basislast als vervanging voor warmtepomp
voormalig schoolgebouw	Krugerlaan 20a	56 kW _{th}	
stichting Zuidrandflat	de la Reylaan 100	166 kW _{th}	deelt warmtenet aansluiting met centrale stookinstallatie van appartementen
stichting kringloop Gouda	Joubertstraat 34	76 kW _{th}	
O.L.V.-Hemelvaartkerk	Krugerlaan 110	80 kW _{th}	
kindercentrum De Speeldoos	Krugerlaan 72	27 kW _{th}	

* in fase 2 zal het projectgebied en alle panden in meer detail bekeken dienen te worden. De inschatting is dat de 19 kleine utiliteitspanden geen significant effect hebben op de uitkomsten

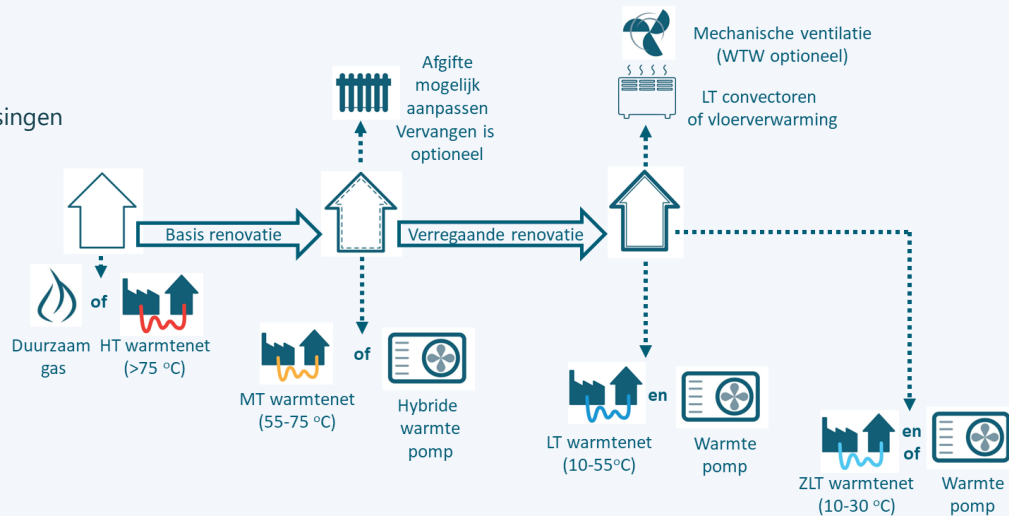
Gebouwverduurzaming MT, LT en ZLT

Gebouwverduurzaming voor MT en ZLT ready

- voor MT is beperkte mate van na-isolatie noodzakelijk;
- voor ZLT is verregaande na-isolatie noodzakelijk als ook aanpassingen aan de afgifte- en ventilatie systemen.

Uitgangspunt voor benodigd isolatieniveau

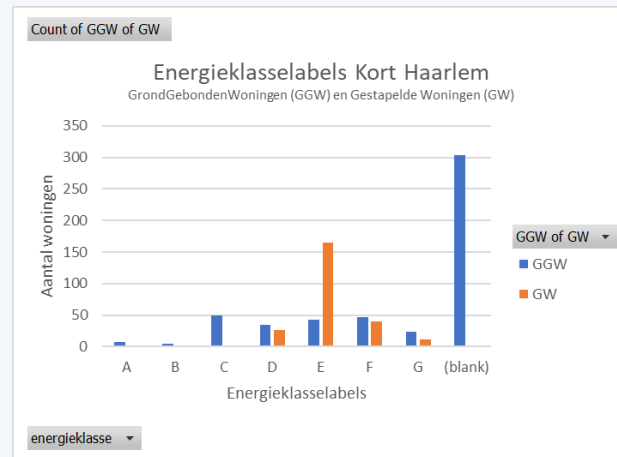
- MT ready: schilsprong naar **label D**
- ZLT ready: schilsprong naar **label B**
+ **aanpassingen afgifte/ventilatie**



Warmtevraag reductie

Energielabels in Kort Haarlem (zie volgende slide)

- energielabels verschillen sterk in Kort Haarlem;
- de besparing op de warmtevraag door isolatie naar label D is 10 % tot 14 %;
- de besparing op de warmtevraag door isolatie naar label B is 16 % tot 36 %;
- een deel van de woningen zit al op het gewenste niveau.



Besparing op warmtevraag door labelsprong

Type	Bouwjaar	Labelsprong naar D			Labelsprong naar B					Labelsprong naar A					
type_str	bouwjaar_str	G-D	F-D	E-D	G-B	F-B	E-B	D-B	C-B	G-A	F-A	E-A	D-A	C-A	B-A
vrijstaand	voor 1930	-7%	-10%	-7%	-21%	-23%	-21%	-15%	-9%	-20%	-22%	-21%	-14%	-8%	1%
2 onder 1 kap	voor 1930	-11%	-10%	-3%	-17%	-16%	-9%	-6%	1%	-27%	-26%	-20%	-18%	-11%	-12%
rijwoning hoek	voor 1930	-17%	-15%	-12%	-25%	-24%	-21%	-10%	-10%	-26%	-25%	-22%	-11%	-12%	-1%
rijwoning tussen	voor 1930	-12%	-10%	-8%	-19%	-18%	-15%	-8%	-3%	-21%	-20%	-17%	-10%	-6%	-2%
vrijstaand	1930 - 1945	-9%	-8%	-7%	-23%	-23%	-22%	-16%	-11%	-20%	-19%	-18%	-12%	-6%	5%
2 onder 1 kap	1930 - 1945	-11%	-9%	-5%	-20%	-18%	-14%	-8%	-8%	-29%	-28%	-24%	-20%	-20%	-12%
rijwoning hoek	1930 - 1945	-18%	-17%	-8%	-30%	-30%	-22%	-15%	-8%	-40%	-40%	-33%	-27%	-21%	-14%
rijwoning tussen	1930 - 1945	-9%	-9%	-8%	-25%	-25%	-23%	-17%	-9%	-31%	-31%	-30%	-24%	-16%	-8%
meergezins: laag en midden	1965 - 1974	-20%	-13%	-8%	-46%	-41%	-38%	-33%	-23%	-44%	-39%	-36%	-30%	-19%	4%
Gemiddelde GGW			-10%				-16%					-17%			
Gemiddelde GW			-14%				-36%					-27%			

Warmte en vermogensvraag

Categorie

- huidige warmtevraag grondgebonden woningen (GGB):
- huidige warmtevraag gestapelde bouw Woonpartners:
- huidige warmtevraag kleine utiliteit:
- huidige warmtevraag grote utiliteit:
- correctie kookgas:
- correctie rendement CV ketel:
- vraagreductie MT ready:
- vraagreductie ZLT ready:
- thermische vermogensvraag GGB woningen:
- thermische vermogensvraag appartementen:
- thermische vermogensvraag GGB woningen:
- thermische vermogensvraag appartementen:

Uitgangspunt

- o.b.v. genormaliseerde gasvraag per PC6 uit 2022
- o.b.v. gem. gasvraag appartementen
- o.b.v. genormaliseerde gasvraag per PC6 uit 2022
- o.b.v. kental (GJ/m² BVO)
- 35 m³/woning
- 90 % (o.b.v. HHV)
- 10 % reductie van warmtevraag
- 25 % reductie van warmtevraag
- 85 W/m² GBO (MT ready)
- 70 W/m² GBO (MT ready)
- 65 W/m² GBO (ZLT ready)
- 50 W/m² GBO (ZLT ready)

Bron

- Stedin, 2022
- Statline, 2022
- Stedin, 2022
- PBL/startanalyse
- Milieucentraal
- ACM
- inschatting o.b.v. labelsprong
- inschatting o.b.v. labelsprong
- inschatting o.b.v. referentieproject
- inschatting o.b.v. referentieproject
- inschatting o.b.v. referentieproject
- inschatting o.b.v. referentieproject

Distributienet

Uitgangspunten

- energiecentrale ter hoogte van huidig hertenkamp;
- dubbele leidingen bij Joubertstraat;
- geen redundantie in leidingwerk;
- investeringskosten o.b.v.:
 - lengte distributienet;
 - 65 % klinkers, 35 % asfalt (met name Joubertstraat);
 - bronbemaling i.v.m. hoge grondwaterstand.

Nog niet beschouwd – vervolg in fase 2

- alternatieve tracés (zoals bij Joubertstraat);
- exacte locaties van aansluitpunten en energiecentrale;
- inpassing t.o.v. bestaande infrastructuur;
- risico en mitigatiemaatregelen op verzakkingen.

Aanduiding	Waarde	opmerkingen
tracé lengte distributienet	3.665 m	aanvoer en retour leiding, dus 2x3.665 m
lengte aansluitleidingen woningen	4.634 m	aanvoer/retour, dus 2x4634 m
totale lengte distributienet + aansluitleidingen	8.300 m	



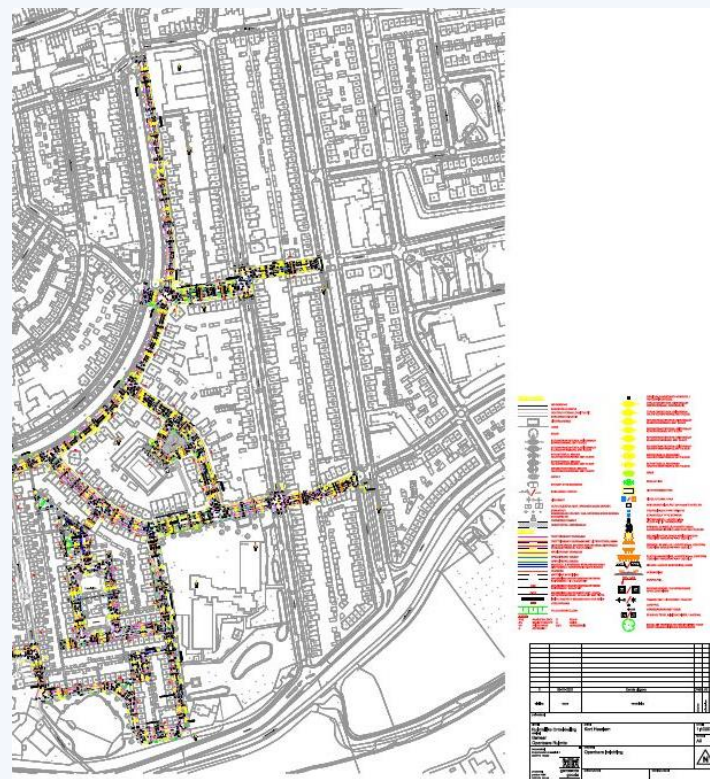
Distributienet i.r.t. riool vervanging

Wat wordt wanneer gedaan?

- de gemeente Gouda is januari 2022 begonnen met de rioolvervanging, ophoging en herinrichting in Kort Haarlem Zuid;
- de gemeente repareert of vervangt de riolering, legt een regenwaterriool aan, hoogt de straat op en richt de openbare ruimte opnieuw in;
- de gemeente verwacht dat het project rond juli of augustus 2024 klaar is.

Riool vervanging als koppelkans?

- gezien de doorlooptijd van de werkzaamheden vormt de vervanging van het riool geen koppelkans voor aanleg van het warmtenet.



Bron: [Gemeente Gouda](#)

Aansluitleidingen en afleversets

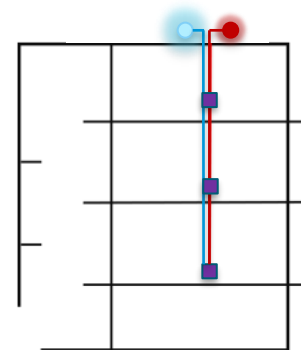
Welke kosten zijn gerekend per type gebouw voor aansluitleidingen en afleversets:

- grondgebonden woningen: aansluitleiding vanaf distributienet t/m afleverset;
- gestapelde woningen Joubertstraat: aansluitleiding vanaf distributienet via dak t/m afleverset;
- woonpartners: centraal inkoopstation bij stookruimte + individuele afleversets;
- grote utiliteit: inpandig leidingwerk vanaf externe aansluitleiding + grote afleverset.

Bron voor investeringskosten:

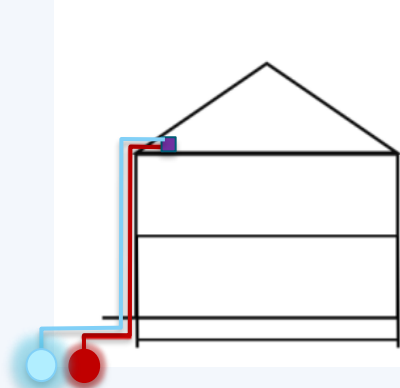
- investeringskosten grote afleverset/inpandig leidingwerk grote utiliteit o.b.v. [Rebel](#);
- investeringskosten grondgebonden woningen / Joubertstraat o.b.v. [NPLW kostenmodel](#);
 - exclusief de kosten voor aanpassingen aan:
 - afgiftesystemen;
 - elektrisch koken;
 - verwijderen gasaansluiting.

Figuur Schematische weergave B3



aansluitleidingen gestapelde woning Joubertstraat

Figuur Schematische weergave A3



aansluitleidingen grondgebonden woningen

MT v.s. LT – bevindingen uit eerdere studie

Eerdere studie in jaren 30 wijk in Arnhem:

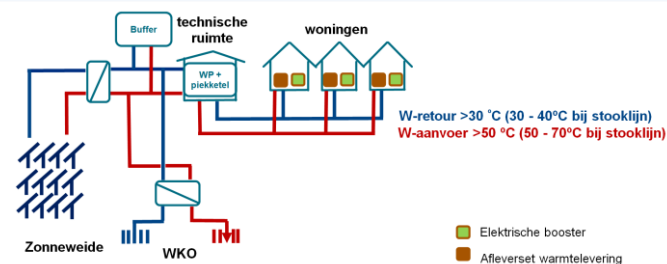
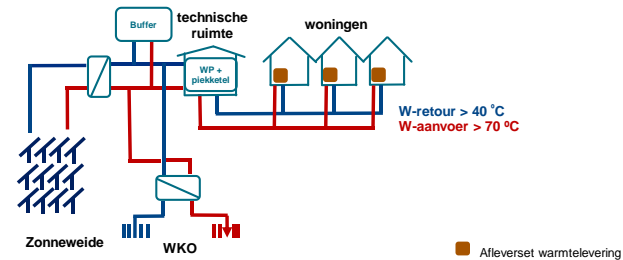
- gedetailleerde vergelijking tussen MT en LT warmtenet met WKO;
- kosten verduurzaming vastgoed voor MT en ZLT o.b.v. woningschouwen door Witteveen+Bos.

Bevindingen uit onderzoek

- systeemkosten van LT-warmtenet zijn 5 % lager dan MT-warmtenet;
- isolatiekosten LT-ready zijn factor 2-3 hoger dan MT-warmtenet;
- jaarlijkse kosten zijn gelijk.

Aanbeveling voor Kort Haarlem

- LT optie is niet interessant om verder uit te werken/ te onderzoeken, vanwege hoge initiële kosten t.b.v. aanpassingen in de woning.



Kosten bewoner eenmalig	70 °C concept	50 °C concept
Onrendabele top per woning	€ 24.800	€ 22.400
Isolatie (gemiddelde o.b.v. 4 woningen)	€ 3.000 - 4.000	€ 9.000 - 13.000
Vervijderen gasaansluiting	€ 700	€ 700
Totaal eenmalige kosten	€ 28.500 - 29.500	€ 32.100 - 36.100
Kosten bewoner jaarlijks		
Vastrecht	€ 470	€ 470
Meettarief	€ 30	€ 30
Huur aflersset	€ 130	€ 130
Warmtelevering (bij gemiddeld verbruik)	€ 1.200	€ 980
Variabel tapwater (elektra E-booster)	nvt	€ 240
Totaal jaarlijkse kosten	€ 1.830	€ 1.850

Beschouwde systeemconfiguraties

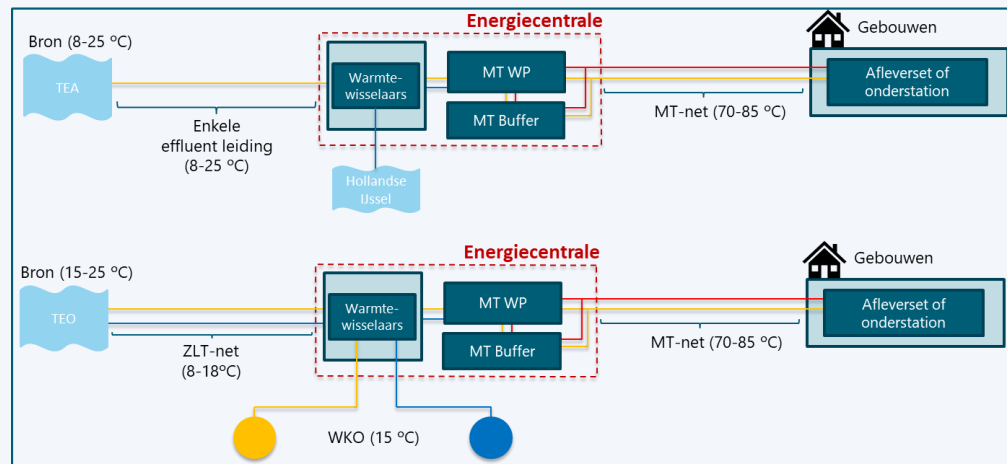
MT warmtenet

- MT warmtenet voor warmte (70/40 °C);
- centrale grootschalige buffer;
- TEO of TEA als warmtebron voor de warmtepomp;
- TEO als regeneratievoorziening van de WKO;
- centraal bivalent opweksysteem (**vermogen**):
 1. W/W warmtepomp basislast (**60 %**);
 2. Buffer als piekvoorziening (**40 %**).

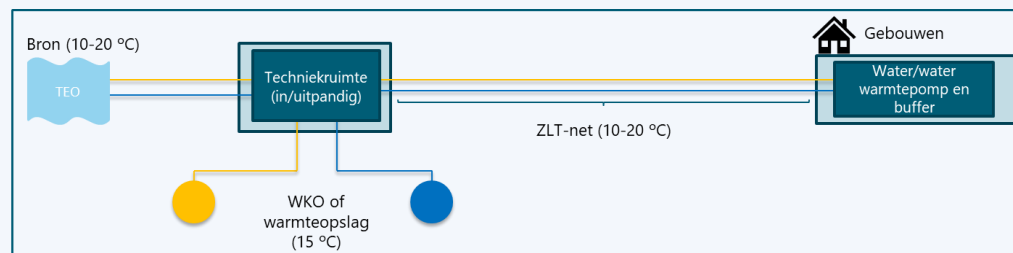
ZLT warmtenet

- ZLT net voor warmte en koude (15/10 °C);
- buffervat per gebouw;
- TEO of TEA als warmtebron voor de warmtepomp;
- TEO als regeneratievoorziening van de WKO;
- monovalent opweksysteem per gebouw (**vermogen**):
 1. W/W warmtepomp (**100 %**);
 2. Buffer voor tapwater.

MT warmtenet met 1) TEO en WKO of 2) TEA



ZLT warmtenet met TEO en WKO



Systemedimensionering (1/2)

Uitgangspunten

Bij de systemedimensionering zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- aangesloten panden:	100 %	aanname
- gelijktijdigheid vermogensvraag woningen:	40 % (ruimteverwarming), 5 % (tapwater)	praktijkmetingen door HVC
- gelijktijdigheid vermogensvraag utiliteit:	70 %	Ennatuurlijk
- gelijktijdigheid individuele warmtepompen:	80 %	Stedin, Hoogdalem
- vermogensverlies MT warmtenet:	5 %	berekening W+B
- warmteverlies MT warmtenet:	25 %	praktijkmetingen, rapport Saxion
- warmteverlies ZLT warmtenet:	5 %	inschatting o.b.v. praktijkmetingen
- aandeel water/water warmtepomp MT warmtenet (TEO/TEA):	60 % (piekvermogen) 99 % (warmtevraag)	overgenomen van DWA
- aandeel grootschalige buffer MT warmtenet (TEO/TEA):	40 % (piekvermogen) 1 % (warmtevraag)	overgenomen van DWA
- aandeel individuele water/water ZLT warmtepomp (TEO/TEA):	100 % (piekvermogen), 100 % (warmtevraag)	uitgangspunt: monovalent systeem
- aandeel individuele lucht/water warmtepomp:	100 % (piekvermogen), 100 % (warmtevraag)	uitgangspunt: monovalent systeem

Systemedimensionering (2/2)

Uitgangspunten

Bij de systemedimensionering zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd

- SCOP W/W warmtepomp (MT-TEO)	4,0	W+B, berekening, zie excel
- SCOP W/W warmtepomp (MT-TEA)	3,7	W+B, berekening, zie excel
- SCOP buffer op 90 °C (MT-TEO/TEA)	3,2	W+B, berekening, zie excel
- SCOP W/W warmtepomp (ZLT)	4,1	W+B, berekening, zie excel
- SCOP L/W individuele warmtepomp	3,0	HVA
- SPF WKO ; TEO ; TEA ; distributienet	15 ; 25 ; 30 ; 75	W+B/DWA

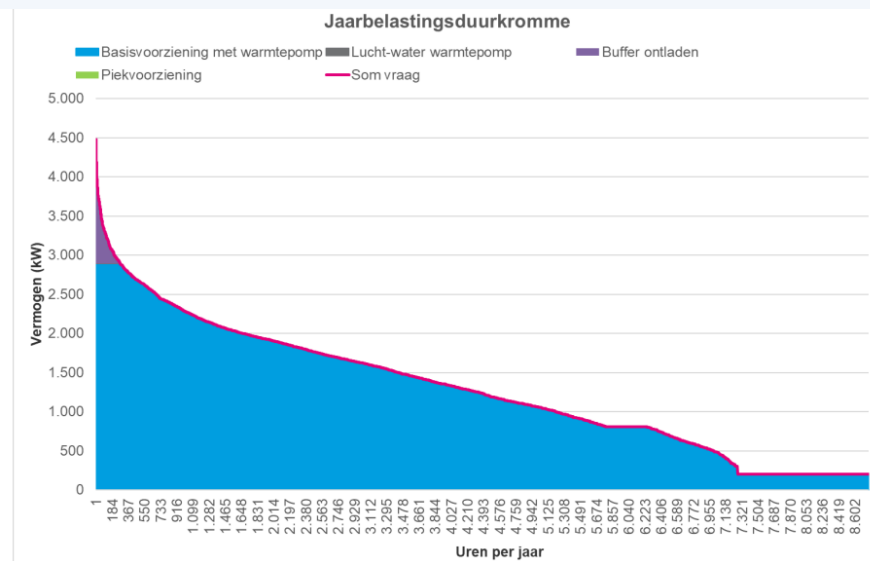
Verder te detailleren:

- **dijkdoorkruising TEO/TEA:** de leiding tracés voor TEO en TEA tussen de energiecentrale en de Hollandse IJssel zijn nu grof ingetekend. De kosten van dit tracé zijn nog gebaseerd op een ingegraven leiding. Deze kosten moeten in fase 2 verder worden aangescherpt in samenspraak met het waterschap;
- **warmtebuffer als piek en middenlast:** DWA heeft met een modelmatige analyse een onderbouwing gegeven dat een grote warmtebuffer in de midden- en pieklast (~40 % pieklast) van de warmtevraag kan voorzien. De dimensionering van de warmtepomp (60 % pieklast) en buffer (40 % pieklast) die hier uit volgt is 1 op 1 overgenomen om de vergelijking met DWA gelijk te houden. In fase 2 zal deze configuratie nader worden beschouwd;
- **back-up voorziening:** de systemen/kosten voor een back-up voorziening zijn in de kostenraming nog niet meegenomen.

Systemdimensionering (3/3)

Dimensionering basislast en pieklast o.b.v. DWA

- de dimensionering van de warmtepomp en buffer is 1 op 1 overgenomen van DWA;
- de afbeelding laat de dimensionering van de warmtebuffer en warmtepomp en invulling van de warmtevraag met deze twee installaties duidelijk zien.



Bron: DWA, 23 feb 2023, Projectdefinitie Warmtenet Krugerlaan

Technische haalbaarheid TEO

Technische potentie TEO:

- er is voldoende vermogen om de WKO te regenereren;
- door getijdewerking is er voldoende verversing waardoor thermische interferentie beperkt blijft;
- de rivier doorvoer hangt samen met de getijdewerking;
- de getijdewerking is bij doottij 0,9 m³/s en gemiddeld 1,1 m³/s.

Uitgangspunten bij potentie bepaling

- technische potentie: $dT = 6^{\circ}C$.
- vermogensvraag regeneratie WKO:
 - vermogen: 3.700 kW_{th}, Debiet: 530 m³/h ~ 0,15 m³/s.

Aandachtspunten in eventuele vervolg uitwerking

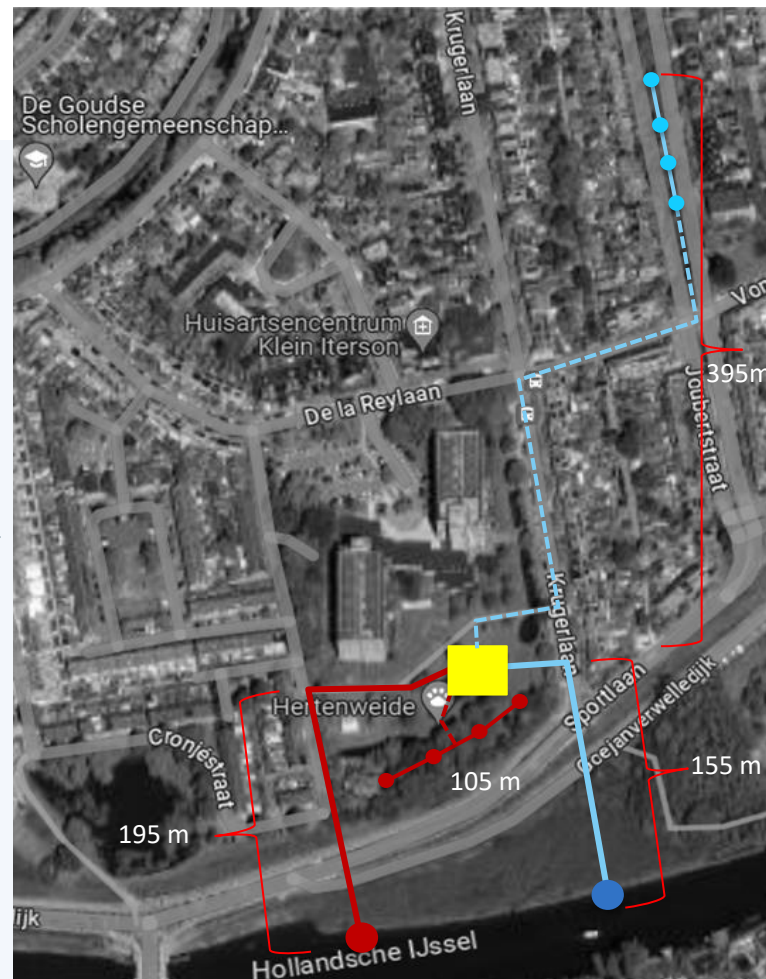
- debiet van TEO installatie is meer dan 10 % van de rivierdoorvoer daardoor is, conform het [beoordelingskader koude lozing](#), een maatwerkbeoordeling ecologische effecten nodig;
- vervolgstap is afstemming met RWS over resultaten en maatwerkbeoordeling.

	Doottij	Gemiddeld getij
ebperiode [uur]	8,75	8,75
vloedperiode [uur]	3,75	3,75
<hr/>		
breedte [m]	40	40
getijslag [m]	1,6	2
lengte [m]	625	625
getijvolume [m ³] <i>(getijslag x breedte x afstand tot Waaiersluis)</i>	40.000	50.000
getijgemiddelde verversing [m ³ /s] <i>(getijvolume / getijperiode)</i>	0,9	1,1
<hr/>		
debiet TEO [m ³ /s]	0,15	0,15
debiet TEO t.o.v. getijerversing	17 %	14 %
temperatuurverschil (dT) [oC]	6	6
temperatuurafname oppervlakte water [oC] <i>(debiet TEO / getijgemiddelde verversing x temperatuurverschil TEO)</i>	- 1,0	- 0,8

Technische inpassing TEO + WKO

Aandachtspunten voor verdere uitwerking

- locaties WKO overgenomen van KWA studie;
- locatie en tracé warmte- en koudelozing nog te bepalen;
- inpassing (leidingwerk naar) WKO door bomen bij Joubertstraat;
- inpassing TEO in- en uitlaatpunten is een aandachtspunt in relatie tot de dijkdoorkruising.
- Niet-toelaatbare beïnvloeding WKO Hanepraij is een risico



Technische haalbaarheid TEA – potentie

Technische potentie TEA:

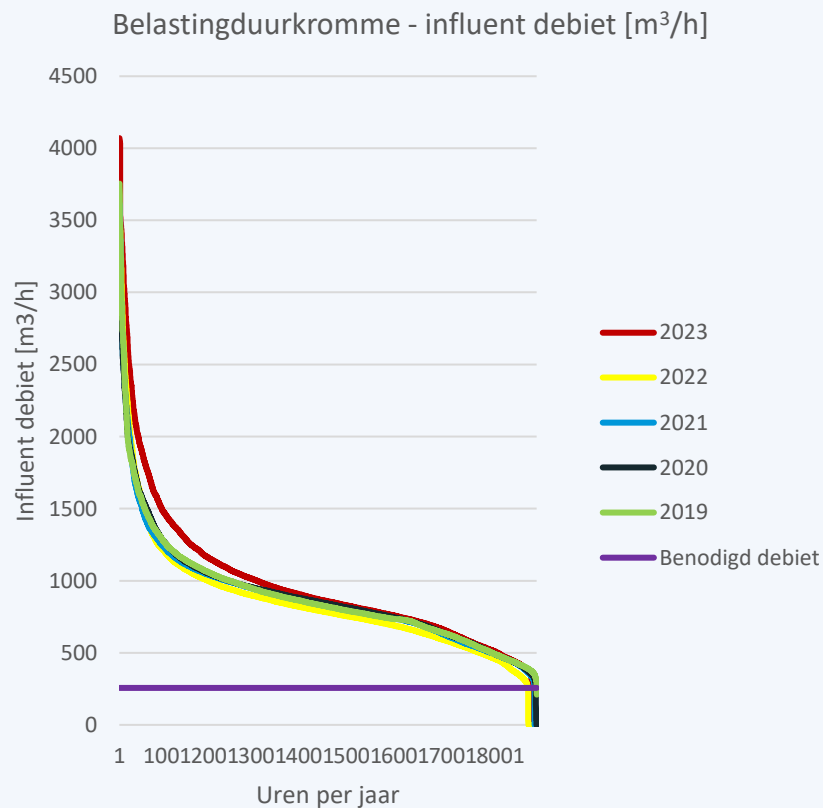
- de RWZI heeft voldoende capaciteit om in de vermogensvraag van het projectgebied te voorzien. Er is dus geen WKO nodig.

Uitgangspunten bij potentie bepaling

- technische potentie: $dT = 5^{\circ}C$
- bronzijdige vermogensvraag warmtepomp:
 - vermogen: 1.800 kW_{th} (60 % pieklast), debiet: 260 m³/h.

Aandachtspunten in eventuele vervolg uitwerking

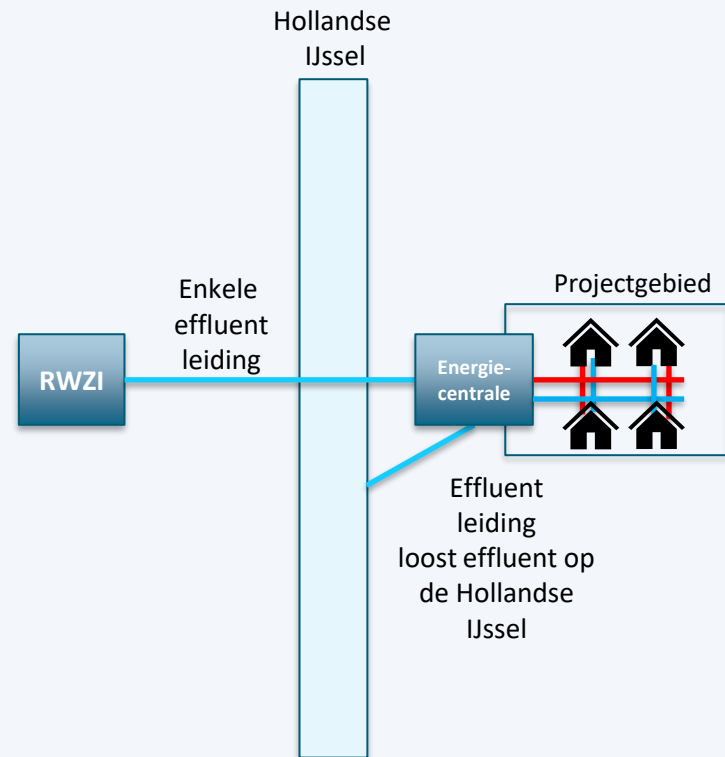
- >97 % v.d. tijd voldoende debiet (klein aandachtspunt in verder ontwerp);
- effluent neemt komende jaren naar verwachting toe;
- RWZI gaat gerenoveerd worden: dit is van invloed op ontwerp/uitkoppeling.



Technische haalbaarheid TEA – tracé bepaling

- **Systeemconfiguratie TEA**
 - energiecentrale ter hoogte van het projectgebied;
 - enkele effluentleiding tussen RWZI en energiecentrale:
 - reden: beperken van kosten, want lang tracé met boringen;
 - effluentlozing ter hoogte van projectgebied in de Hollandse IJssel.

- **Zoekcriteria voor kruising van de Hollandse IJssel**
 - geen gestuurde boring onder percelen/panden;
 - ruimte bij startpunt voor inleiden mantelbuis;
 - ruimte bij eindpunt voor opstellingen (1.000 m²);
 - voldoende verticale afstand tot dijklichamen;
 - horizontale afstand begin/eindpunt boring onder 'Hollandse IJssel': 450 m;
 - afstand tot dijk: circa 125 m.



Technische haalbaarheid TEA – tracé bepaling

Kansen in de omgeving

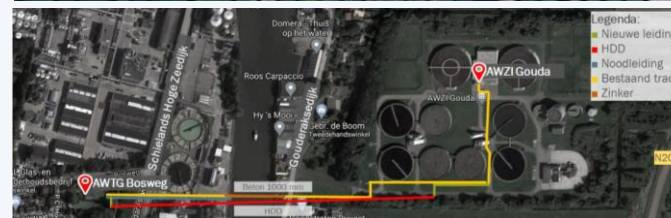
- ter hoogte van de RWZI worden nieuwe leidingen aangelegd onder de Hollandse IJssel. Dit biedt mogelijk een koppelkans;
- om die reden is het tracé over west in beschouwing genomen.

Twee potentiële tracés

Op basis van uitgangspunten en koppelkansen (zie volgende slides) zijn twee potentiële tracés beschouwd:

- tracé over west (niet kansrijk);
- tracé over oost (niet ideaal, maar nog het meest haalbaar).

Indicatie van potentiële tracés



Bestaande en nieuwe leidingen bij RWZI

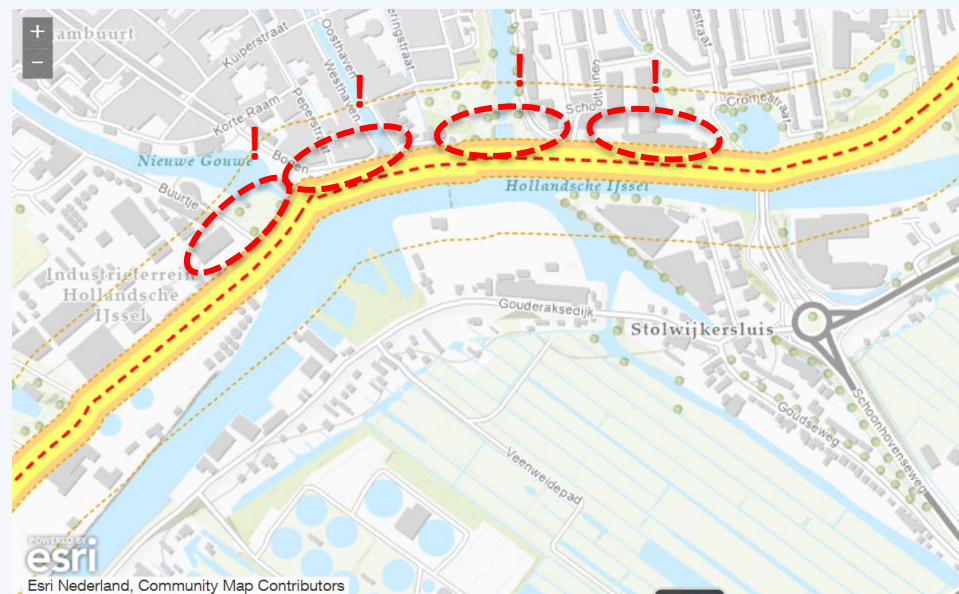
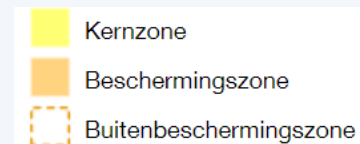
TEA - tracé over west

3 uitdagingen:

1. binnen de beschermingszone van de primaire waterkering kan geen leiding worden aangelegd;
2. t.o.v. de beschermingszone moet een afstand van ~10 meter worden aangehouden i.v.m. kratervorming bij een lekkage aan de leiding;
3. het tracé kruist meerdere waterwegen en passeert verschillende gebouwen die de inpassing verder bemoeilijken.

Conclusie:

- tracé over west is zeer onaantrekkelijk en moeilijk maakbaar.



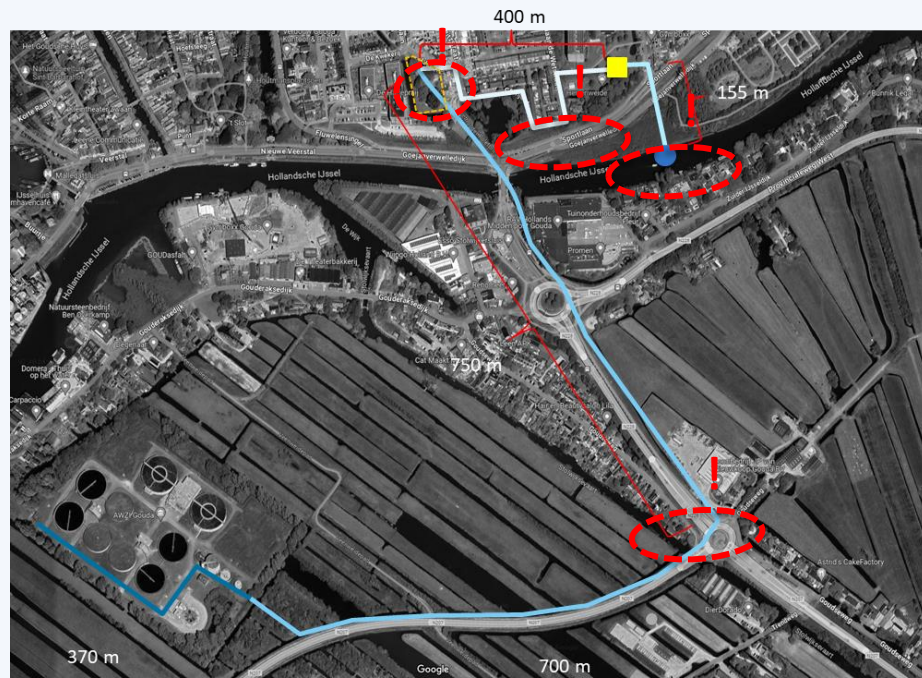
TEA – tracé over oost

Tracé over oost: niet ideaal, maar nog het meest maakbaar

- geen kruising met percelen bij tracé tussen N228 en RAV Hollands Midden Post Gouda;
- gestuurde boring beste alternatief voor gehele tracé aan de zuidzijde van Hollandse IJssel i.v.m. zachte/natte bodem.

Aandachtspunten bij verdere uitwerking

- kruising van de N228 d.m.v. gestuurde boring;
- impact van grondzettingen;
- impact op omgeving:
 - praktische uitvoering bij inleiden buizen;
 - conflicten met andere buizen/leidingen?
 - impact op speeltuin bij IJssellaan;
 - leiding langs primaire waterkering;
 - lozing van effluentwater en benodigde leiding.



Kosten schilisolatie

Bevinding:

- van veel woningen is de isolatiestaat onbekend. Een beter beeld van de huidige staat van isolatie per woning is het vervolg dus relevant!

Uitgangspunten voor kosten schilisolatie voor TCO analyse

- kosten voor MT ready: schilsprong van **label E** naar **label D**;
- kosten voor ZLT ready: schilsprong van **label E** naar **label B**;
- gestapelde woningen: o.b.v. 62 m² GBO per woning;
- grondgebonden woningen: o.b.v. gem. 145 m² GBO per woning;
o.b.v. gemiddelde van de 4 woningtypes.

Isolatiekosten	E-D (avg)		E-B (avg)	
Grondgebonden	€	5.200	€	24.400
Gestapeld	€	3.200	€	12.100
prijsspeil oktober 2019, kosten o.b.v. arcadis				
index '19-->'24		1,25		

Bronnen voor kosten kentallen

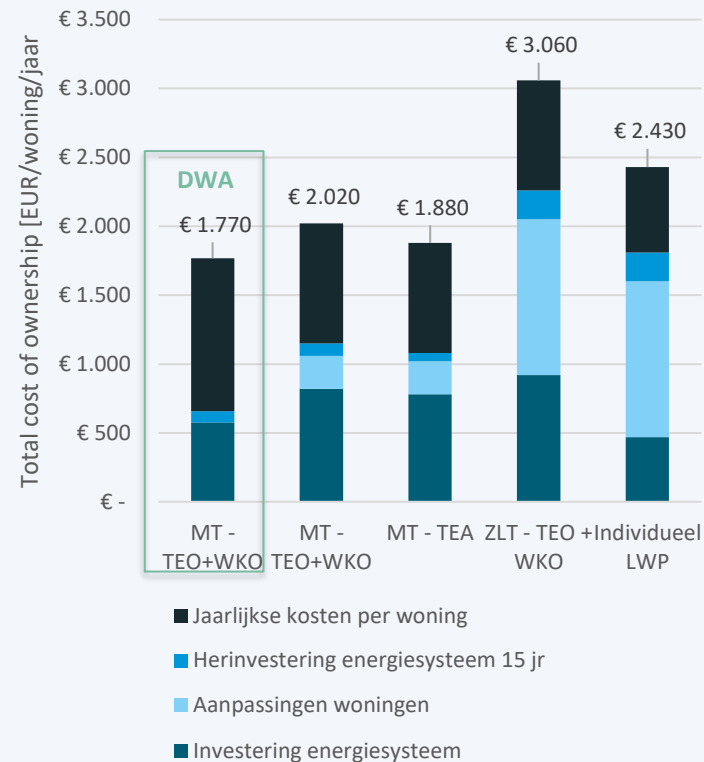
- kosten isolatie o.b.v. [kentallen vesta-mais 5.0](#) + 25 % indexatie o.b.v. regressieanalyse door TNO met kentallen uit 2019);
- kosten afgifte o.b.v. [kosten kentallen RVO](#) (paneelradiatoren met convector T=35-55);
- kosten ventilatie: o.b.v. [kosten kentallen RVO](#) (decentrale mechanische ventilatie (C2) i.p.v. natuurlijke ventilatie.

Resultaat financiële doorrekening

Uitgangspunten TCO

- periode: 30 jaar
- discontovoet: 5,5 %
- indexatie kosten: 2 %
- isolatiekosten: o.b.v. grondgebondenwoning met label E
- gemiddelde kosten per weq o.b.v. 712 woningen en 60 weq utiliteit
- niet binnen beschouwing: financieringslasten

TCO van energiesystemen Kort Haarlem



Resultaat financiële doorrekening

CAPEX/OPEX voor het totale energiesysteem

Let op: de ramingen dienen vooral ter onderlinge vergelijking. De kosten hebben een onzekerheidsmarge van +/- 50 %

Kosten - totale energiesysteem		DWA	Witteveen+Bos				Eenheid
		MT - TEO+WKO	MT - TEO+WKO	MT - TEA	ZLT - TEO + WKO	Individueel LWP	
CAPEX	Investeringskosten	€ 12.285.000	€ 18.886.000	€ 18.144.000	€ 21.372.000	€ 10.975.000	EUR
	Herinvestering 15 jaar	€ 2.899.000	€ 3.621.000	€ 2.500.000	€ 8.207.000	€ 5.487.000	EUR
OPEX	Jaarlijkse onderhoudskosten	€ 293.000	€ 260.000	€ 212.000	€ 409.000	€ 219.000	EUR/jaar
	Energiekosten	€ 995.000	€ 701.000	€ 635.000	€ 560.000	€ 562.000	EUR/jaar
	Netbeheerkosten	€ -	€ 127.000	€ 121.000	€ 31.000	€ 17.000	EUR/jaar
	Totale jaarlijkse kosten	€ 1.288.000	€ 1.088.000	€ 968.000	€ 1.000.000	€ 798.000	EUR/jaar

CAPEX/OPEX per woningequivalent

Kosten - grondgebonden woningen		DWA	Witteveen+Bos				Eenheid
		MT - TEO+WKO	MT - TEO+WKO	MT - TEA	ZLT - TEO + WKO	Individueel LWP	
	Aantal weq	710	772	772	772	772	woningequivalenten
CAPEX	Investering energiesysteem	€ 17.300	€ 24.500	€ 23.500	€ 27.700	€ 14.200	EUR
	Aanpassingen woningen		€ 7.200	€ 7.200	€ 33.800	€ 33.800	EUR
	- Isolatiekosten (o.b.v. GGW)		€ 5.200	€ 5.200	€ 24.400	€ 24.400	EUR
	- Mechanische ventilatie		€ -	€ -	€ 2.100	€ 2.100	EUR
	- LT convectoren				€ 5.300	€ 5.300	EUR
	- Elektrisch koken		€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	EUR
	Herinvestering energiesysteem 15 jr	€ 4.100	€ 4.700	€ 3.200	€ 10.600	€ 10.600	EUR
OPEX	Jaarlijkse kosten per woning	€ 1.800	€ 1.400	€ 1.300	€ 1.300	€ 1.000	EUR/jaar
TCO	CAPEX+OPEX over 30 jaar verdisconteerd	€ 1.770	€ 2.020	€ 1.890	€ 3.070	€ 2.430	EUR/jaar

Resultaat financiële doorrekening

CAPEX overzicht per scenario

Onderdeel warmtesysteem	MT TEO+WKO	MT - TEA	ZLT - TEO+WKO	Individuele LWP
Energiecentrale	€ 2.490.000	€ 2.290.000	€ 1.800.000	
Warmtepompen*	€ 600.000	€ 600.000	€ 7.760.000	€ 10.970.000
Warmtebuffer	€ 700.000	€ 700.000		
WKO	€ 1.870.000		€ 1.750.000	
TEO	€ 750.000		€ 480.000	
TEA		€ 1.200.000		
Leidingwerk warmtebronnen	€ 280.000	€ 1.240.000	€ 460.000	
Distributienet	€ 2.000.000	€ 2.000.000	€ 1.800.000	
Aansluitleidingen en afleversets	€ 4.930.000	€ 4.930.000	€ 3.060.000	
Totaal	€ 13.620.000	€ 12.960.000	€ 17.110.000	€ 10.970.000
Inclusief opslag	€ 18.890.000	€ 18.140.000	€ 21.370.000	€ 10.970.000

*bij de individuele lucht warmtepompen zijn de kosten van een buffervat opgenomen in de warmtepomp kosten

Resultaat financiële doorrekening – MT warmtenet + TEO/WKO

Voor elk van de energiesystemen zijn de kosten van de systeemcomponenten berekend. Hier een voorbeeld van het MT warmtenet +TEO/WKO

Onderdelen	Investeringskosten				Herinvesteringskost en 15 jaar	Jaarlijkse onderhouds- kosten
- basislast WKO-warmtepomp	2.487	kW	240 €/kW	€ 596.917	70% € 417.842	4,0% € 23.877
- pieklast met buffervat	1.000	m3	700 €/m3	€ 700.000	0% € -	0,5% € 3.500
- WKO	530	m3/h	2.400 €/m3/h	€ 1.271.409	30% € 381.423	2,5% € 31.785
	5	#	120.000 €/#	€ 600.000	30% € 180.000	2,5% € 15.000
- WKO leidingwerk	500	m	360 €/m	€ 180.000	5% € 9.000	0,5% € 900
- TEO	3.687	kW	204 €/kW	€ 752.165	30% € 225.650	4,0% € 30.087
- TEO leidingwerk	350	m	280 €/m	€ 98.000	5% € 4.900	0,5% € 490
- distributienet	3.665	m	547 €/m	€ 2.004.755	5% € 100.238	0,5% € 10.024
- aansluiten woningen (GGW)	466	#	8.500 €/won	€ 3.961.000	5% € 198.050	0,5% € 19.805
- aansluiten flat (Jouberstraat)	26	#	6.500 €/won	€ 169.000	5% € 8.450	0,5% € 845
- aansluiten flat (Woonpartners)	220	#	3.000 €/won	€ 660.000	5% € 33.000	0,5% € 3.300
- aansluiten grote utiliteit	60	WEQ	2.300 €/WEQ	€ 138.000	5% € 6.900	0,5% € 690
- energiecentrale	4.145	kW	600 €/kW	€ 2.487.156	30% € 746.147	1,0% € 24.872
Totaal				€ 13.618.403	€ 2.311.599	€ 165.174
Opslag leidingwerk	82%			€ 1.871.859	€ 237.175	€ 21.257
Opslag installaties	53%			€ 3.396.053	€ 1.071.851	€ 73.803
Opslag aansluitleidingen	0%			€ 0		
Totaal				€ 18.886.315	€ 3.620.625	€ 260.234

Kostenraming - opslagen

- de investeringskosten zijn bepaald aan de hand van de SSK raming methodiek;
- er zijn twee opslagen gehanteerd: 1) voor ondergronds leidingwerk en 2) voor installaties.

SSK raming - opslagpercentages - leidingwerk			
post	Opslag over	Percentage	t.o.v. benoe
Benoemde directe bouwkosten	subtotaal	0%	1,000
Nader te detailleren kosten	benoemde dir. Bouwkost	20%	0,200
Directe bouwkosten	subtotaal		1,200
Indirecte bouwkosten		30%	0,360
Enmalige kosten	directe bouwkosten	1%	
Algemene bouwplaatskosten	directe bouwkosten	5%	
Uitvoeringskosten	directe bouwkosten	12%	
Algemene kosten	directe bouwkosten	7%	
Winst	directe bouwkosten	2%	
Risico	directe bouwkosten	3%	
Voorziene bouwkosten	subtotaal		1,560
niet benoemd objectrisico	voorzien bouwkosten	10%	0,156
Bouwkosten	subtotaal		1,716
Engineering	voorzien bouwkosten	5%	0,078
niet benoemd engineering risic	engineering	10%	0,008
Overige kosten (verzekeringen en	voorzien bouwkosten	1%	0,016
niet benoemde overige kosten	Overige kosten	1%	0,00016
Totaal investeringskosten (excl. BT	subtotaal		1,820

SSK raming - opslagpercentages - installaties			
post	Opslag over	Percentage	t.o.v. benoe
Benoemde directe bouwkosten	subtotaal	0%	1,000
Nader te detailleren kosten	benoemde dir. Bouwkost	10%	0,100
Directe bouwkosten	subtotaal		1,100
Indirecte bouwkosten		23%	0,253
Enmalige kosten	directe bouwkosten	1%	
Algemene bouwplaatskosten	directe bouwkosten	1%	
Uitvoeringskosten	directe bouwkosten	8%	
Algemene kosten	directe bouwkosten	8%	
Winst	directe bouwkosten	3%	
Risico	directe bouwkosten	2%	
Voorziene bouwkosten	subtotaal		1,353
niet benoemd objectrisico	voorzien bouwkosten	10%	0,135
Bouwkosten	subtotaal		1,488
Engineering	voorzien bouwkosten	2%	0,027
niet benoemd engineering risic	engineering	10%	0,003
Overige kosten (verzekeringen en	voorzien bouwkosten	1%	0,014
niet benoemde overige kosten	Overige kosten	1%	0,00014
Totaal investeringskosten (excl. BT	subtotaal		1,530

Reflectie op financiële doorrekening – verschillen DWA en W+B

Verschillen

- de voornaamste verschillen worden verklaard door de kosten voor aansluitleidingen en staartkosten;
- per saldo vallen de totale kosten voor de collectieve warmtesysteem hierdoor hoger uit, maar de conclusies door DWA blijven overeind.

Verschillen kostenraming MT-WKO/TEO

	DWA	W+B	Effect
- kosten aansluitleidingen + afleversets	EUR 2.500,--	EUR 3.000,-- t/m EUR 8.500,--	zeer groot
- lagere staartkosten	30 %	52-84 %	zeer groot
- geen leidingwerk WKO/TEO installatie	EUR 0,--	EUR 460.000,--	groot
- elektriciteitskosten	0,22 EUR/kWh	0,17 EUR/kWh	middel
- netbeheerkosten:	0,- EUR/jaar	124.000 EUR/jaar	middel

Reflectie op financiële doorrekening

Uitkomsten op hoofdlijnen

- kosteninschatting van DWA valt lager uit, maar de conclusie blijft overeind:
 1. een MT warmtenet heeft inderdaad de laagste kosten (o.b.v. TCO);
 2. een ZLT warmtenet is het duurste systeem en door de hoge isolatie/systeemkosten niet concurrerend met een MT-warmtenet in Kort Haarlem;
- TEA is, ondanks de lange gestuurde boringen, goedkoper dan een WKO met TEO;
- wel spelen er bij zowel TEA als TEO veel onzekerheden:
 1. de kosten voor de lange gestuurde boringen voor aanleg van de effluent leiding kennen nog een hoge onzekerheid;
 2. de kosten voor de dijkdoorvoer van de TEA effluent leiding en TEO-installatie zijn nog niet in detail meegenomen en kennen daarom nog een hoge onzekerheid.

Reflectie op koudelevering bij MT warmtenet

MT warmtenet

- een MT warmtenet leent zich niet voor koudelevering;
- voor koudelevering zou een parallel ZLT netwerk moeten worden aangelegd en de afgiftesystemen in elke woning geschikt moeten worden gemaakt voor koudelevering:
 - de investeringskosten voor een ZLT-distributienet bedragen circa EUR 3,2 MEUR (4.200 EUR/weq);
 - de investeringskosten voor het vervangen van radiatoren voor LT convectoren bedragen circa EUR 5.300,--.

Conclusie over koudelevering bij MT warmtenet

- collectieve koude levering met een ZLT+MT warmtenet is te kostbaar (EUR 9.500,- per woning) en daarom niet wenselijk.

Aandachtspunt bij MT warmtenet zonder koudelevering

- het risico bij een MT warmtenet zonder koudelevering is dat bewoners die aircó's bezitten deze ook gaan inzetten als hybride warmtepomp, waardoor de opbrengsten uit verkoop van warmte voor het warmtebedrijf teruglopen.

Reflectie op koudelevering bij ZLT warmtenet

Analyse kosten/baten koude levering

- een ZLT warmtenet en de afgiftesystemen lenen zich goed voor koudelevering;
- koudelevering verkleint de benodigde TEO capaciteit en elektriciteitsvraag, omdat de regeneratiebehoefte van de WKO iets afneemt:
 - de investeringskosten voor de TEO installatie vallen EUR 85.000,- lager uit bij een koudevraag per woning van 3,5 GJ/jr*;
 - de elektriciteitskosten vallen EUR 6.000,- per jaar lager uit.

Conclusie over koudelevering bij ZLT

- koudelevering is een voordeel van een ZLT warmtenet;
- inzet van koudelevering heeft een energetisch/kosten voordeel, maar de besparing weegt niet op tegen het grote verschil in TCO tussen een MT warmtenet en ZLT warmtenet.

*Uit een onderzoek in Apeldoorn door Witteveen+Bos blijkt de koudevraag (o.b.v. een GTO berekening) in het meest ongunstige geval circa 3,5 GJ per woning per jaar te bedragen.

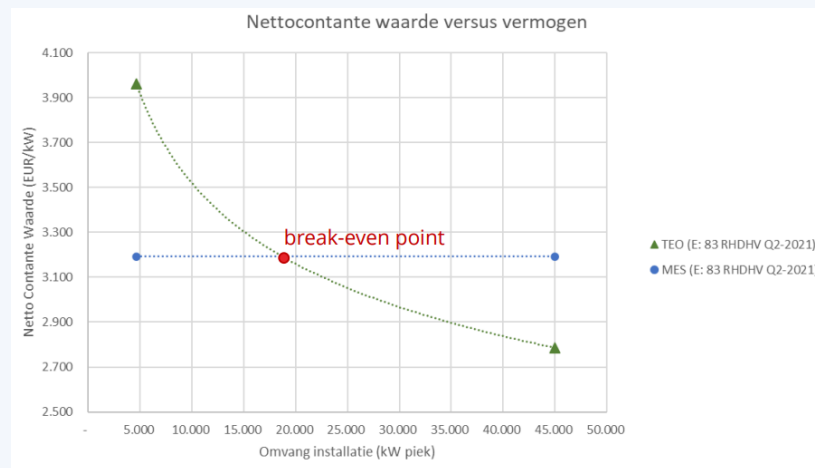
Conclusies en advies (1/2)

- Een MT warmtenet heeft een significant lagere Total Cost of Ownership (TCO) dan een ZLT warmtenet
- Een MT warmtenet o.b.v. TEA of o.b.v. TEO met WKO hebben vergelijkbare TCO
- Een LT warmtenet en individuele warmtepompen lijken een hogere TCO te hebben (m.n. door hogere isolatiekosten), maar liggen ook in dezelfde orde grootte als de gemiddelde isolatiekosten per woning lager uitvallen
- Onzekerheden bij TEA liggen in het tracé, gezien het grote aantal kruisingen. Kosten kunnen aanzienlijk hoger worden bij nadere uitwerking
- Onzekerheid bij TEO is vergunningverlening t.b.v. koudelozing. Expert opinion van onze adviseur loopt nog
- Gezien de financiële risico's voor TEA lijkt TEO/WKO aantrekkelijker

Conclusies en advies (2/2)

Advies

- Verifieer, in samenspraak met RWS, de vergunbaarheid van koudelozing op Hollandse IJssel met maatwerktoets
- Voer een effectenstudie uit naar beïnvloeding WKO Hanepraij
- Werk (na deze verificatie/studie) TEO/WKO verder uit in fase 2 (Verkenning)
- Overweeg als extra optie een collectieve luchtwarmtepomp (zie hiernaast)
 - Potentieel lagere kosten dan TEO/WKO
 - Let op geluid



Bron: Qirion, 2022, TEO versus collectieve luchtwarmtepomp (MES): een quick-scan voor ingewijden, [link](#)



Technisch financiële analyse

Kort Haarlem

19-07-2024