

inenergie •

Managementrapportage

Haalbaarheid

Energie uit oppervlaktewater

Heeg

oktober 2019

- Definitief -

• samen duurzaam ondernemen

Met een heldere visie
op de toekomst zijn
oplossingen
eenvoudig

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Aanpak	5
3. Analyse energieverbruik Heeg	9
4. Algemene stappen naar aardgasvrij wonen	17
5. Duurzame warmtevoorziening varianten	23
6. Energie neutrale warmte	45
7. Haalbaarheid bewoner	47
8. Gevoeligheid	51
9. Conclusie en aanbeveling	54
Begrippenlijst	58

1. Inleiding

Vanuit de noordelijke provincies, waterschappen en Rijkwaterstaat is onderzoek gedaan naar de kansen voor energie uit oppervlaktewater. Eén van die kansen is thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Uit een eerste globale haalbaarheidsstudie voor TEO voor Heeg blijkt dat tegen een relatieve lage aansluitbijdrage per woning TEO rendabel kan worden uitgevoerd.

Het dorp Heeg heeft de ambitie om in 2025 energieneutraal te zijn. TEO in combinatie met een warmtenet draagt bij aan deze ambitie en leidt tot een gasvrij Heeg. De Energiecoöperatie Duurzaam Heeg heeft de kansen voor TEO aan het dorp gepresenteerd. De aanwezige bewoners waren positief en hebben goedgekeurd om in een verdiepingsslag energie uit het Hegemer Mar verder te laten uitwerken.

Inmiddels heeft de projectgroep “Warm Heeg”, bestaande uit de coöperatie Duurzaam Heeg, Wetterskip, de Provincie en de gemeente, besloten de globale haalbaarheid verder uit te werken. Aan de ene kant betekent deze verdiepingsslag een detaillering op de huidige indicatieve business case en aan de andere kant een communicatie- en participatieslag met de bewoners van Heeg.

De verdiepingsslag van de business case is uitgevoerd om antwoord te krijgen op de volgende vragen:

1. Klopt de indicatieve haalbaarheid? Hierbij is gekeken naar de detaillering en uitwerking ten aanzien van het technisch concept, investeringen en jaarlijkse kosten.
2. Welke oplossing met betrekking tot de technische concepten, is het meest optimaal ten aanzien van de afstand van afnemers tot het, individueel of collectief systeem en is er behoefte aan koude-levering?
3. Zijn alle kosten meegenomen? Niet alleen de kosten voor de opwekking, maar zijn ook de kosten voor de aanpassingen in de woningen meegenomen om een compleet beeld te krijgen? Hierbij wordt uitgegaan van algemene kosten die bij woningen kunnen worden verwacht. De kosten gelden niet voor individuele woningen. Elk huis is verschillend en leidt ook tot individueel verschillende kosten in de woning.
4. Wat is nodig om een volledige duurzame warmte (en eventueel) koude voorziening in Heeg te krijgen, waarbij hulpenergie lokaal duurzaam wordt opgewekt?
5. Hoeveel bewoners zijn minimaal nodig om tot een haalbaar project te komen?

2. Aanpak

Om een integrale business case op te stellen zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Inventarisatie energievraag (zie hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4)
2. Mogelijke TEO-concepten uitwerken (zie hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5)
3. Raming van investeringen en jaarlijkse kosten en opbrengsten (zie hoofdstuk 5)
4. Business case opstellen (zie hoofdstuk 5)
5. Onderzoek wat er nodig is om energieneutrale warmte te verkrijgen (Hoofdstuk 6)
6. De BC opstellen voor een doorsnee bewoner (Hoofdstuk 7)
7. Gevoelighedsanalyse toepassen (Hoofdstuk 8)
8. Bevindingen samenvatten in conclusie en aanbevelingen (Hoofdstuk 9)

Deze stappen worden hieronder nader toegelicht.

1. Inventarisatie

Voor de analyse is het type, het bouwjaar, het jaarlijks gasverbruik, de mate van isolatie en de wijze van warmteopwekking en koken van de woningen in Heeg in beeld gebracht. Deze informatie is op de volgende wijze verzameld:

- Door middel van beschikbare openbare data met betrekking tot gasgegevens van de gebouwen, label informatie en GIS¹/ BAG gegevens is inzicht verkregen in het gasverbruik, de woningtypen, de grootte en het isolatieniveau van de woningen in Heeg.
- Door middel van een eenvoudige vragenlijst is het huidige energiegebruik, huidige wijze van warmteopwekking, mate van isolatie en behoefte aan koeling van de bewoners van Heeg achterhaald. Via de energiecoöperatie Duurzaam Heeg is er een selectieve groep gevraagd om de enquête in te vullen. De resultaten van de enquête (uiteindelijk hebben 40 mensen hierop gereageerd) zijn vergeleken met beschikbare openbare data.

Op basis van de inventarisatie is de warmtevraag voor ruimteverwarming en warmtapwater voor Heeg vastgesteld en op kaart gevisualiseerd. Ook zijn op deze manier de gegevens van de meest voorkomende type woningen (6) vastgesteld.

2. Mogelijke TEO-concepten uitwerken

Na vaststelling van de huidige energievraag is geanalyseerd in welke mate de woningen geschikt moeten worden gemaakt voor TEO. Realistische maatregelen op woning/ gebouw niveau zijn bepaald ten aanzien van:

- Vraag reducerende maatregelen: Voor verschillende typen woningen is een isolatiepakket samengesteld en een offerte opgevraagd.
- Maatregelen om de aanvoertemperatuur in de woning te verlagen: De gebruikelijke aanvoertemperatuur voor verwarming vanuit een gasgestookte woning is 90 °C bij een ontwerp buitentemperatuur van -10 °C. Er is nagegaan in hoeverre deze aanvoertemperatuur kan

¹ GIS is geografische informatie systemen
BAG basisregistratie en gebouwen

worden verlaagd na isolatie en/ of door middel van een stooklijn bij een hogere buitentemperatuur.

- Overige maatregelen om tot een aardgasvrij Heeg te komen: alternatieven voor koken op gas.
- De mate van koelvraag in de woningen. Door warmere zomers kan er een vraag naar koeling ontstaan.

Met het doorvoeren van het pakket van energie reducerende maatregelen per type woning is bepaald wat de nieuwe energievraag per woning en van volledig Heeg wordt.

Thermische **energie** uit oppervlaktewater (TEO) varianten:

Nadat de nieuwe energievraag is bepaald zijn de TEO varianten uitgewerkt. TEO bestaat uit een aantal basiscomponenten, waar weer een aantal varianten in mogelijk is. Om de meest optimale variant voor Heeg te kunnen bepalen zijn de volgende varianten beschouwd:

1. Collectief TEO: energie wordt centraal opgewekt. Zomers wordt energie uit oppervlaktewater onttrokken (TEO) en opgeslagen in de bodem (WKO). 's Winters, wanneer vraag in de wijk ontstaat, wordt energie uit de WKO onttrokken en gevoed aan een centraal opgestelde warmtepompinstallatie (WP) die warmte op het temperatuur niveau brengt waar in de wijk behoefte bestaat. Door middel van een warmtenet worden een groot deel van de woningen gevoed vanuit de centraal opgestelde collectieve installaties.
2. Collectief-unit TEO: meerdere kleinschalige collectieve TEO-systemen leveren energie aan wijken in Heeg.
3. Individuele TEO: de installatie om thermische energie uit oppervlakte water te onttrekken wordt samen met een bodemenergiesysteem centraal geplaatst. Warmtepompinstallaties worden echter individueel bij de woningen opgesteld. Door middel van een Zeer Laag Temperatuur warmtenet (ook wel bronnet) genoemd worden de individuele warmtepompen met de centrale WKO verbonden.

In de bepaling van de meest optimale variant is het volgende meegenomen:

- De levering van ruimteverwarming, warm tapwaterbereiding (rekening houdend met legionella) en (eventueel) koeling
- Andere aspecten: ruimtebeslag (in openbaar gebied of in de woning) ten behoeve van de opstelling van de warmtepompinstallatie. In overleg met de projectgroep zijn mogelijke locaties in Heeg besproken.
- De leidingroutes: de routing van de leidingen (een aanvoer en retour) door Heeg en de temperatuurniveaus van het water in de leidingen (70-40 °C); gekoeld waterleidingen of bronleidingen (12- 17 °C)
- De leveringsgrenzen tussen opwekking van energie en levering in de woning
- De elektrische voeding (centraal of extra benodigd vermogen in de woning)
- De geschiktheid van de ondergrond voor de toepassing van energieopslag is door middel van openbare kaarten bepaald
- In- en uitlaat TEO: afstand tussen in- en uitlaat zonder dat er kortsluiting optreedt.

Op basis van de (gereduceerde) energievraag van Heeg is per TEO-variant het volgende bepaald:

- a. Benodigde opgestelde thermische energievermogens
- b. Jaarlijkse warmte-/koudelevering (indien noodzakelijk)

- c. Onttrekking van warmte uit oppervlaktewater en afstand tussen de inlaat- en uitlaatleiding
- d. Een locatie op de kaart van de benodigde technische ruimtes, locaties van de bronnen, routing van de leidingen, in-en uitlaatleidingen
- e. De elektriciteitsbehoefte (benodigde capaciteit en jaarlijkse behoefte).

Een uitgangspunt is dat de warmte volledig energieneutraal wordt opgewekt. De elektriciteit voor de voeding van de pompen en warmtepompinstallaties dient hierbij volledig duurzaam lokaal te worden opgewekt. Er is nagegaan wat er nog nodig is aan zonnepanelen om deze elektriciteit te verduurzamen (zie hoofdstuk 6).

3. Detaillering investeringen, jaarlijkse kosten en opbrengsten

De investeringen en jaarlijkse kosten zijn inzichtelijk gemaakt, hierbij is rekening gehouden met de verschillende betrokken partijen

1. Investerings op woningniveau: Per type woning zijn de volgende kosten bepaald:
 - a. Het isolatiepakket: investeringen zijn opgevraagd bij een isolatiebedrijf
 - b. Aanpassing van afgiftesystemen indien nodig
 - c. Koken op elektriciteit.
2. Investerings van de 'nul-situatie' en TEO-varianten:
 - a. Huidige gasketelsituatie-'nul'-situatie: TEO is vergeleken met de huidige situatie. In de huidige situatie moeten gasketels op een gegeven moment worden vervangen. De kosten hiervoor zijn bepaald
 - b. Collectieve/ individuele warmtepompen/ bronnensysteem/ TR/ regelsystemen: investeringen zijn gebaseerd op prijzen van leveranciers en aanwezige prijzen binnen Inenergie
 - c. Leidingen: leidinglengtes en diameters worden berekend op basis van het gevraagd thermisch vermogen. Op basis van de routing wordt vastgesteld waar leidingen komen te liggen. Afhankelijk van de temperatuurniveaus is een keuze voor leidingmateriaal en isolatie gemaakt en zijn bijbehorende investeringsraming bepaald.
3. Jaarlijkse kosten en opbrengsten
Per energievariant (inclusief 'nul'-situatie) is het volgende bepaald:
 - a. De jaarlijkse gas- en elektriciteitskosten
 - b. De onderhoud- en beheerkosten
 - c. De mogelijke herinvesteringen in de tijd
 - d. De mogelijke subsidies (reguliere) zoals SDE+, EIA

4. Business case TEO

Door de investeringen en jaarlijkse kosten voor TEO af te zetten tegen de huidige warmtekosten is de haalbaarheid bepaald. In een meerjarenprognose is de invloed van de volgende criteria in de business case bepaald:

1. Prijsontwikkelingen (gas (in de referentie)/ elektriciteit/ vaste kosten). De verwachting is dat de gasprijs sterker stijgt dan de elektriciteitsprijs. Door het besluit van de centrale overheid om gas uit te faseren worden is de verwachting dat de energiebelasting in de komende jaren sterker stijgt. In vergelijking met de gasprijs van 2018 met de prijs van 2019 is dit al zichtbaar. Deze

ontwikkeling heeft een gunstig effect op de TEO varianten. Wat het effect is, is in de business case zichtbaar gemaakt.

2. Disconteringsvoeten/ WACC: in het model zijn rendementen gehanteerd die vereist worden als investeringen bancair worden gefinancierd
3. De invloed van het aantal aansluitingen en de warmte-afzet op een TEO-installatie.
4. De mate van isolatie: Een hoge mate van isolatie leidt tot een kleine warmtevraag, maar vergt ook een hoge investering. Tevens hoeft minder warmte vanuit TEO te worden afgezet. Vanuit de BC kan een optimale verhouding tussen de mate van isolatie en TEO worden bepaald.
5. Fasering van de aansluitingen over de tijd/ bepalen van het kantelpunt: Wat is de minimale benodigde afname (basis aansluitingen) om tot een haalbare TEO business case te komen? Vanuit de TEO-installatie kan volledig Heeg worden aangesloten. Dit zal echter niet van de een op de andere dag worden gerealiseerd. Hoeveel aansluitingen zijn minimaal nodig (bij een bepaalde warmteafname en ligging ten opzichte van elkaar) waarbij TEO nog haalbaar is? Zijn er wellicht centrale TEO-componenten waarvan de investeringen kunnen worden uitgesteld en mee kunnen lopen met de fasering van het aantal aansluitingen. Of kun je beter een grotere TEO centrale opknippen in meerdere TEO-units?

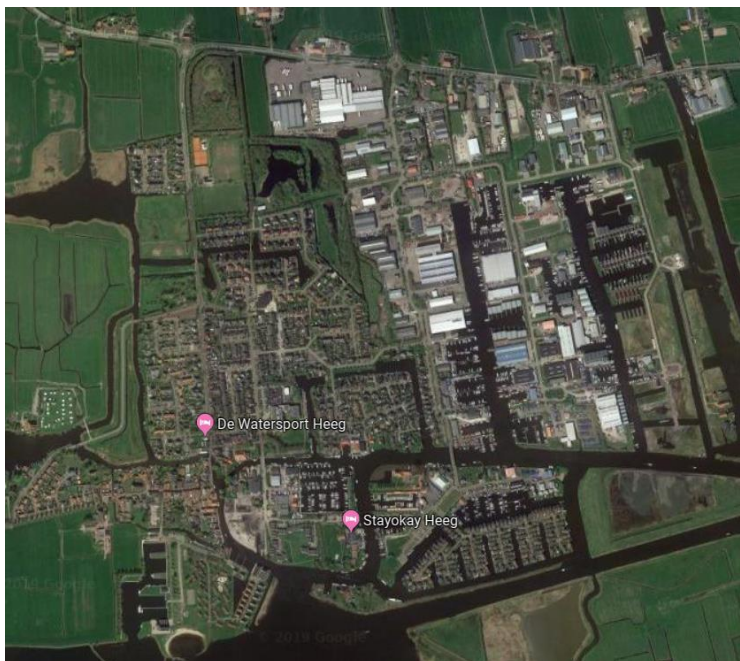
Per TEO-concept is de invloed van bovenstaande criteria in de business case in kaart gebracht. Dit is gedaan vanuit het oogpunt van het project en vanuit het oogpunt van de bewoners. In een gevoeligheidsanalyse is in kaart gebracht wat de consequenties zijn als bepaalde situaties optreden.

3. Analyse energieverbruik Heeg

In dit hoofdstuk zijn het bouwjaar, oppervlak, jaarlijks gasverbruik van de woningen in Heeg in beeld gebracht om tot een onderverdeling van woningen te komen.

3.1. Beschrijving Heeg

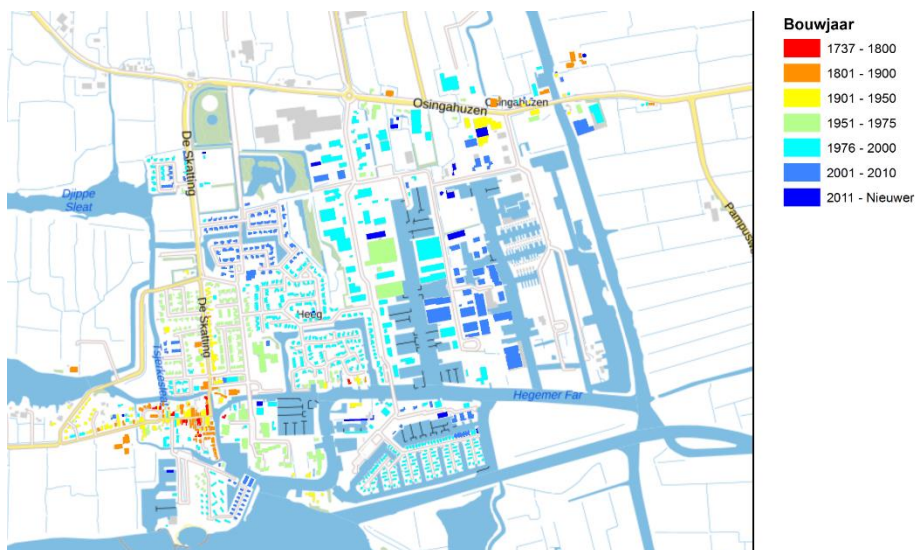
Heeg is een dorp met 2185 inwoners (2018), gelegen in Friesland. Het dorp valt onder de gemeente Súdwest-Fryslân en bevat ongeveer 1000 woningen waarvan een deel onbewoond is, zoals vakantiewoningen. Heeg heeft een oud centrum met veel vrijstaande en 2-onder-1 kap woningen van voor 1950. Buiten deze kern zijn nieuwe wijken gebouwd met woningen uit de jaren '60 en '70. Hier zitten ook een aantal rijtjeswoningen tussen. Aan de buitenkant van de noord- en oostzijde bevinden zich woningen die na 1976 gebouwd zijn.



Figuur 1: Satellietfoto Heeg

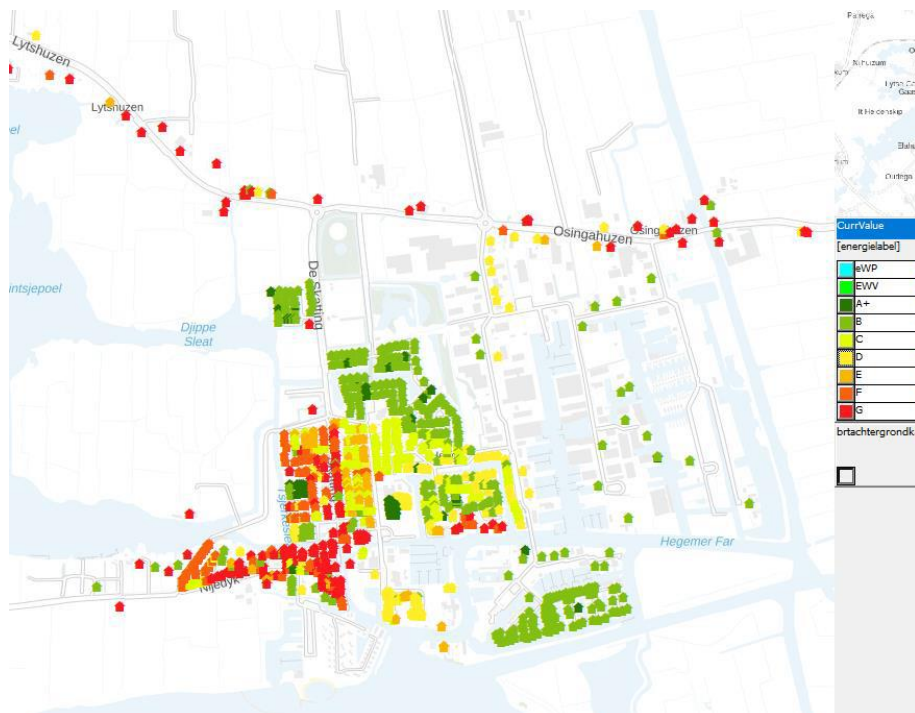
3.2. Analyse openbare data Heeg

CBS, PBL, RVO en Liander hebben openbare data beschikbaar gesteld waarmee een analyse is uitgevoerd met betrekking tot Heeg.



Figuur 3: Bouwjaren panden in Heeg

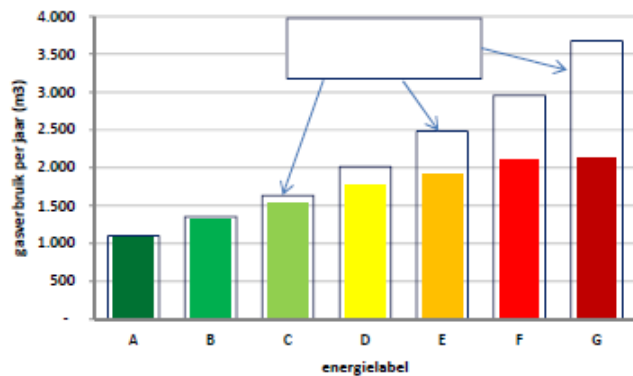
Zichtbaar in figuur 3 is het hoge aantal woningen van voor 1950 in Oud Heeg. In figuur 4 staan de energielabels van de woningen in Heeg weergegeven. Als figuur 4 wordt vergeleken met figuur 3 is zichtbaar dat het bouwjaar min of meer correspondeert met het energielabel.



Figuur 4: Energielabels voor verwarming voor woningen in Heeg⁴

⁴ PBL, Vesta Mais Model, 2019

In figuur 5 staat het gasverbruik weergegeven van woningen in Nederland met hetzelfde oppervlak maar een ander energielabel. Zichtbaar is dat een hoog verbruik correspondeert met een F- of G-label.



Figuur 5: Gasverbruik behorend bij verschillende energie labels maar een gelijk woonoppervlak⁵

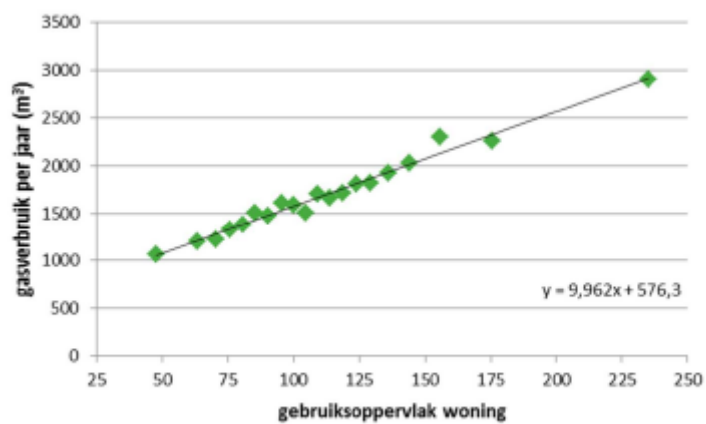
Een ander woningkenmerk dat van invloed is op het gasverbruik is het gebruiksoppervlak. Het oppervlak van de woningen verschilt erg in Heeg. Er zijn een aantal twee-onder-een-kapwoningen en rijtjeswoningen met een gebruiksoppervlak lager dan 100 m². Dit is zichtbaar in figuur 6.



Figuur 6: Gebruiksoppervlak panden in Heeg

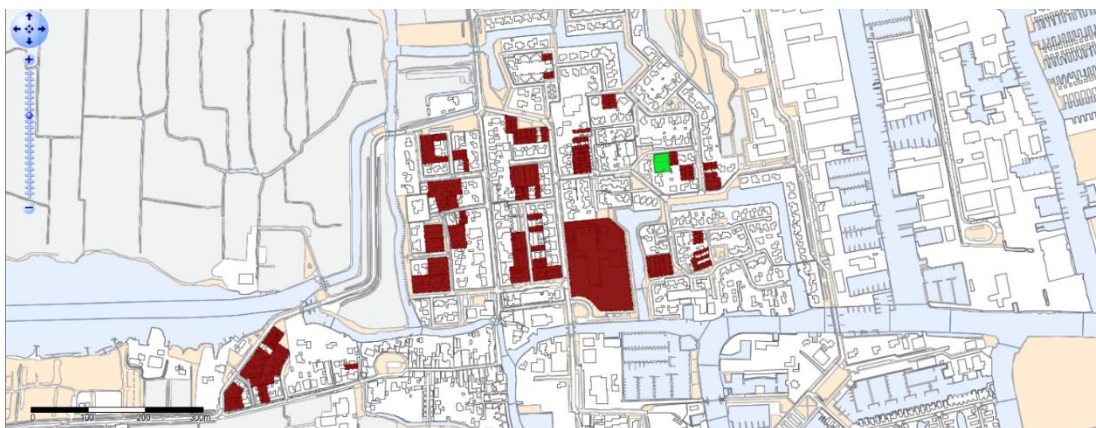
In figuur 7 staat het gemiddelde gasverbruik weergegeven van woningen in Nederland ten opzichte van het gebruiksoppervlak. Het verband is nagenoeg lineair.

⁵ ECN, Energiebesparing: Een samenspel tussen woning en bewoner, 2013



Figuur 7: Gebruiksoppervlak van de woning en standaard gasverbruik per jaar⁶

De panden van wooncorporatie Elkien staan in figuur 8 weergegeven. Bij een warmtenet is het een optie (een groot deel van) deze woningen eerst collectief aan te sluiten.



Figuur 8: Panden van Elkien

Sommige woningen van Elkien zijn onlangs verbeterd. Het gemiddelde gasverbruik van de woningen van Elkien is ongeveer 1000 m³ per jaar.

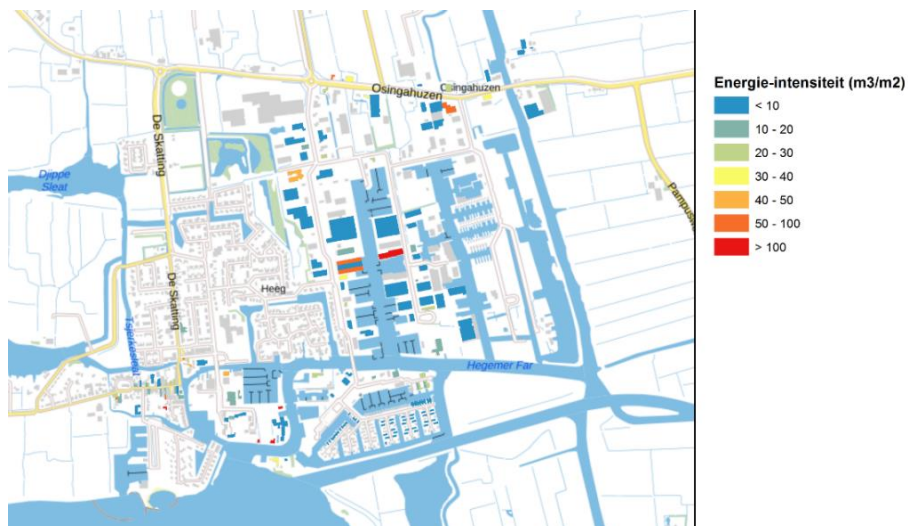
⁶ ECN, Energiebesparing: Een samenspel tussen woning en bewoner, 2013

Alle panden met een niet woonfunctie staan weergegeven in figuur 8. Hierin is te zien dat een deel van de panden nabij het water is bestemd voor industrie, kantoren, winkels en recreatie.



Figuur 9: Panden in Heeg met niet-woonfunctie

Als warmtebedrijf is het is niet rendabel warmte te gaan leveren aan de bedrijven in Heeg, aangezien het verbruik van de bedrijven relatief laag is (zie figuur 10). In Heeg is weinig industrie, wel veel opslagloodsen. Deze loodsen kenmerken zich door een beperkte warmtevraag en een grote onderlinge afstand. Voor het warmtebedrijf betekent dat een lage warmte afzet en hoge investeringen in een warmtedistributienet om de bedrijven aan te kunnen sluiten. In verband moet bovengenoemde argumenten zijn de bedrijven verder buiten beschouwing gehouden.

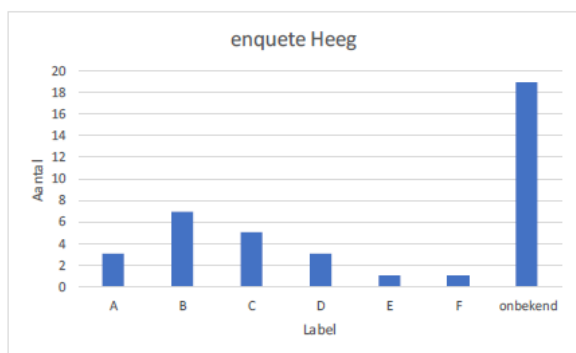


Figuur 10: Energie-intensiteit bedrijven Heeg

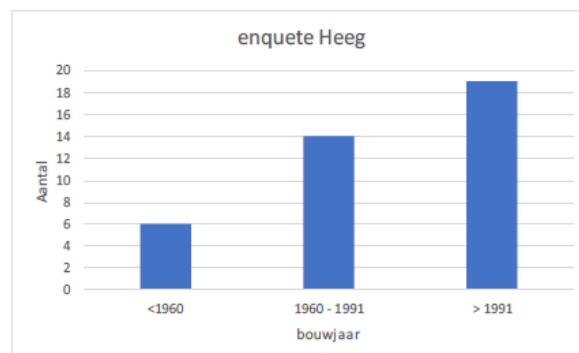
3.3. Enquêtes Heeg

In Heeg zijn bewoners geënquêteerd met betrekking tot de huidige energievraag. Met behulp van de resultaten van deze enquête zijn de gegevens van de vorige paragraaf getoetst. In totaal zijn er 40 vragenlijsten ingevuld. De respondenten bewonen vooral vrijstaande en twee-onder-een-kapwoningen met gasgestookte ketels. Enkele personen hebben een warmtepomp en/ of een houtketel. Het gemiddelde bouwjaar van de woningen van de respondenten is 1970 met een gebruikersoppervlak van 167 m². Het gemiddelde gasverbruik van de respondenten is 1.650 m³ per jaar (iets lager dan gemiddeld voor Heeg). Ongeveer 20% heeft een lage temperatuur verwarming tot 45°C en ongeveer 35% valt in de categorie verwarming tot 70°C. Het gemiddeld aantal bewoners per woning is 2,6. Veel bewoners weten zelf niet wat het energielabel is van hun woning.

Uit de enquête komt naar voren dat er al veel basismaatregelen om de energievraag te reduceren genomen lijken te zijn. Zo wordt het gebruik van dubbelglas vaak genoemd en af en toe ook spouwmuur- en dakisolatie. Er is verder weinig intentie om verder te isoleren, hoewel de respondenten bewust omgaan met hun energieverbruik. Circa 33% van de mensen heeft interesse in koeling, maar dit is erg afhankelijk van de aangeboden prijs.



Figuur 11 Labels woningen uit enquête Heeg



Figuur 12 Bouwjaren woningen uit enquête

3.4. Typering woningen

Op basis van het voorgaande zijn er zes typen woningen opgesteld om de warmtecase door te rekenen. De categorieën zijn onderverdeeld op basis van het bouwjaar (energielabel) en oppervlakte aangezien deze twee kenmerken de grootste indicatie geven van het energieverbruik⁷. Elk type woning heeft een andere warmtebehoefte. Deze warmtebehoefte is geëxtrapoleerd uit studies van AgentschapNL⁷ en ECN⁸. De geïndiceerde huidige gemiddelde warmtebehoefte is iets hoger dan de werkelijke data van Liander. Een mogelijke verklaring is dat bewoners van slecht geïsoleerde huizen door ander stookgedrag doorgaans minder gas verbruiken dan berekend op basis van de woningkenmerken⁷.

De haalbaarheid is uitgewerkt met gemiddelde gegevens van typische woningen in Heeg en niet met de werkelijke situatie van individuele huishoudens. Het zou kunnen zijn dat een deel van de bewoners al een isolatieslag heeft gemaakt, zodat de situatie voor de individuele woning afwijkt van het gemiddelde.

⁷ AgentschapNL, Voorbeeldwoningen 2011 bestaande bouw, 2011

⁸ ECN, Energiebesparing: Een samenspel tussen woning en bewoner, 2013.

Tabel 2: Typering woningen Heeg met indicatie energievraag voor verwarming en tapwater⁹

Type Nr	Omschrijving	Aantal	Huidig verbruik indicatie per woning m3/jaar
1	Voor 1960 en >=100m2	69	3.825
2	Voor 1960 en <100m2	97	2.930
3	1960-1991 en >=100m2	189	2.020
4	1960-1991 en <100m2	175	1.575
5	1991-Nu en >=100m2	251	1.200
6	1991-Nu en <100m2	83	980
	Totaal	864	1.589.040
	Gemiddeld		1,840



Figuur 13: Voorbeelden van type woningen overeenkomstig tabel 2

⁹ AgentschapNL, Voorbeeldwoningen 2011 bestaande bouw, 2011

4. Algemene stappen naar aardgasvrij wonen

Verduurzaming en het aardgasvrij maken van het bestaande dorp Heeg is een forse ingreep. Woningen hebben momenteel vaak gasgestookte ketels. Deze gasketels produceren hoog temperatuur (HT) warmte waarop afgiftesystemen in de woningen, zoals radiatoren, zijn ontworpen. Door de slechte schil hebben deze woningen een relatief hoge energievraag. Enige energiebesparing heeft bij bestaande bouw in de loop van de tijd wel plaatsgevonden, zoals dubbel glas en een hr-ketel, maar er is nog veel te winnen.

Een bestaande woning dient aan de gebouwszijde te worden aangepast, zodat deze zo goed mogelijk op een TEO kan worden aangesloten. Als de gasaansluiting bij de woning wordt verwijderd, dient de bewoner ook over te schakelen op elektrisch koken. De stappen naar aardgasvrij energiezuinig wonen zijn als volgt :

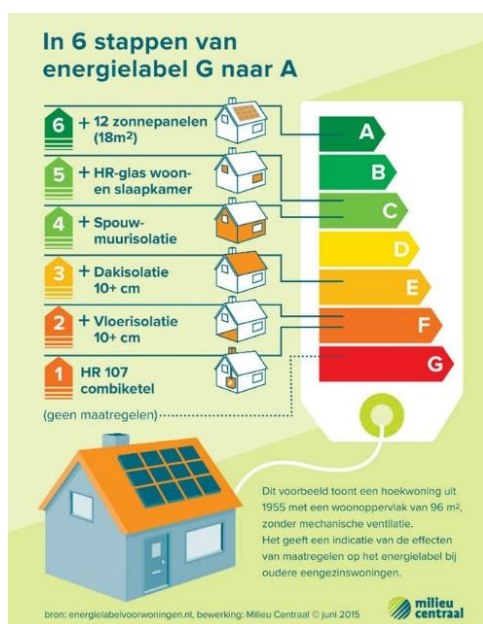
1. Reduceren van de energievraag
2. Zorgen voor het aardgasloos maken van de woning
3. Zorgen voor een efficiënte warmtevoorziening (zie H5).

In dit hoofdstuk is dit stapsgewijs voor de wijk toegepast en zijn de financiële consequenties voor de bewoner bepaald.

4.1. Energie besparende maatregelen

Door de schil te isoleren kan de energievraag van woningen met een label F met 32% worden gereduceerd¹⁰. Het gaat hierbij om de gevels, vloeren en daken van de woningen. Daarnaast wordt het glas van de ramen verbeterd naar HR++. Door deze maatregelen wordt een labelsprong gemaakt van label E naar label B (zie figuur 13).

¹⁰ CE Delft, Vereffenen kosten Warmtetransitie, 2018



Figuur 14: Labelverbetering woning¹¹

Sommige woningen in Heeg hebben waarschijnlijk al een labelsprong gemaakt.

Tabel 3: Besparing op de warmtevraag voor ruimteverwarming van woningen per schilstep¹²

Schil	A+ ¹³	A	B	C	D	E	F	G
Huidig G	73%	45%	34%	28%	18%	10%	3%	0%
Huidig F	69%	43%	32%	26%	15%	7%	0%	-
Huidig E	62%	39%	27%	20%	8%	0%	-	-
Huidig D	54%	34%	20%	13%	0%	-	-	-
Huidig C	43%	24%	8%	0%	-	-	-	-
Huidig B	33%	17%	0%	-	-	-	-	-
Huidig A	23%	0%	-	-	-	-	-	-
Huidig A+	0%	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4: Investeringskosten in €/m² GVO voor isolatiemaatregelen van grondgebonden woningen¹³

Schil	A+	A	B	C	D	E	F	G
Huidig G	303	170	140	123	96	66	33	0
Huidig F	277	166	128	106	72	35	0	-
Huidig E	232	147	107	85	49	0	-	-
Huidig D	198	122	76	49	0	-	-	-
Huidig C	218	185	69	0	-	-	-	-
Huidig B	82	70	0	-	-	-	-	-
Huidig A	31	0	-	-	-	-	-	-
Huidig A+	0	-	-	-	-	-	-	-

Sommige woningen in Heeg beschikken al over Label B of zelfs al Label A. Er moet per woning worden nagegaan welke maatregelen exact nodig zijn. Volgens tabel 4 zal een woning met 120 m²

¹¹ Milieucentraal, 2016

¹² CE Delft, Vereffenen kosten Warmtetransitie, 2018

¹³ CE Delft, Vereffenen kosten Warmtetransitie, 2018

GVO die een labelsprong gaat maken van F naar B ongeveer €15.360 kwijt zijn aan isolatiemaatregelen.

Bij een isolatiebedrijf uit Wapserveen zijn offertes opgevraagd om na te gaan wat het voordeel is als vanaf 100 woningen het isoleren gezamenlijk wordt aangepakt. Een gezamenlijke aanpak leidt tot een kostenreductie van 10 – 15 % in vergelijking met de getallen in tabel 4.

In onderstaande tabel 5 is voor elk type woning aangegeven welke mate van isolatie noodzakelijk is om tot label B te komen. Er is gekozen om te isoleren tot een label B niveau. Hierdoor ontstaat een overcapaciteit van de bestaande radiatoren, waardoor het mogelijk wordt om woningen comfortabel te verwarmen met warmte op een Midden Temperatuur (MT) (zie ook 4.2).

Tabel 5: Besparing op gasverbruik na isolatie naar label B voor verschillende type woningen

NR	Woning Type	aantal	ongeïsoleerd	isoleren naar label B	
			per woning m3	investering isolatie	per woning m3
1	Voor 1960 en $\geq 100\text{m}^2$	69	3.826	€ 15.829	2.132
2	Voor 1960 en $< 100\text{m}^2$	97	2.931	€ 10.715	1.663
3	1960-1991 en $\geq 100\text{m}^2$	189	2.023	€ 11.243	1.372
4	1960-1991 en $< 100\text{m}^2$	175	1.573	€ 7.611	1.101
5	1991-Nu en $\geq 100\text{m}^2$	251	1.201	€ 0	1.201
6	1991-Nu en $< 100\text{m}^2$	83	980	€ 0	980
	Totaal	864	1.589.041	€ 5.589.283	1.143.161
	Gemiddeld		1.839	€ 6.469	1.323

Uit de tabel blijkt dat een groot deel van de woningen met een bouwjaar na 1991 al voldoende geïsoleerd is. Deze woningen hoeven niet extra te worden geïsoleerd.

Een energielabel kan worden verbeterd door een verbetering van energiebesparende maatregelen door isolatie of door opwekking van duurzame energie, bijvoorbeeld zonnepanelen. Zo is het mogelijk dat een tochtig huis met een zeer slechte schil toch een label B heeft, doordat er veel zonnepanelen zijn toegepast. Indien in deze rapportage gesproken wordt over verhogen van het label dan is dit een verhoging door isolatiemaatregelen in plaats van toepassing van duurzame energie opwekking. Betere isolatie leidt tot een reductie van de warmtevraag, wat tot gevolg heeft dat bestaande radiatoren te groot voor het warmte vermogen dat na isolatie nog gevraagd wordt. Het laatste leidt ertoe dat met dezelfde afgiftesystemen de woningen bij lage buitentemperaturen met warmte op een midden temperatuurniveau toch comfortabel warm kunnen worden gehouden.

4.2. Aardgasvrij

Door de gasaansluiting te verwijderen en te elektrificeren vindt er geen directe CO₂-uitstoot vanuit de woning plaats. Als de gebruikte stroom duurzaam is opgewekt zal het koken CO₂-vrij zijn. Hiervoor dienen de volgende maatregelen plaats te vinden:

- Weghalen van de bestaande ketel
- Weghalen van de gasaansluiting
- Extra aansluiting met warmteleidingen vanaf de meterkast bij de voordeur naar de locatie van de huidige gasketel. Uit de enquête blijkt dat de huidige ketels veelal op zolder of achter in het huis zijn gesitueerd.
- Weghalen van het gasfornuis en plaatsen van een elektrische kookplaat



Figuur 15: Aardgasloos: van koken met gas naar elektrisch koken

Duurzame bronnen hebben vaak een lagere aanvoertemperatuur dan de temperatuur vanuit een ketel. Om te zorgen dat laagtemperatuur (LT) warmte de woningen voldoende warm krijgt, dient het verwarmend oppervlak vergroot te worden. Bij voorkeur een vloerverwarming systeem. Bij nieuwbouw wordt dit al vaak toegepast. Bij bestaande bouw is dit echter ingrijpend. Doordat verbetering van de schil naar label B wordt toegepast kunnen de bestaande radiatoren behouden blijven als warmteafgiftesysteem. Het temperatuurniveau van deze warmte bestaat uit een midden-temperatuur (MT), een temperatuurniveau van 70-40 °C. Uit onderzoek van het consortium TKI, bestaande uit onder andere DNV GL, blijkt dat een 70/40 warmtenet mogelijk is voor zowel woningen met isolatielabel B als met label A¹⁴. De label verbeteringen die tot label B leiden zouden door isolatiemaatregelen toegepast dienen te worden en niet door zonnepanelen.¹⁵ In de praktijk zouden sommige woningen met label C of D ook op het 70/40 woning kunnen worden aangesloten, mogelijk met de bestaande afgifte systemen. Dit hangt onder meer af van de ligging en het type woning. Of 70 °C aanvoertemperatuur voldoende is voor de betreffende woning moet worden getest door op koude dagen de ketel aanvoertemperatuur te maximaliseren naar 70 °C en dan na te gaan of de woning toereikend wordt verwarmd.

De kosten van de eerder besproken maatregelen om van het gas te gaan worden in tabel 8 gepresenteerd.

¹⁴ TKI Winst Consortium, Slim van het gas af met lage temperatuur warmte in de bestaande bouw, 2018

¹⁵ Milieucentraal, Het Energielabel woningen en de transitie naar aardgasvrij wonen, 2019

Tabel 6: Overzicht van de kosten om tot aardgasloze woningen te komen

Van het gas los		
Incl. btw		
Koken van gas naar elektrisch (39 m ³ gas)	KWhe	211
Weghalen bestaande ketel		€ 450
Plaatsen laagtemperatuur radiatoren 90-70/ 70-40		€ 0
W-aansluiting van meterkast naar zolder		€ 1000
Weghalen gasaansluiting		€ 750
Weghalen gasfornuis en plaatsen elektrische kookplaat		€ 1400
Extra groep elektriciteit		€ 0
Totale investering 'van gas los'		€3600

Daarnaast zal het elektrisch koken extra elektraverbruik vergen. De meerkosten voor het elektrisch koken ten opzichte van koken op gas bedragen circa € 22,- per woning per jaar. Jaarlijks is voor elektrisch koken circa 211 kWh nodig. Eén zonnepaneel van 270 watt zal al meer stroom opwekken in een jaar (ca. 250 kWh) dan nodig is voor elektrisch koken.

4.3. Conclusie energie besparende maatregelen

Met betrekking tot de energiebesparende maatregelen kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De eerste stap om woningen gas vrij te krijgen is isoleren. Door te isoleren naar een isolatie niveau label B wordt de warmtevraag beperkt en kunnen bestaande afgiftesystemen, zoals radiatoren, de woning met warmte op een midden temperatuur (MT) niveau comfortabel verwarmen.
- De investering per woning om op isolatie niveau label B te komen is afhankelijk van het huidige isolatieniveau van de woning, het type woning en de keuze voor de isolatiemaatregelen. Een spouwmuurisolatie levert bij een vrijstaande woning veel energiebesparing op en is relatief goedkoop. Verdere isolatie van het huis door dubbel glas te vervangen voor HR++ glas levert relatief minder energiebesparing op en is duur.
- Om van label F, G tot label B te komen bedragen de kosten ongeveer 13.500 euro.
- Kosten om een woning gasvrij te maken, zoals verwijderen van de ketel, gasaansluiting en koken op elektriciteit bedraagt circa 3.600 euro.
- Vanuit de analyse van Heeg blijkt een groot deel van de woningen zich thermisch al op label B bevindt. In de verdere analyse wordt verondersteld dat deze woningen verder niet worden geïsoleerd.

Aanbeveling:

- Om te checken of bestaande woningen met warmte op een midden temperatuurniveau (MT) niveau voldoende kunnen worden verwarmd, wordt aangeraden om de aanvoertemperatuur van het verwarmingswater uit de gasgestookte ketel bij bestaande woningen voor de komende winter periode te verlagen. Dit kan getest worden bij woningen die nog niet geïsoleerd zijn en woningen die in de afgelopen jaren hun huis met betrekking tot hun isolatieniveau hebben verbeterd.

5. Duurzame warmtevoorziening varianten

Nadat de energiebesparende maatregelen zijn toegepast, zijn er verschillende TEO-varianten om een woning van duurzame warmte te voorzien. De volgende concepten zijn voor de wijk beschouwd:

1. Collectief TEO centraal: centraal wordt energie opgewekt en door middel van een uitgebreid warmtenet aan de woningen geleverd.
2. Collectief TEO units: meerdere kleinschalige collectieve TEO-systemen leveren energie aan wijken in Heeg.
3. Collectief TEO centraal en individuele WP: De warmtepompinstallaties kunnen individueel bij de woningen worden geplaatst.

Onderstaand worden de bovengenoemde varianten toegelicht en is de financiële haalbaarheid bepaald.

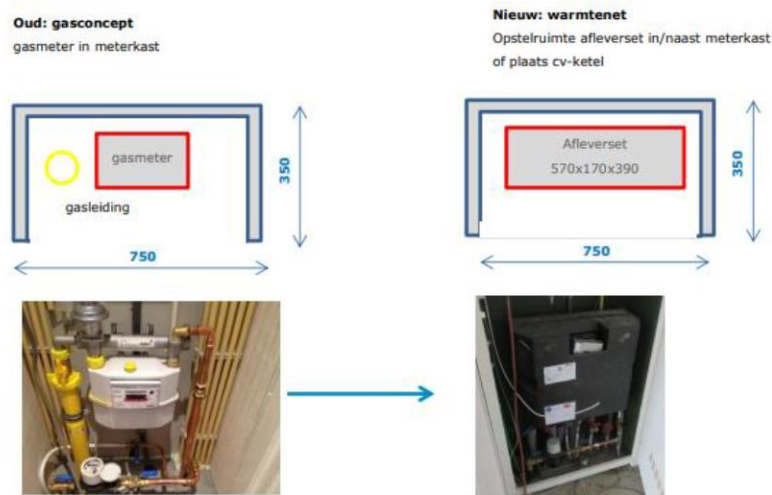
5.1. Algemene uitgangspunten

Voor de levering van warmte vanuit TEO worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Warmtelevering geschiedt aan de woning
2. Een aparte partij investeert en exploiteert in de centrale TEO een bodemenergiesysteem (WKO)-installatie: deze zogenaamde 'energy service company', ofwel ESCO, kan bestaan uit een commerciële partij of uit een lokale energie coöperatie.
3. De exploitatieperiode is 30 jaar
4. Er wordt gerekend met herinvesteringen na een periode van 15 jaar.
5. Voor de collectieve TEO centraal en collectief TEO units:
 - a. In de woning wordt een afleverset geplaatst (zie figuur 18)
 - b. De warmtetarieven zijn vergelijkbaar met huidige keteltarieven (ACM)¹⁶
6. Voor de collectief TEO centraal met individuele warmtepompen:
 - a. Een individuele warmtepompinstallatie wordt in de woning geplaatst (zonder afleversets) en valt onder de levering van de ESCO.
 - b. De elektriciteit van de warmtepomp is voor rekening van de bewoner.
 - c. Woningen krijgen bronwarmte geleverd waarvoor ze een vast bedrag per jaar betalen.
7. Heeg wordt gefaseerd aangesloten.

¹⁶ ACM = Autoriteit Consument & Markt stelt jaarlijks het maximale warmteprijstarief vast die maximaal door de warmte bedrijven bij zijn afnemers in rekening mag worden gebracht. Deze tarieven zijn gebaseerd op de kosten voor warmte vanuit gasgestookte ketels: <https://www.acm.nl/nl/publicaties/besluit-maximumprijs-levering-warmte-2019>

8. Kosten voor de opwekinstallatie, leidingwerk en afleverset zijn meegenomen als kosten voor de ESCO. Kosten voor het aanbrengen van isolatie in de woning, zonnepanelen, omschakelen naar elektrisch koken en het verwijderen van de gasaansluiting en weghalen van de ketel zijn voor rekening van de bewoner.

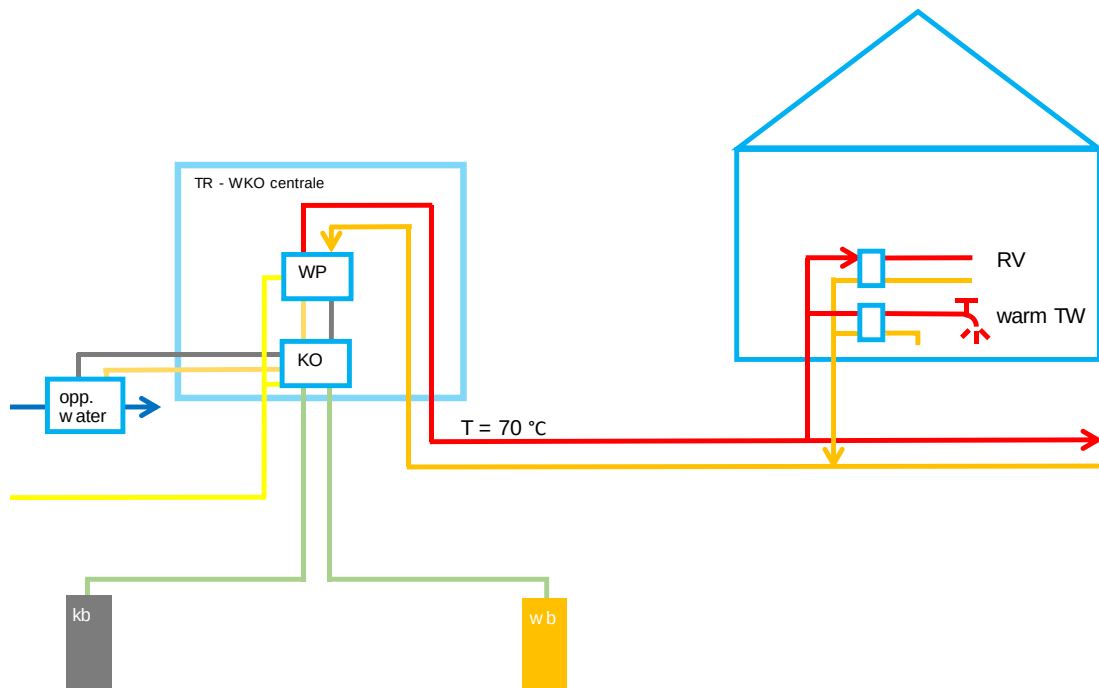


Figuur 16: van gas naar warmte aansluiting (bron: RVO)

5.2. Collectief TEO Centraal

Vanuit één centrale in Heeg wordt midden temperatuur (MT-) warmte geleverd aan de woningen (na isolatie tot label B). Door de warmte van 70-40° C te leveren kan direct in de woning warm tapwater worden bereid. De temperatuur is hoog genoeg om de woning te verwarmen met de bestaande radiatoren in een geïsoleerde woning¹⁷. In Heeg wordt één centrale technische ruimte gebouwd en ingericht met daarin WP-installaties en warmtewisselaars om energie uit de bodem over te dragen aan een secundair net. Warmte uit de bodem wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan de warmtepomp die vervolgens aan de condensorzijde MT-warmte produceert. Deze warmte wordt door middel van een warmtenet aan de woningen geleverd. In de woning komt een afleverset waar de warmte aan de woning wordt geregistreerd. In figuur 17 is het principe een WKO centrale variant afgebeeld.

¹⁷ TKI Winst Consortium, Slim van het gas af met lage temperatuur warmte in de bestaande bouw, 2018



Figuur 17: Centrale TEO-WKO schema

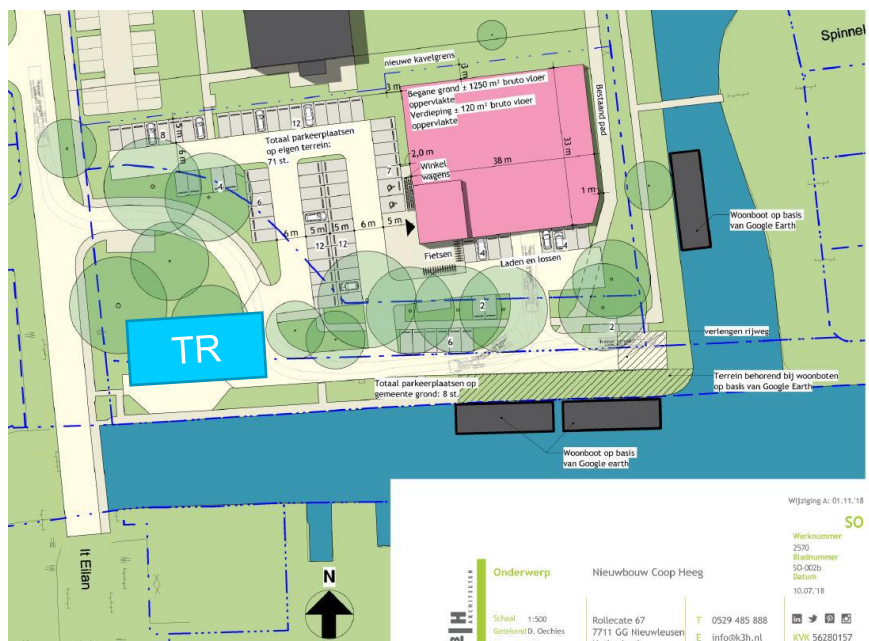
Een WKO-systeem bevat een koude bron (kb) en een warme bron (wb). In de winter wordt warmte van de warme bron via een warmtewisselaar aan een warmtepomp overgedragen. Deze warmtepomp maakt vervolgens MT-warmte.

De koude bron zou gebruikt kunnen worden om woningen te koelen. Koudelevering vanuit een centrale WKO TEO optie is hier echter om de volgende redenen verder niet beschouwd:

1. Aanleg koudenet is relatief kostbaar en dient naast de warmteleidingen meegenomen te worden
2. Aantal koudeafnemers en koudeafzet zal gering zijn. Ondanks dat uit de enquête blijkt dat 33 % geïnteresseerd is in koeling, is het de vraag of deze geïnteresseerden bereid zijn om te betalen voor koeling
3. Bestaande afgiftesystemen zijn niet geschikt voor levering van koeling. In nieuwbouw wordt koeling geleverd door middel van een vloerverwarming systeem. In de winter wordt de woning aangenaam verwarmd door laagtemperatuur verwarming. In de zomer kan hetzelfde vloerverwarming systeem gebruikt worden voor koeling. Door het grote verwarmend oppervlak is dit mogelijk. Echter in Heeg hebben veel woningen geen vloerverwarming maar voornamelijk gewone radiatoren. Doordat dit verwarmend oppervlak beperkt is, zal gekoeld water door de radiatoren zeer geringe koelvermogen kunnen leveren.

In deze centrale WKO-variant is om bovenstaande redenen ervoor gekozen om alleen warmte te leveren. Tijdens de levering van warmte door de WP aan de woningen ontstaat er koeling in de bodem. Deze koeling wordt geregeneerd middels oppervlaktewater.

Locatie Collectief TEO-centraal



Figuur 18: Mogelijke locatie Collectief TEO-centraal (TR = technische ruimte)

De locatie die wordt aangedragen is op de grens tussen Tollewei en It Eilan. Hier is oppervlaktewater in de buurt. De technische ruimte zal 20 x 10 m zijn. Dit kan mogelijk worden meegenomen in nieuwbouw bij de betreffende plek. De inlaat en uitlaat van de TEO zijn afzonderlijk ca. 75 m van de technische ruimte verwijderd. De inlaat wordt stroomopwaarts geplaatst en de uitlaat stroomafwaarts. Het warmtenet zal gefaseerd worden uitgerold. Er wordt aangenomen dat circa 150 woningen per jaar kunnen worden aangesloten. Dit richtgetal is opgesteld naar aanleiding van warmtenet Hengelo waar 4500 woningen in 30 jaar tijd worden aangesloten¹⁸. Uiteindelijk zal het warmtenet er als volgt uitzien in 2028 waar tenslotte 864 woningen op aangesloten zijn. In figuur 19 wordt een mogelijk warmtenet aangegeven, waarbij het jaartal is aangegeven waarop verondersteld wordt dat de wijk wordt aangesloten.

¹⁸ Warmtenet Hengelo. Bedrijfsplan Warmtenet Hengelo 2012-2041, 2011



Figuur 19: Uitrol warmtenet Heeg vanaf 2021 tot 2028

De fasering van het warmtenet om Heeg aan te sluiten, is verondersteld organisch te verlopen vanaf de technische ruimte (blokje TR) volgens tabel 7. Het aansluiten van wijken met relatief beperkte warmtevraag en grote afstanden (kleine aansluitdichtheid) heeft in principe een ongunstig effect op de business case. Bijvoorbeeld de aansluiting van (vakantie)woningen in de zuidoost hoek. Aansluiting van het oude dorp heeft in principe een gunstiger effect, omdat woningen geconcentreerd is de warmtevraag relatief hoog.

Tabel 7: Aansluitfasering

aansluit fasering Heeg	aantal woningen
2021	130
2022	112
2023	78
2024	216
2025	153
2026	108
2027	28
2028	39
	864

Energetische uitgangspunten

De volgende energetische uitgangspunten zijn gehanteerd:

1. Voor woningen met label B of A is geen isolatie benodigd¹⁹ De overige woningen worden geïsoleerd.
2. Een gelijktijdigheidsfactor van 80% is genomen samen met de $q\sqrt{h}$ factor voor warmtapwater om het totale vermogen van de warmtepompen te berekenen.
3. Verschillende typen woningen hebben verschillende energievragen
4. Centraal 5,7 MW aan WP nodig (5 x 1,14 MW) na doorrekening in het warmtenet
5. Distributieverliezen worden meegenomen. Per woning is er 4 GJ aan warmteverliezen²⁰.
6. De Seasonal Performance Factor van de Hoge Temperatuur Warmtepomp is 3,5²¹
7. Elektriciteit is benodigd voor distributie, regeneratie en Warmtepompen.

De verschillende type woningen hebben de volgende warmtevraag na isolatie:

Tabel 8: Warmteverbruik woningen na isolatie

Woningtype	Warmtevraag woningen				
	Aantal	Warmtevraag rv GJ/jaar	Warmtevraag wtapw GJ/jaar	Totaal GJ/jaar	Geisol. m³/jaar
Voor 1960 en >= 100m²	69	56	10	66	2.132
Voor 1960 en <100m² 1	97	42	9	51	1.663
1960-1991 en >=100m²	189	32	9	41	1.372
1960-1991 en <100m²	175	23	9	32	1.101
1991-Nu en >=100m²	251	27	9	36	1.201
1991-Nu en <100m²	83	19	9	28	980
Totaal	864	26.500	7.900	34.400	1.143.161
Gemiddeld				40	1.325
Warmtevraag gebied inclusief verliezen					
Verliezen		Warmtevraag rv GJ	Warmtevraag wtapw GJ	Warmte warmteverlies GJ	Warmteproductie totaal GJ
4,00 GJ/won verlies*		26.500	7.900	3.450	37.750
*uniforme maatlat					

Gemiddeld verbruikt een woning in Heeg, na isolatie van de woningen voor 1991 naar label B, circa 40 GJ per jaar, hetgeen overeenkomt met een gasverbruik van circa 1.325 m³ per jaar.

Nadat alle woningen (864) op het net zijn aangesloten wordt jaarlijks 37.750 GJ aan warmte vanuit de TEO geproduceerd.

¹⁹ TKI Winst Consortium, Slim van het gas af met lage temperatuur warmte in de bestaande bouw, 2018

²⁰ Uniforme maatlat Gebouwde Omgeving Versie 4.2

²¹ Onderbouwd door middel van offerte grote installateur

De verschillende type woningen hebben de volgende capaciteitsvraag na isolatie²²:

Tabel 9: Capaciteitsvraag na isolatie

Woningtype	Aantal	Capaciteitsvraag per woning				
		Warmtevraag rv/ won. <u>kW</u>	Warmtevraag wtapw/ won.	Warmtevraag rv kW	Warmtevraag wtapw kW	Koudevraag kW
Voor 1960 en $\geq 100 \text{ m}^2$	69	10,5	24	729	1.666	2,0
Voor 1960 en $< 100 \text{ m}^2$	97	8	24	773	2.319	2,5
1960 – 1991 en $\geq 100 \text{ m}^2$	189	8	24	1.508	4.525	3,0
1960 – 1991 en $< 100 \text{ m}^2$	175	7	24	1.228	4.210	3,0
1991 – nu en $\geq 100 \text{ m}^2$	251	5	24	1.257	6.034	3,5
1991 – nu en $< 100 \text{ m}^2$	83	5	24	413	1.981	3,0
	864			5.908	20.736	
Warmtevraag gebied met gelijktijdigheidsfactor						
Capaciteitsvraag gebied						
Gelijktijdigheidsfactor			Warmtevraag rv kW	Warmtevraag wtapw kW	Warmte totaal kW	Koudevraag kW
80%			4.726			
Q wortel N				705		
Totaal warmte centraal					5.432	
80%						2.400

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er centraal 5,4 MW thermisch aan warmtepompvermogen dient te worden opgesteld.

Tabel 10: Energieverbruik centraal TEO en milieu

			2 pijps centraal TEO WKO 1
Energievraag decentraal			
Aantal aansluitingen			864
Aantal woningen			864
Vermogen RV ongelijktijdig	kW		5.926
Vermogen warm TW ongelijktijdig	kW		20.736
Vraag RV	GJ		26.554
Vraag warm TW	GJ		7.848
Energievraag centraal			
Vermogen (RV + warm TW)	incl. gelijkt.	kW	5.446
Vermogen koeling		kW	-
Vraag (RV + warm TW + verlies)		GJ	37.858
Productie warmte			
bronnen			
WP HT - GJ		GJ	37.858
Totaal		GJ	37.858
Productie koude			
bronnen			
laden		GJ	27.042
leveren		GJ	-
onbalans	positief = koudeoverschot	GJ	27.042
Elektriciteit - inkoop			
Distributie warmte	0,018 MWhe		189
Distributie koude	0,025 MWhe		-
Geothermie - GJ	12,00 MWhe		-
WP HT - GJ	3,50 MWhe		3.005
WP LT - GJ	4,00 MWhe		-
bronnen - leveren W	40,00 MWhe		188
bronnen - leveren K	40,00 MWhe		-
bronnen - regeneratie	40,00 MWhe		188
regeneratie	0,010 MWhe		75
Totaal		MWhe	3.645
Milieu - ton CO2/jr			
Elektriciteit inkoop	0,43 ton		1.567
Totaal	ton		1.567
Referentie gasgestookte ketels (incl. warmteverlies)	90% ton		2.356
totaal primaire referentie	ton		2.356
Besparing in percentages	%		33%

Uit tabel 10 blijkt dat bij de productie van warmte vanuit de centrale TEO na aansluiting van alle woningen nog 3.645 MWh elektriciteit nodig is. Dit is elektriciteit die met name dient als de voeding van de warmtepompen, distributiepompen en pompen in de TEO. Bij de waardering van de elektriciteit vanuit het openbare net is de besparing in vergelijking met conventionele gasgestookte ketels nog 33%. Wordt deze elektriciteit verder verduurzaamd door de inzet van duurzame stroom, dan wordt de besparing 100%.

Initiële investeringen TEO-centraal

De investering voor deze TEO - variant met verschillende onderdelen is weergegeven in tabel 11.

Hoofdcomponenten van de investering bestaan uit:

1. In- en uitlaatvoorzieningen TEO: Investerings zijn gebaseerd op offerteaanvraag van bronboorbedrijf Haitjema: Maximaal kan op de locatie circa 100 m³/ h worden onttrokken. Voor de centrale zijn na het aansluiten van alle 864 woningen ongeveer 4 brondoubletten (dus 8 bronnen) nodig.
2. Centrale Technische Ruimte (TR): ca. 150.000 euro voor een centrale technische ruimte. Optimalisatie is te behalen als de TR wordt gecombineerd met de nabije nieuwbouw.
3. Warmtepompen/ distributiepompen: investeringen gebaseerd op offerte van Hoog Temperatuur WP van Carrier
4. Grondwatersysteem/ bronnen: uitgegaan is van een open brondoublet.
5. E-aansluiting (bron: Liander)
6. Distributienet (70-40°C), staal/ PUR/ PE (ruim 9 km aan leiding): kosten gebaseerd op basis van recente kosten per meter tracé (aanvoer en retour), per diameter en wegtype van stadsverwarmingsbedrijven. Op basis van het vermogen dat vanuit een leidingdeel wordt afgenomen is de leidingdiameter bepaald. In de kosten bepaling is uitgegaan van klinkers.
7. Aansluitleiding: per woning is een bedrag meegenomen om de woningen door middel van een aansluitleiding aan te sluiten op het distributienet
8. Afleverset in de woning
9. Aanpassing binnenhuisinstallatie buiten de BC TEO Centraal

Tabel 11: Overzicht van de totale investeringskosten voor WKO centraal

CAPEX		
bronnen		
Investering		
WP HT - GJ		€ 953.000
Bronnen		€ 1.186.000
Regeneratie		€ 375.000
Elektriciteit aansluiting		€ 35.000
Transformator 2 MVA		€ 61.000
Opslag TR / nutsaansluitingen / regeltechniek		€ 517.000
Onvoorzien		€ 422.000
Totaal		€ 3.549.000
transport en aansluiting		
Warmte - distributienet		€ 4.504.000
Warmte - aansluiting € 3.000 € / aansl		€ 2.592.000
Totaal		€ 7.096.000
Totaal bronnen + distributie		€ 10.645.000
Herinvestering		
Aansluiting na 15 jaar € 2.000 € / aansl		€ 1.728.000

Jaarlijkse exploitatiekosten TEO-centraal

De jaarlijkse exploitatiekosten voor de WKO centraal variant staan weergegeven in tabel 16.

Jaarlijkse kosten bestaan uit:

1. Elektriciteitskosten. Jaarlijks wordt elektriciteit ingekocht. Dit kan grotzakenlijk worden ingekocht. Uitgaan is van de levering, energiebelasting (EB) en opslag van duurzame energie (ODE) volgen tabel 13. De prijzen zijn excl. btw. In tabel 14 zijn de jaarlijkse elektriciteitskosten bepaald.
2. Onderhoud en beheer installatie TEO/ WKO/ WP: de onderhoudskosten zijn bepaald als een percentage van de investering en komen van leveranciers. Bij het onderhoud is meegenomen het reguliere onderhoud en de urgente storingen. Ten alle tijden moet binnen een bepaalde periode kunnen worden gestart met herstelwerkzaamheden.
3. Onderhoud warmtenet: Warmtenetten liggen minimaal 30 jaar in de grond en behoeven weinig onderhoud. Gebruikelijk is om een percentage van 1% van de investering in leidingnetten te reserveren voor onderhoud van het warmtenet.
4. Klantenservice: de exploitant van de installatie (de ESCO) zal bewoners te woord moeten staan bij onderbreking van de warmtelevering en onderhoudspartijen moeten aansturen.
5. Facturatie: de exploitant van de installatie zal administratiekosten hebben voor facturatie.
6. Overhead: verzekeringen, legeskosten etc. zijn hierin meegenomen.

Tabel 12: Elektriciteitskosten voor de TEO centraal

Elektriciteitskosten 2019				
Levering	Normaal	€/ kWhe	€	0,0500
	Dal	€/ kWhe	€	0,0350
EB	Zone 1 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0986
	Zone 2 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0534
	Zone 3 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0142
	Zone 4 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0006
ODE	Zone 1 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0189
	Zone 2 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0278
	Zone 3 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0074
	Zone 4 [kWh]:	€/ kWhe	€	0,0003

Tabel 13: Jaarlijkse elektriciteitskosten

Jaarlijkse elektriciteitskosten				
	MWhe	Afname [MWh/ jr]	Prijs [€/ kWh]	Prijs [€/jr]
zone 1	0 – 10 MWhe	10	0,16	€ 1.600
zone 2	10 – 50 MWhe	40	0,124	€ 4.950
zone 3	50 – 10.000 MWhe	3.595	0,064	€ 230.450
Totaal variabel energiekosten				€ 237.000

Tabel 14: Onderhoud en beheerkosten van de collectieve TEO

Onderhoud en beheer			Prijs [€/jr]
WP MT · GJ	4,0%	v.d. invest.	€ 38.100
Bronnen	1,0%	v.d. invest.	€ 11.900
Regeneratie oppervlaktewater	0,5%	v.d. invest.	€ 1.900
Periodieke netwerkkosten elektriciteit		periodiek	€ 73.600
Warmte - distributienet	1,0%	%-vd invest.	€ 45.000
Warmte - aansluitingen - KV	50	€ / aansluiting	€ 43.200
Klantenservice & Voorlichting	50	€ / aansluiting	€ 43.200
Diversen - Overhead	5,00%	%-vd omzet	€ 60.000
Diversen - Debiteurenrisico	1,50%	%-vd omzet	€ 18.000
Totaal vaste onderhoudskosten			€ 334.900

Tabel 15: Exploitatiekosten van de collectieve TEO

Totale jaarlijkse kosten	
Variabele energiekosten	€ 237.000
Vaste onderhoudskosten	€ 334.900
Totale exploitatie kosten	€ 571.900

Omzet TEO-centraal

De omzet wordt bepaald door de warmteafzet (in GJ) aan de woningen en de warmtetarieven. Voor de warmtetarieven zijn de tarieven volgens de warmtewet gehanteerd. Deze tarieven bestaan uit een variabele component en een vast component (zie tabel 16). In tabel 17 is de jaarlijkse omzet bepaald (excl. btw) nadat alle woningen zijn aangesloten.

Tabel 16: Warmtewet tarieven volgende ACM

Tarieven (excl. btw)		ACM-W-wet 2019	
Warmte		KV	
VR - totaal jaarlijks	€/ jaar	€	451,72
GJ – prijs per GJ-warmte	€/ GJ	€	23,53

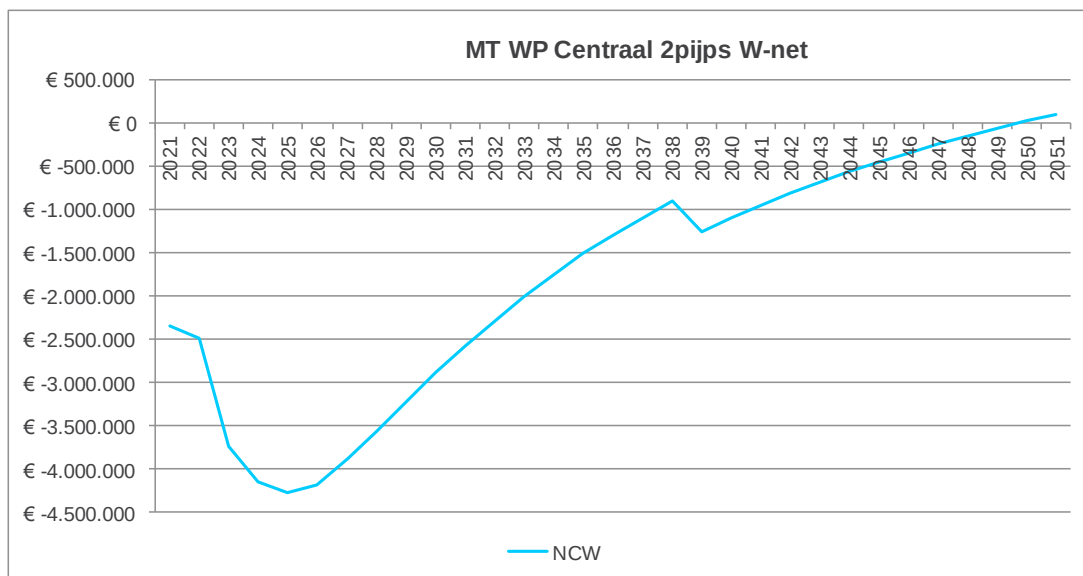
Tabel 17: Overzicht van de jaarlijkse omzet voor WKO centraal

OMZET			
VR- totaal jaarlijks	864	€ 451,72/ jr	€ 390.300
GJ- variabel	34.402 GJ	€ 23,53/ GJ	€ 809.400
Totaal			€ 1.199.700

BC meerjaren prognose

In bijlage 1 is de meerjaren prognose van de business case weergegeven voor de collectieve TEO - variant. Bij de business case zijn bovengenoemde investeringen, jaarlijkse kosten en jaarlijkse omzet gebruikt. Met een disconteringsvoet van 6,1% is de netto contante waarde over een periode van 30 jaar bepaald. Vervolgens is bepaald welke éénmalige bijdrage nodig is om op een netto contante waarde van ongeveer 100.000 euro uit te komen met dezelfde disconteringsvoet. Verondersteld is dat er dan sprake is van een haalbare business case. Door deze éénmalige bijdrage te delen door het aantal aangesloten woningen, krijg je de aansluitbijdrage per woning.

In de prognose is de fasering zichtbaar waarop woningen op het net worden aangesloten: van 2021 tot 2028. De investering in de centrale installaties is verondersteld in 6 jaar te worden gerealiseerd. Het distributienet met aansluitleidingen kan meegroeien met het aantal woningen die in de loop van de tijd worden aangesloten. Deze investeringen worden gefaseerd gedaan.



Figuur 20: Verloop van de netto contante waarde over de looptijd

Samenvatting Collectieve TEO

Uitgangspunten

Bij de business case zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Energie Investerings Aftrek (EIA). In de BC is rekening gehouden met een fiscaal voordeel dat kan worden behaald, omdat een deel van de investering in duurzame productiemiddelen van de winst in mindering mag worden gebracht. Hiermee hoeft minder vennootschapsbelasting te worden betaald.
- Prijsontwikkeling 0%: de jaarlijkse prijsontwikkeling voor de energieprijzen en materialen en lonen zijn op 0% gesteld. In de gevoeligheidsanalyse is bepaald wat het effect is op de BC bij een toe- of afnemende ontwikkeling. Een scenario waarbij de elektriciteit 2 % per jaar stijgt of 2 % daalt en een scenario waarbij de warmte ontwikkeling 2 % stijgt of 2 % daalt.
- WACC 6,1%: de gehanteerde WACC is ook wel de disconteringsvoet waartegen toekomstige inkomsten kosten contant gemaakt worden naar nu. De WACC is samengesteld uit een deel marktrente van het vreemd vermogen en gewenst vermogen op eigen vermogen. Een hogere WACC leidt tot een lagere netto contante waarde. In de gevoeligheid wordt het effect bepaald van een hogere of lagere WACC op de BC. In de gevoeligheid is gevarieerd met een WACC van 8 % en een WACC van 4 %.
- NCW is na 30 jaar circa 100.000 euro. Dat is een haalbare business case. Indien de business case lager uitpakt is een éénmalige bijdrage zodanig verhoogd dat vervolgens de NCW van 100.000 euro wordt bereikt.

Resultaat:

- Investering: 10,6 miljoen euro.
- Benodigd: 4.000 euro per bewoner BAK

Tabel 18: Resultaten BC Collectieve TEO

			MT WP Centraal 2pijps W-net
Aantal aansluitingen			864
Energie afzet			
Warmtelevering	kW		26.662
	GJ		34.402
Warmteopwek	kW		5.446
	GJ		37.858
Koudelevering	kW		-
	GJ		-
Koudeopwek	kW		-
	GJ		-
Elektriciteitsinkoop			
distributie warmte en koude	MWhe		189
WP HT - GJ	MWhe		3.005
WP LT - GJ	MWhe		-
bronnen - leveren W	MWhe		188
bronnen - leveren K	MWhe		-
bronnen - regeneratie	MWhe		188
regeneratie	MWhe		75
Totaal			3.645
Besparing t.o.v. ketelsituatie	%		33%
Besparing CO2 uitstoot	ton		2.356
Investing			
bronnen			€ 3.549.800
transport en aansluiting			€ 7.096.200
Herinvestering	€ 2.000 / won.		€ 1.728.000
Bijdrage warmte	€ 4.000 / won.		€ -3.456.000
koude			€ 0
Netto Investering			€ 8.917.900
Omzet			
Warmte - vast woningen	864	€ 451,72/ jr	€ 390.300
Warmte - variabel woningen	34.402 GJ	€ 23,53/ GJ	€ 809.400
Subsidie SDE			€ 0
Totale omzet			€ 1.199.700
Exploitatiekosten			
Elektriciteit	65 €/MWhe		€ 237.000
Totaal Energie			€ 237.000
Vaste kosten			
WP HT - GJ	4,0% v.d. invest.		€ 38.100
WP LT - GJ	4,0% v.d. invest.		€ 0
Piekketels - kW	3,0% v.d. invest.		€ 0
Bronnen	1,0% v.d. invest.		€ 11.900
Regeneratie oppervlaktewater	0,5% v.d. invest.		€ 1.900
Periodieke netwerkkosten elektriciteit	73.601		€ 73.600
Periodieke netwerkkosten gas	1.433		€ 0
Warmte - distributienet	1,0% v.d. invest.		€ 45.000
Warmte - aansluitingen - KV	€ 50 / won.		€ 43.200
Klantenservice & Voorlichting	€ 50 / won.		€ 43.200
Diversen - Overhead	5,0% v.d. omzet		€ 60.000
Diversen - Debiteurenrisico	1,5% v.d. omzet		€ 18.000
Totaal vaste kosten			€ 334.900
Totale exploitatiekosten			€ 571.900
Haalbaarheid financieel economisch			
IRR			6,29%
NCW	over 30 jaar		€ 100.200

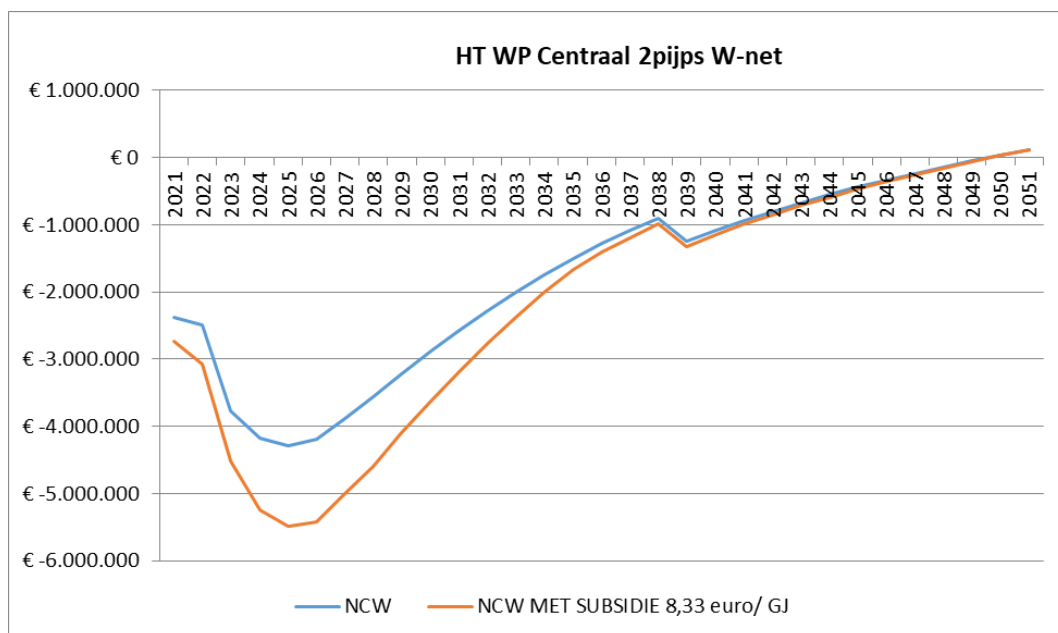
TEO met subsidie

Er ligt een conceptadvies om SDE++ subsidie te verlenen op warmte uit aquathermie. De regeling heeft de volgende uitgangspunten en voorwaarden²³ :

- WP > 500 kWh: het vermogen van de warmte uit de WP-installatie dient hoger te zijn dan 500 kW
- Warmteafgifte na WP is leidend
- Correctiebedrag van gasprijs is als volgt: (TTF LHV (leveringsprijs) + EB (energiebelasting) + ODE (opslag duurzame energie)/ 90% = 8 cent per kWh
- SDE Subsidie:
 - 11 cent per kWh – correctiebedrag = 3 cent per kWh

=> 8,33 euro per GJ-subsidie: met een afzet (na aansluiting van 864 woningen) wordt het jaarlijkse subsidiebedrag ongeveer 245.000 euro/ jaar
- Maximaal 1.500 vollasturen
- 15 jaar lang geldig, daarna stopt de regeling.

In onderstaande figuur is de situatie zonder en met de SDE++ subsidie zichtbaar gemaakt. Door de subsidie kan de aansluitbijdrage per woning verlaagd worden naar 1.450 euro/ woning.



Figuur 21: Verloop van de netto contante waarde over de looptijd met en zonder SDE++.

²³ PBL, conceptadvies SDE++ 2020, 2019

5.3. Collectief TEO units

TEO, WKO en WP voor kleinere clusters: deze optie is gelijk aan variant 1 (zie figuur 17), echter wordt gekozen voor meerdere WKO WP units in de wijk in plaats van één grote centrale. In deze variant is ervanuit gegaan dat er 4 technische ruimtes zijn met warmtepompen (4 units). Het voordeel van deze variant is dat minder voorinvesteringen worden gedaan in 1 grote centrale. De collectieve TEO -units worden pas geplaatst als voldoende woningen op het warmtenet zijn aangesloten.

Deze keuze om bepaalde woningen achter een aparte unit aan te sluiten kunnen de volgende redenen hebben:

- Corporatie bezit/ eigen woningbezit
- Woningen met gelijke labels en daarmee een gelijke vraag naar LT-warmte of koeling
- Saamhorigheid bewoners van een wijk
- Maximaal brondebiet ca. 100 m³/h. Een Unit met 1 brondoublet kan ongeveer 200 woningen aansluiten.

In het volgende is gekozen voor de volgende 4 units:

TEO Unit 1

- 322 woningen
- Relatief nieuw
- Direct geschikt voor MT-warmte

TEO Unit 2

- 242 woningen
- Aanvullend isolatie noodzakelijk

TEO Unit 3

- 153 (vakantie) woningen
- Direct geschikt

TEO Unit 4

- 147 woningen
- Oude centrum + It Eilan (39 won)
- Aanvullend isolatie noodzakelijk



Figuur 22: Unit per wijk

Voor TEO Unit 1 is in de plattegrond het leidingnet zichtbaar.

Achter TEO Unit 1 zijn uiteindelijk 322 woningen aangesloten. Een groot deel heeft al label B en hoger waardoor deze woningen direct, zonder verdere isolatie, op het net met een aanvoer temperatuur van 70 °C kunnen worden aangesloten.

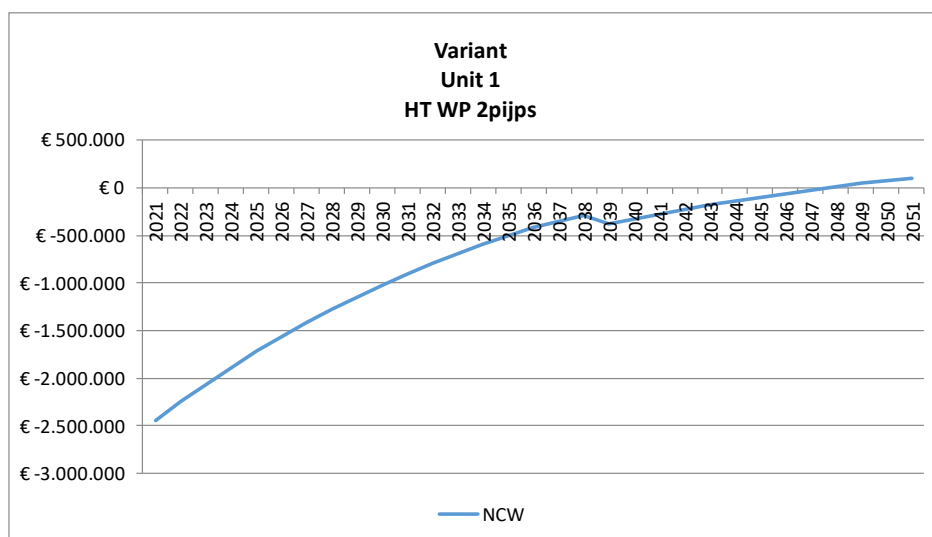
Er is wel met EIA gerekend, maar niet met de SDE++. Er zijn gelijke uitgangspunten gehanteerd als bij de collectieve TEO variant.

Resultaat van de BC

- Bij een aansluitbijdrage van 3.700 euro is er een haalbare business case.



Figuur 23: Warmtenet achter Unit 1



Figuur 24: Haalbaarheid BC Unit 1

Samenvatting Collectieve-units TEO

- De aansluitbijdrage voor de verschillende Units varieert van 3.400 tot 4.800 euro per woning
- Unit 4 sluit het oude centrum aan. Door de relatief hogere warmtevraag leidt dat tot een hogere omzet, wat gunstig is voor de BC en leidt tot een lage aansluitbijdrage
- Woningen achter Unit 3 zijn relatief nieuw en klein, hetgeen leidt tot minder warmte afzet en daarmee een hogere aansluitbijdrage.

Tabel 19: Resultaten Collectieve-units TEO

per Unit						per woning	
Unit	woningen	Investering euro	Omzet euro/jr	Kosten euro/jr	BAK totaal euro	BAK eur/won	kosten/jr eur/jr/ won
Unit 1	322	€ 4.200.000	€ 464.800	€ 234.300	€ 1.191.400	€ 3.700	€ 1.440
Unit 2	242	€ 3.000.000	€ 346.900	€ 177.600	€ 810.700	€ 3.350	€ 1.430
Unit 3	153	€ 1.900.000	€ 200.600	€ 104.300	€ 734.400	€ 4.800	€ 1.310
Unit 4	147	€ 2.000.000	€ 243.000	€ 125.300	€ 514.500	€ 3.500	€ 1.650
Totaal	864	€ 11.100.000	€ 1.255.300	€ 641.500	€ 3.251.000	€ 3.760	€ 1.450

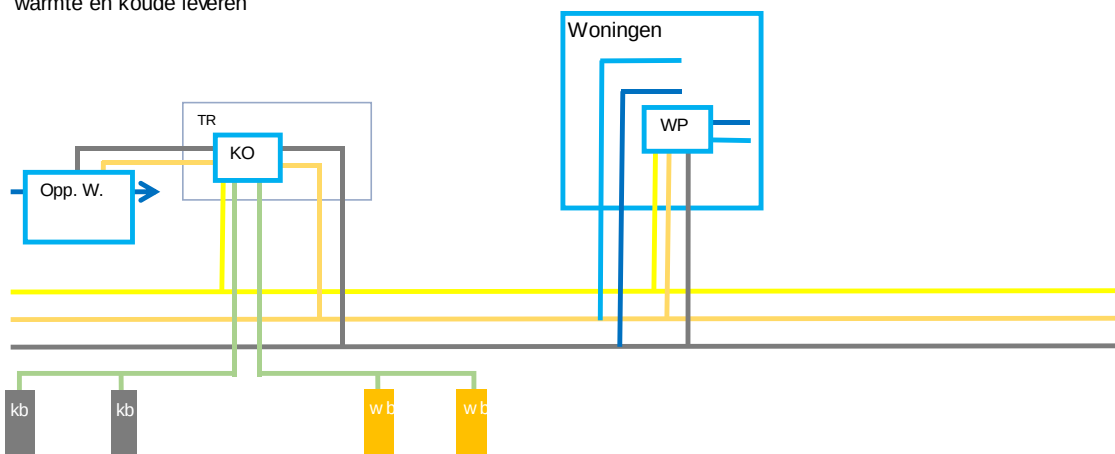
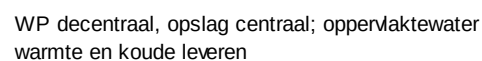
5.4. Individuelle TEO

In deze variant krijgt ieder zijn eigen warmtepomp en zal de ESCO zorg dragen voor een bronnet. Met een aanvoer temperatuur van ca. 15 °C wordt Zeer Laag Temperatuur (ZLT) warmte naar de woningen getransporteerd. In de woningen zorgen de warmtepompen dat het naar een temperatuur niveau wordt gebracht waarmee de woningen comfortabel kunnen worden verwarmd.

Met deze variant is er de mogelijkheid om de woningen energiezuinig te koelen. Wanneer vloerverwarming in woning is geplaatst, zoals bij nieuwbouw, dan kan dit in de zomer worden gebruikt worden voor vloerkoeling. Door het koele water vanuit het bronnet direct door de vloerverwarming te leiden, kan de woning energiezuinig worden gekoeld. Doordat de temperatuur van het water door de vloerverwarming niet te laag mag zijn – anders ontstaat er condens op de vloer – is er beperkte koeling mogelijk.

Bij bestaande bouw zijn de bestaande radiatoren niet geschikt om te koelen. Het verwarmend (koelend) oppervlak van de radiatoren is hier te klein voor. Indien woningen uitgevoerd zijn met vloerverwarming is koeling bij deze variant een optie. Echter doordat in Heeg sprake is van bestaande bouw met bestaande radiatoren is koeling vanuit het bronnet geen optie en daarom in het vervolg niet meer beschouwd.

Ieder huis kan het warmtepomp systeem dimensioneren naar eigen behoefte (lage temperatuur of hoge temperatuur warmte). Het nadeel is dat elke woning ruimte moet maken voor de warmtepomp. Doordat de individuele warmtepomp wordt uitgevoerd met een boiler (180 – 200 l) om comfortabel warm tapwater bereiding mogelijk te maken, moet rekening gehouden worden met een benodigde ruimte van 0,6 m x 0,6 m x 2,1 m (l x br x h).

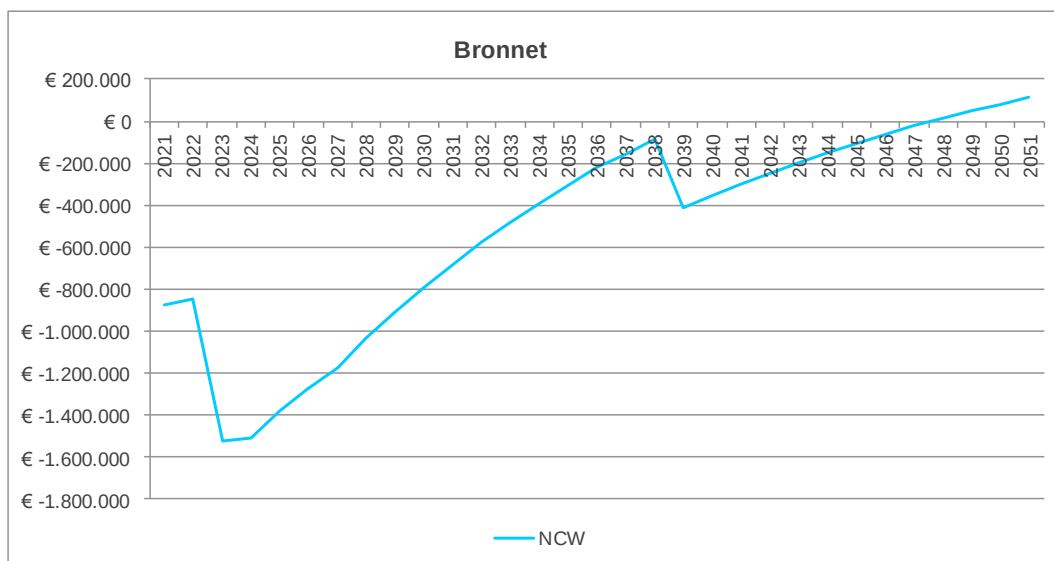


Figuur 25: Principeschema Individuele TEO en bronnet

In de individuele TEO variant koopt de bewoner zijn eigen elektriciteit in voor de voeding van de warmtepomp. De warmtepomp dient een aanvoertemperatuur te behalen van 70°C bij woningen die niet geschikt zijn voor LT-verwarming. Bij een hogere buitentemperatuur zal de WP een lagere

aanvoertemperatuur hoeven te produceren, hetgeen een positief effect heeft op het rendement van de WP. De woningen die geschikt zijn voor LT-verwarming zullen LT-warmtepompen aanschaffen. Deze warmtepompen hebben een beter rendement dan MT-warmtepompen. Collectief wordt er een TEO en WKO aangelegd. Door middel van een bronnet worden de woningen aangesloten.

Woningen betalen een jaarlijks een vast bedrag van € 506/ won/ jaar (excl. btw) voor de aansluiting op het bronnet aan een exploitant. Er wordt geen variabel tarief component in rekening gebracht.



Figuur 26: Haalbaarheid Individuele WP en TEO/ WKO en bronnet

Samenvatting Individuele TEO

- Per bewoner is een éénmalige aansluitbijdrage nodig van 4.950 euro

Tabel 20: Resultaten Individuele TEO (centraal TEO en bodemenergiesysteem met individuele warmtepompen)

		Bronnet
Aantal aansluitingen		864
Energie afzet		
Warmtelevering (zeer lage temperatuur/ bronnet)	kW	5.238
	GJ	24.100
Warmteopwek	kW	4.714
	GJ	24.964
Elektriciteitinkoop		-
distributie warmte en koude	MWhe	125
WP HT - GJ	MWhe	-
WP LT - GJ	MWhe	-
bronnen - leveren W	MWhe	174
bronnen - leveren K	MWhe	-
bronnen - regeneratie	MWhe	174
regeneratie	MWhe	70
Totaal		543
Besparing t.o.v. ketelsituatie	%	90%
Besparing CO2 uitstoot	ton	2.341
Investering bronnen		€ 1.753.100
transport en aansluiting		€ 4.752.400
Herinvestering		€ 1.296.000
Bijdrage warmte		€ -4.276.800
koude		€ 0
Netto Investering		€ 3.524.700
Omzet		
Warmte - vast woningen	€ 506 / won.	€ 436.900
Warmte - variabel woningen		€ 0
Totale omzet		€ 436.900
Exploitatiekosten		
Elektriciteit	70 €/MWhe	€ 38.200
Totaal Energie		€ 38.200
Vaste kosten		
WP HT - GJ	4,0% v.d. invest.	€ 0
WP LT - GJ	4,0% v.d. invest.	€ 0
Pieketels - kW	3,0% v.d. invest.	€ 0
Bronnen	1,0% v.d. invest.	€ 11.300
Regeneratie oppervlaktewater	0,5% v.d. invest.	€ 1.900
Periodieke netwerkkosten elektriciteit	9.419	€ 9.400
Periodieke netwerkkosten gas	1.433	€ 0
Warmte - distributienet	1,0% v.d. invest.	€ 30.200
Warmte - aansluitingen - KV	€ 50 / won.	€ 43.200
Klantenservice & Voorlichting	€ 50 / won.	€ 43.200
Diversen - Overhead	5,0% v.d. omzet	€ 21.800
Diversen - Debiteurenrisico	1,5% v.d. omzet	€ 6.600
Totaal vaste kosten		€ 167.800
Totale exploitatiekosten		€ 205.900
Haalbaarheid financieel economisch		
IRR		6,75%
NCW over 30 jaar		€ 111.200

6. Energie neutrale warmte

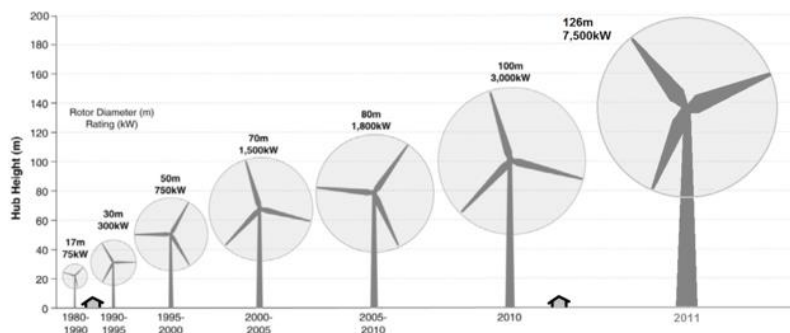
Voor de verschillende TEO varianten dient er nog elektriciteit ingekocht te worden voor de voeding van de warmtepompen, bronpompen en distributiepompen. Indien men in Heeg naar energieneutrale warmte over wil gaan dan dient deze elektriciteit ook te worden verduurzaamd. In het volgende is bepaald wat er aan aanvullende duurzame opwekking noodzakelijk is om tot energieneutrale warmte te komen.

6.1. Aanvullende duurzame energie opwekking bij collectief TEO Centraal

- Jaarlijks is er 3.645 MWh nodig voor de voeding van de collectieve TEO variant
- Compensatie door opstelling van 4.000 kWp zon pv vermogen. Dit zijn 13.500 panelen. Dit komt overeen met circa 24.500 m² dakoppervlak.
- Er kan ca. 20 m² dakoppervlak per woning voor zonnepanelen gebruikt worden per woning. Dit zijn circa 12 panelen per woning. Aanvullend kan gebruik worden gemaakt van zonnepanelen op daken van bedrijven of een veldopstelling
- Of: compensatie door opstelling van 1 windmolen van 1.800 kW



Figuur 27: Zonnepanelen bij een woning en op een bedrijfsdak.



Figuur 28: Optie één molen van 1.800 kW (120 m hoog) of 6 x 300 kW (45 m hoog)

6.2. Aanvullende duurzame energie opwekking bij verschillende TEO varianten

In de volgende tabel is zichtbaar gemaakt wat er aan energie bespaard (in GJ primair) wordt na:

- Isolatiemaatregelen
- Toepassing van 20 m2 zonnepanelen per woning
- Toepassing van TEO/ WKO variant.

Daarnaast is inzichtelijk gemaakt hoeveel aanvullende zonnepanelen nodig zijn om tot energieneutrale warmte te komen en hoeveel aanvullende zonnepanelen nodig zijn om tot volledige energieneutrale woningen te komen.

Tabel 21: Energieneutrale woningen door aanvullende zonnepanelen

Energie/ milieu		huidige situatie met gasketel	renovatie label B met gasketel	renovatie label B	renovatie label B	renovatie label B
		gas	gas+isolatie zon-pv	TEO centr centraal	TEO unit unit 1	TEO coll WP ind bronnet
E-verbruik gebouw gebonden	kWhe	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Zon-PV per woning 20m2	kWhe	-	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000
E koken extra	kWhe	-	-	211	211	211
E- WKO-WP ind.	kWhe					3.800
E- WKO-WP	kWhe	-	-	4.219	4.442	628
E-totaal	kWhe	3.000	-	4.430	4.653	4.639
Gas	m3	1.839	1.323	-	-	-
Primaire energie						
Elektriciteit totaal	GJ	18	-	27	28	28
Gas	GJ	58	42	-	-	-
Totaal	GJ	76	42	27	28	28
Besparing			45%	65%	63%	63%
Extra zonnepanelen	m2/won			30	31	31
E-zon PV	kWhe	-	-	-4.430	-4.653	-4.639
E-totaal	kWhe			-	-	-
E-zon PV	GJ	-	-	-27	-28	-28
E-totaal	GJ	-	-	-	-	-

Toelichting op de tabel:

- In de vergelijking is rekening gehouden met gebouwgebonden elektriciteit (3.000 kWh per jaar). Dit is elektriciteit voor verlichting en apparaten.
- De circa 20 m2 zonnepanelen dekken ongeveer het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik
- Per woning is nog ongeveer 4.500 kWh nodig voor de voeding van de TEO varianten
- Door dit te compenseren is nog ongeveer 30 m2 per woning nodig aan zonnepanelen.

7. Haalbaarheid bewoner

Een totaaloverzicht van de indicatieve kosten per woning (incl. btw) samen met de gasketel referentie situatie staat weergegeven in tabel 22. In tabel 22 worden de kosten per woning weergegeven waar aanvullende isolatie noodzakelijk is. In tabel 22 wordt de situatie toegelicht voor woningtype 2: bouwjaar voor 1960 en een oppervlak kleiner dan 100 m².

In de tabel zijn de kosten en opbrengsten van alle maatregelen gesommeerd. Stapsgewijs wordt er in de tabel per kolom aangegeven wat er extra geïnvesteerd moet worden om van de huidige gassituatie naar een aardgasloze duurzame situatie te komen. Per variant worden naast de éénmalige investeringen ook de jaarlijkse kosten weergegeven voor de elektrische energie die door de variant nog wordt gevraagd en de onderhoud- en beheer kosten. De éénmalige investeringen leiden wel tot lagere jaarlijkse kosten dan de huidige situatie. Isolatie leidt tot een kleinere warmtevraag en efficiëntere warmte opwekvarianten leiden tot lagere jaarlijkse energiekosten²⁴.

De meerinvestering is het verschil tussen de investering behorende bij een variant minus de investering behorende bij de huidige situatie met gasketel. Deze meerinvestering wordt gedeeld door de jaarlijkse besparing van de betreffende variant. Op deze manier wordt een eenvoudige terugverdientijd berekend.

In de tabel is rekening gehouden met kosten die bij de bewoner worden gemaakt en kosten die centraal worden gemaakt. Uit de tabel blijkt dat van de beschouwde varianten een centrale WKO tot de laagste terugverdientijd leidt.

Voor de collectieve variant is ook een kolom opgenomen wanneer een aparte ESCO investeert in de centrale variant en energie levert aan de woning. Voor de centrale TEO-WKO-WP variant betaalt de bewoner jaarlijks een bedrag die vergelijkbaar is met de gassituatie. De jaarlijkse kosten zijn gelijk aan de gassituatie na isolatie. En éénmalig wordt een bijdrage betaald die nodig is voor de ESCO om de installatie rendabel te kunnen exploiteren.

Uit de tabel blijkt de investeringen om tot duurzame warmte te komen aanzienlijk zijn. Worden echter de jaarlijkse kosten gesommeerd over een periode van 20 jaar en gesommeerd met de initiële investeringen dan blijkt dat de som van besparingen over een periode van 20 jaar lager uitkomen dan de huidige gassituatie.

Wordt ook de energieprijzontwikkeling meegenomen dan pakt het over de looptijd nog gunstiger uit voor de TEO varianten.

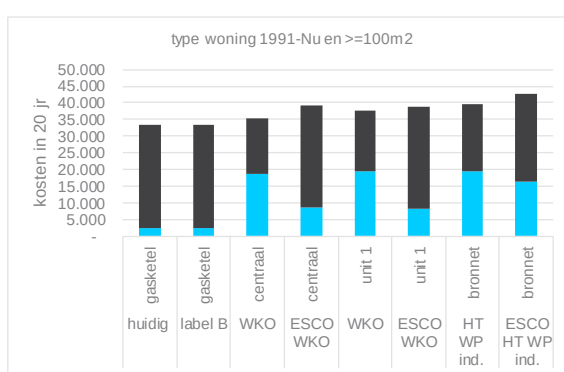
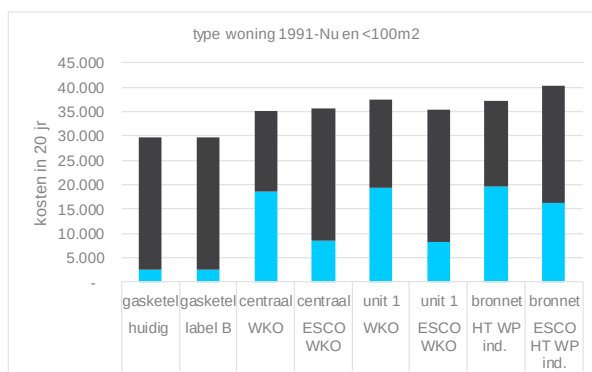
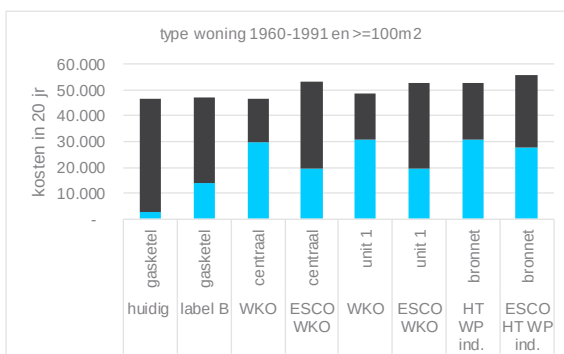
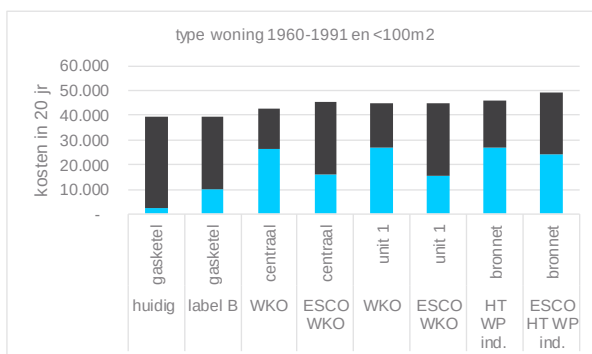
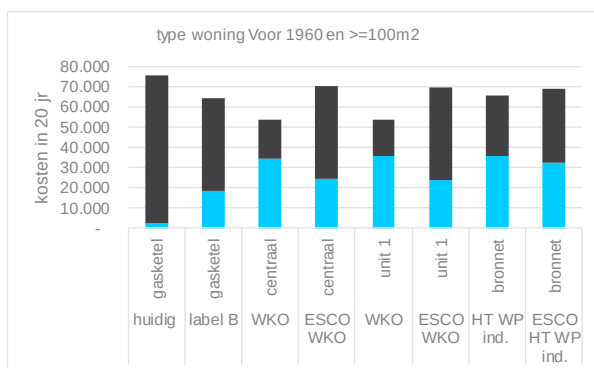
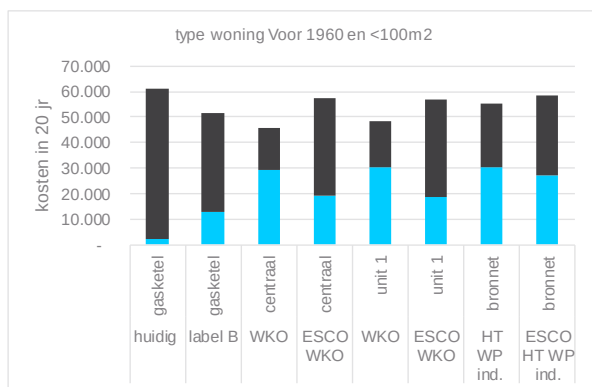
In figuur 29 wordt de grafiek weergegeven voor elk woningtype, waarbij de totale kosten, initiële en jaarlijkse kosten over een looptijd van 20 jaar zijn gesommeerd.

In figuur 30 wordt nogmaals de totale kosten per woningtype en per TEO variant over een periode van 20 jaar weergegeven waarbij in de jaarlijkse kosten rekening is gehouden met een prijsontwikkeling van gas van 3 % jaar, elektriciteit 2 % en overige jaarlijkse kosten 2 % per jaar

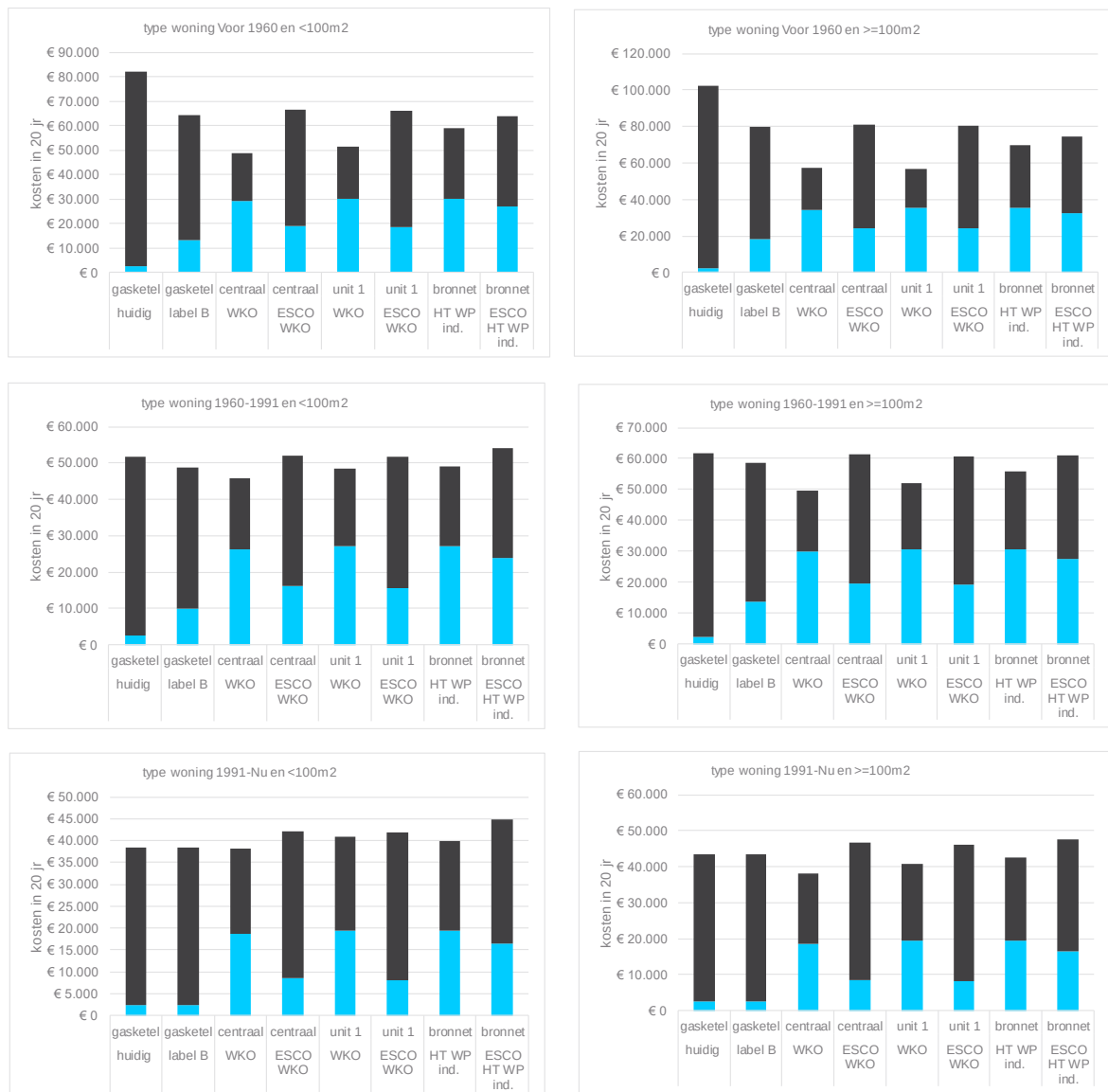
²⁴ De investering en opbrengsten vanuit zonnepanelen zijn achterwege gelaten

Tabel 22: Haalbaarheid bewoner bij verschillende TEO varianten voor woningen voor 1991 > 100 m2 (met extra aanvullende isolatie)

	Voor 1960 en <100m2							
incl. BTW	huidige situatie met gasketel	renovatie label B met gasketel	renovatie label B WKO centraal	renovatie label B ESCO WKO centraal	renovatie label B WKO unit 1	renovatie label B ESCO WKO unit 1	renovatie label B HT WP ind. bronnet	renovatie label B ESCO HT WP ind. bronnet
Energetisch								
gasverbruik	2.931	1.663						
warmte afname HT (70 - 40 °C)			51	51	51	51		
warmte afname ZLT (15 - 8 °C)							36	36
Eenmalige kosten								
woning niveau								
Investering energiebesparing (BTW 6%)		€ 10.715	€ 10.715	€ 10.715	€ 10.715	€ 10.715	€ 10.715	€ 10.715
Investering van gas los			€ 3.600	€ 3.600	€ 3.600	€ 3.600	€ 3.600	€ 3.600
Investering zon - pv (BTW teruggave)								
Investering installatie	€ 2.420	€ 2.420					€ 8.863	€ 8.863
Subsidie							€ -2.100	€ -2.100
Aansluitbijdrage Warmte				€ 4.840		€ 4.477		€ 5.990
centraal niveau								
Investering installatie			€ 15.012		€ 15.838		€ 9.111	
Subsidie								
Netto investering	€ 2.420	€ 13.135	€ 29.327	€ 19.155	€ 30.153	€ 18.792	€ 30.189	€ 27.067
Jaarlijkse kosten								
woning niveau								
Elektriciteitskosten			€ 22	€ 22	€ 22	€ 22	€ 871	€ 871
Elektriciteitsopbrengsten								
Gaskosten	€ 2.371	€ 1.345						
Onderhoud en beheer	€ 568	€ 568					€ 97	€ 97
Warmtekosten - variabel				€ 1.345		€ 1.345		
Warmtekosten - vast				€ 547		€ 547		€ 612
centraal niveau								
Elektriciteitskosten			€ 332		€ 357		€ 53	
Onderhoud en beheer			€ 473		€ 523		€ 235	
Jaarlijkse kosten	€ 2.939	€ 1.913	€ 827	€ 1.913	€ 902	€ 1.913	€ 1.256	€ 1.580
Jaarlijkse besparing		€ 1.026	€ 2.112	€ 1.026	€ 2.037	€ 1.026	€ 1.683	€ 1.360
Besparing over 20 jaar (indicatie)		€ 20.524	€ 42.246	€ 20.524	€ 40.737	€ 20.524	€ 33.664	€ 27.194
Terugverdientijd		10,4	12,7	16,3	13,6	16,0	16,5	18,1



Figuur 29: Per woning type zijn de éénmalige kosten (in blauw) en de gesommeerde jaarlijkse kosten over een periode van 20 jaar (in zwart) weergegeven



Figuur 30: Per woning type zijn de éénmalige kosten (in blauw) en de gesommeerde jaarlijkse over een periode van 20 jaar (in zwart) weergegeven, waarbij in de jaarlijkse kosten is uitgegaan van een prijsontwikkeling van 3 % per jaar op de gasprijs, 1 % op de elektriciteitsprijs en 2 % op de overige jaarlijkse kosten.

Uit bovenstaande grafieken blijkt uit oogpunt van de bewoner dat:

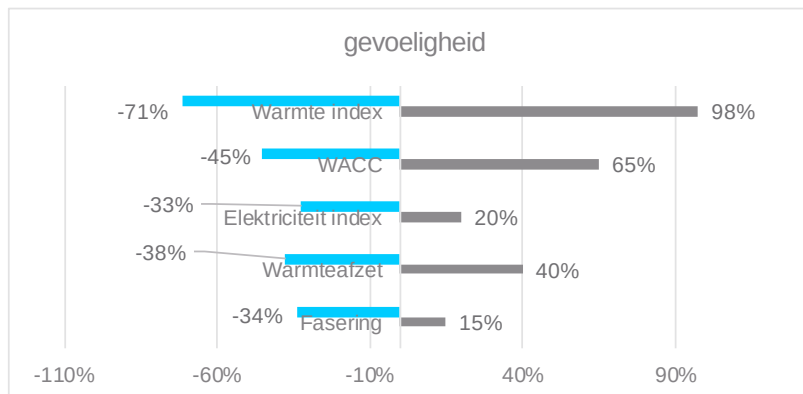
1. Een woningtype van voor 1960 met een slechter label heeft uit oogpunt van kosten het meest baat bij isolatie en overstappen op een TEO variant
2. De collectieve-unit TEO variant de meest gunstige TEO variant is
3. De TEO varianten aantrekkelijker worden bij een sterkere prijsontwikkeling van de gasprijs.

8. Gevoeligheid

8.1. Gevoeligheid collectieve TEO

Voor de collectieve TEO variant is de gevoeligheid bepaald van de business case uit oogpunt van de exploitant voor een aantal belangrijke parameters, zoals de:

- Fasering, snelheid dat woningen worden aangesloten
- Warmteafzet +/- 20 % t.o.v. de BASIS afzet
- Prijsontwikkeling elektriciteit +/- 2% per jaar
- WACC-disconteringsvoet: 4% en 8%
- Prijsontwikkeling warmte +/- 2% per jaar



Figuur 31: Gevoeligheid parameters op de aansluitbijdrage (BAK)

Bij de gevoeligheid is alleen de betreffende parameter gewijzigd, andere parameters zijn ongewijzigd

In de tabel staat de benodigde BAK (aansluitbijdrage bijdrage) weergegeven die nodig is om op een NCW van ongeveer 100.000 euro te komen.

Tabel 23: uitkomsten wijziging BAK bij verschillende parameters

parameters	negatief	BASIS	positief	negatief	BAK basis	positief
1 Fasering	in 10 jr	in 7 jr	in 4 jr	€ 5.350	€ 4.000	€ 3.400
2 Warmteafzet	27.801	34.402	41.702	€ 5.500	€ 4.000	€ 2.400
3 Elektriciteit index	2%	0%	-2%	€ 5.300	€ 4.000	€ 3.200
4 WACC	8%	6,1%	4%	€ 5.800	€ 4.000	€ 1.400
5 Warmte index	-2%	0%	2%	€ 6.850	€ 4.000	€ 100

Toelichting op de tabel:

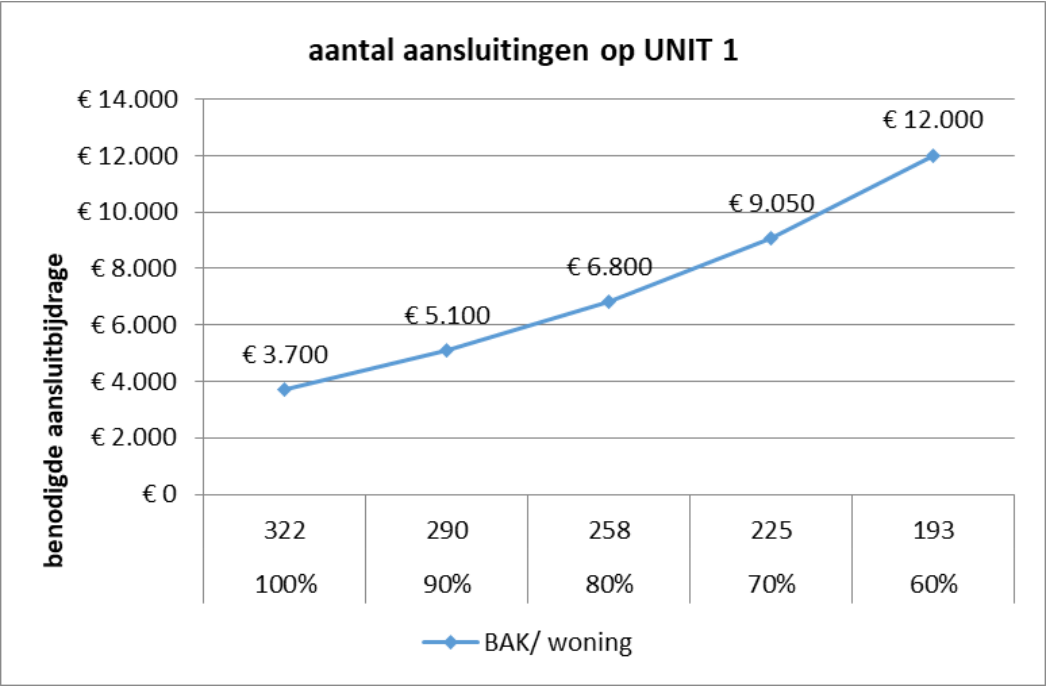
1. Fasering: in de business case is verondersteld dat woningen binnen 7 jaar worden aangesloten, uitgaande van ongeveer 150 woningen per jaar. In de gevoeligheid is nagegaan hoe de business case (BC) verandert als Heeg sneller wordt aangesloten (binnen 4 jaar) en wanneer het langer duurt voordat Heeg wordt aangesloten (in 10 jaar tijd). Een lagere aansluitperiode heeft een negatieve invloed op de BC. Om tot een netto contante waarde van ongeveer 100.000 euro te komen over een periode van 30 jaar met een disconteringsvoet van 6,1 % is er een hogere aansluitbijdrage nodig. Per bewoner een bedrag van 6.100 euro. Sneller aansluiten leidt tot een positievere BC. Een lagere aansluitbijdrage is dan nodig: 3.300 euro.
2. Warmteafzet: de warmte afzet van TEO wordt bepaald door de warmtevraag in Heeg. Na isolatie wordt er 34.400 GJ afgezet, hetgeen overeen komt met 40 GJ of ongeveer 1.325 m3 per woning per jaar. Als verdergaande isolatie tot een extra 20% van de warmtevraag leidt, hetgeen overeenkomt tot 1.100 m3 gas per woning dan is er een aansluitbijdrage nodig van 5.500 euro om de business case haalbaar te krijgen. Extra warmteafzet, doordat isolatie toch minder energie bespaard leidt tot een verlaging van de noodzakelijk aansluitbijdrage.
3. Een grotere prijsontwikkeling van de elektriciteitsprijs leidt tot een verslechtering van de TEO business cases
4. Een verlaging van de disconteringsvoet, WACC, leidt tot een betere case. Door de TEO installatie in eigendom te houden bij een plaatselijke energie coöperatie, kan wellicht gerekend worden met lagere WACC's dan als er een commerciële exploitatiemaatschappij in de installatie gaat investeren en exploiteren. Ook het wegnemen van bepaalde risico's, bijvoorbeeld het risico van de snelheid waarop woningen op de centrale worden aangesloten, kan leiden tot het hanteren van een lagere WACC, dat vervolgens leidt tot een lagere aansluitbijdrage.
5. De prijsontwikkeling van de warmteprijs heeft het grootste effect op de business case. Als bijvoorbeeld de warmteprijs wordt gekoppeld aan de gasprijsontwikkeling (dit vindt nu plaats bij het leveren van warmte vanuit grootschalige stadsverwarming), kan ook de warmteprijs sterk stijgen. Begin 2019 is de warmteprijs sterk gestegen, doordat de energiebelasting in de gasprijs sterk is verhoogd. Vanuit het oogpunt van de exploitant is dit een gunstige ontwikkeling, echter uit oogpunt van de bewoner die op een collectieve TEO is aangesloten niet. De warmteafnemer ziet zijn warmtekosten aanzienlijk toenemen. Door eigenaar te blijven van de warmtecentrale kunnen bewoners zelf bepalen hoe de warmteprijs ontwikkeling plaatsvindt. Door de warmteprijs ontwikkeling te koppelen aan de werkelijke energieprijswontwikkeling van de collectieve TEO (en dat is de elektriciteitsprijsontwikkeling), wordt voorkomen dat de warmteprijs in de toekomst sterk toeneemt. De bewoners als eigenaar van de TEO varianten kunnen in dit geval ook besluiten dat winsten van de TEO installatie worden gebruikt om korting op de warmteprijs te verstrekken.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de prijsontwikkeling van warmte en de WACC de grootste invloed hebben op de business case voor de centrale/ unit TEO varianten.

8.2. Kantelpunt

In onderstaande figuur staat de ontwikkeling van de BAK weergegeven als verschillende aantallen woningen worden aangesloten op Unit 1 TEO. Als alle woningen op de unit worden aangesloten zijn

dit 322 woningen. In dat geval zal de BAK 3.700 euro zijn. Als maar 60% van de woningen is aangesloten zal de BAK 12.000 euro zijn. Zichtbaar is dat het percentage aangesloten woningen in het net van grote invloed is op de BAK. Op welke BAK het kantelpunt zit is aan de belanghebbenden van het warmtenet.



Figuur 32: Kantelpunt warmtenet unit

9. Conclusie en aanbeveling

9.1. Algemeen en Milieu

Algemeen

- Ca. 40 % van de woningen in Heeg is al geschikt om aan te sluiten op een MT-verwarmingsnet
- De minste impact voor de bewoner is bij volledige warmtelevering. De gasmeter wordt hierbij door de afleverset vervangen
- Er is niet gerekend met koude levering, omdat hiervoor aparte leidingen moeten worden aangelegd (bij de collectieve TEO variant) en bestaande afgiftesystemen hiervoor doorgaans niet geschikt zijn
- Bij een bronnet kan wel van koeling gebruik worden gemaakt indien de woning een geschikt afgiftesysteem heeft. Een vloerverwarming systeem kan in dat geval in de zomer gebruikt worden voor koeling.

Milieu en Duurzaamheid

- Toepassing van TEO in combinatie van woningisolatie en 20 m² PV leidt tot 76% energiebesparing
- Voor 100% energie neutrale warmte is circa 24.500 m² dakoppervlak aan zon-PV nodig of 1 windmolen van 1.800 kW

Financieel

Uit oogpunt van exploitatiepartij:

- Haalbaar bij ACM-warmtetarieven en BAK volgens tabel 25
- Collectieve TEO-units (bij wijk) gunstigst
- SDE++ Aquathermie leidt tot forse verlaging van de BAK van ca. 70 % (collectieve TEO)

Tabel 24: BAK per woning bij varianten

	BAK woning (excl. BTW)
1. TEO WKO Centrale	€ 4.000
2. TEO WKO Unit 1	€ 3.700
3. TEO WKO bronnet	€ 4.950

Uit oogpunt van de bewoner

- Eenmalige kosten ca. 30 k€ (met isolatie) 19 k€ (zonder isolatie)
- Bij exploitatiebedrijf (ESCO) - met isolatie:
 - WKO/ TEO-centraal: eenmalige kosten 19 k€
 - Bronnet WP-individueel 27 k€
- Bij exploitatiebedrijf (ESCO) - zonder isolatie:
 - WKO/ TEO-centraal: eenmalige kosten 8 k€
 - Bronnet WP-individueel 16 k€

- Besparing over 20 jaar bij centrale WKO/TEO en Unit ongeveer gelijk aan eenmalige investering. Bij een bronnet is de besparing aanzienlijk lager.

Gevoeligheid

- Prijsontwikkeling van de warmte en de disconteringsvoet (WACC) hebben een grote invloed op de business case.

9.2. Antwoord op vragen uit de inleiding

De verdiepingsslag van de business case is uitgevoerd om antwoord te krijgen op de volgende vragen:

1. Klopt de indicatieve haalbaarheid? Hierbij is gekeken naar de detaillering en uitwerking ten aanzien van het technisch concept, investeringen en jaarlijkse kosten.

In vergelijking met de indicatie haalbaarheid "TEO Heeg 180912-DEF" is de gevraagde bijdrage aansluitkosten per woning voor de variant 1. Collectief TEO centraal gestegen van 3.500 naar 4.000 euro per aansluiting. Reden dat dit hoger uit valt is:

- a. Investering van de centrale is bij nader inzien hoger uitgevallen: 10,6 mln (7,1 mln. distributie net en 3,5 mln. centrale techniek), bij de indicatieve haalbaarheid 7,7 mln. Euro (5,8 mln. distributienet + 1,9 mln. centrale techniek).
- b. Hogere afzet: De energieafzet wordt hoger dan eerder aangenomen. Zelfs na isolatie tot isolatie label B is er meer warmte afzet vanuit de centrale.
- c. Hoger Warmteprijs door sterk gestegen gasprijs 2019: In combinatie met een hoger GJ prijs is de omzet hoger dan eerder aangenomen.

Rendement van de case blijft ongeveer gelijk.

2. Welke oplossing met betrekking tot de technische concepten, is het meest optimaal ten aanzien van de afstand van afnemers tot het, individueel of collectief systeem en is er behoefte aan koude-levering?

Voorkeur voor een TEO-unit variant. Een unit kan die specifieke warmte leveren die een bepaalde wijk vraagt. De impact voor de woning is beperkt, waarbij warmte wordt geleverd aan een wijk waar woningen minimaal isolatie label B of hoger hebben.

Uit de enquête blijkt er wel vraag naar koeling te zijn. De werkelijke jaarlijkse koelbehoefte blijkt uit andere bestaande projecten beperkt. Echter bestaande warmteafgifte systemen zijn niet geschikt om ook koeling mee te leveren. Extra koelleidingen en afgifte systemen zijn nodig om koeling vanuit TEO mogelijk te maken. Niet rendabel en daarom niet verder beschouwd.

3. Zijn alle kosten meegenomen? Niet alleen de kosten voor de opwekking, maar zijn ook de kosten voor de aanpassingen in de woningen meegenomen om een compleet beeld te krijgen? Hierbij wordt uitgegaan van algemene kosten die bij woningen kunnen worden verwacht. De kosten gelden niet voor individuele woningen. Elk huis is verschillend en leidt ook tot individueel verschillende kosten in de woning.

Aanvullende investeringen zijn nodig om bij oude niet goed geïsoleerde woningen tot een woning met label B te komen (circa 8.000 - 11.000 euro per woning, afhankelijk van grootte en huidige label van de woning). Door de warmtereductie is dit terugverdiend in een periode van 10 – 20 jaar.

4. Wat is nodig om een volledige duurzame warmte (en eventueel) koude voorziening in Heeg te krijgen, waarbij hulpenergie lokaal duurzaam wordt opgewekt?

Hiervoor is nodig dat:

- alle bewoners bereid zijn om over te stappen op warmte tegen een vooraf afgesproken warmtetarief
- dat bewoners bereid zijn om over te schakelen naar aardgasvrij (verbouwing in het huis, koken van gas naar elektrisch)
- bewoners met slechte geïsoleerde woningen bereid zijn om de schil te verbeteren tot minimaal isolatie label B
- er een exploitant bereid is om op basis van de BC te investeren en voor langere tijd de TEO variant tegen vooraf afgesproken tarieven te exploiteren. De exploitant kan een externe partij zijn of bestaan uit de duurzaamheidscoöperatie van Heeg.
- dat er een subsidie wordt verkregen die bewoners financieel ondersteunt bij het aanpassen van de woning
- dat banken bereid zijn hierin te financieren
- dat de nodige vergunningen (grondwater/ gebruik oppervlakte water) op het project worden verkregen.

Voorkeur gaat uit naar een TEO Unit, waarbij het aantal woningen en daarmee de warmtevraag groot genoeg is om maximaal rendement uit de bodem te halen. Men hoeft zich nog niet op geheel Heeg te richten, maar op een wijk waarvan bekend is dat een groot deel van de bewoners bereid zijn om op TEO over te stappen en waarvan alle woningen al een isolatie label B of hoger hebben (isolatie in de woningen is dan niet noodzakelijk en de werkzaamheden in de woningen blijven beperkt).

5. Hoeveel bewoners zijn minimaal nodig om tot een haalbaar project te komen?

Haalbaarheid hangt af van veel verschillende parameters: de disconteringsvoet waarop je toekomstige inkomsten contant maakt, prijsontwikkelingen etc. Daarnaast kunnen TEO Units worden gerealiseerd die niet heel Heeg beleveren, maar een wijk waarbij bewoners enthousiast zijn en woningen al isolatie B of hoger hebben (zie 4). Het aantal woningen zou dusdanig moeten zijn dat bronnen optimaal worden benut.

9.3. Aanbevelingen en vervolg

Geschiktheid woningen voor een aanvoertemperatuur van 70 °C:

- Sommige woningen met label C of D zouden in de praktijk wel geschikt kunnen zijn om verwarmd te worden met maximaal 70 °C. Dit moet worden getest door op koude dagen de ketel aanvoertemperatuur voor de betreffende woningen te maximaliseren op 70 °C.
- Bij de woningen die nog geïsoleerd moeten worden, wordt aangeraden de materialen en de werkzaamheden gezamenlijk in te kopen. Dit brengt een kostenvoordeel van ongeveer 20% teweeg.

Duurzaam Warmtenet

- De collectief units TEO geven de laagste aansluitbijdrages. Deze hebben ook het voordeel dat de TEO specifiek per wijk ontworpen kan worden. Zo hoeft bij het starten van de collectieve TEO Unit 1 niet gewacht te worden, totdat alle woningen in de wijk zodanig zijn geïsoleerd dat zij met een Midden Temperatuur warmteaansluiting comfortabel kunnen worden verwarmd. De woningen in de wijk zijn energetisch al dusdanig geïsoleerd (label B) dat zij direct niet extra geïsoleerd hoeven te worden en direct op TEO kunnen worden aangesloten.
- Alternatieve TEO variant: hybride TEO. Het doorvoeren van een schilverbetering van de woningen zodat ze allemaal geschikt zijn voor een aansluiting op een MT warmtenet zal een langdurig proces zijn. Door een centrale te realiseren, waarbij de warmte in het warmtenet op het moment dat het zeer koud is, naar Hoog Temperatuur warmte wordt gebracht kunnen ook nog niet geïsoleerde woningen direct op het warmtenet worden aangesloten. De temperatuur in het warmtenet zal dan afhankelijk van de buitentemperatuur worden geregeld. Als de buitentemperatuur toeneemt gaat de aanvoer temperatuur omlaag, waardoor de WP zo optimaal mogelijk wordt ingezet. Men moet er wel voor zorgdragen dat woningen in de loop van de tijd geschikt gemaakt worden voor MT verwarming zodat de inzet van de WP maximaal wordt.
- SDE++ subsidie maakt de TEO een stuk aantrekkelijker. Bij doorzetten van de plannen voor TEO in Heeg is het zaak een SDE aanvraag voor te bereiden. Naar verwachting wordt binnenkort meer bekend over de exacte invulling van de regeling voor aquathermie.

Energieneutrale warmte

- Het dakoppervlak van de woningen in Heeg is onvoldoende om de warmte energieneutraal te produceren met zonnepanelen. Hiervoor is additioneel (dak)oppervlak benodigd. Het is van belang om te onderzoeken van welk additioneel oppervlak gebruik kan worden gemaakt. Mocht er niet genoeg oppervlakte gevonden worden voor zonnepanelen is het een optie om de realisatie van een 1,8 MW-windturbine te onderzoeken.

Begrippenlijst

ACM	Autoriteit Consument en Markt
BAK	Bijdrage aansluit kosten of een eenmalige bijdrage bij de start van het project
BC	Business Case
EBITDA	Inkomsten voor aftrek van interest, belastingen, afschrijvingen en amortisatie, ofwel de operationele kasstroom (jaarlijkse omzet minus de operationele kosten)
Gelijktijdigheidsfactor	Doordat woningen niet gelijktijdig verwarmen kan er met een centrale oplossing gerekend worden met een gelijktijdigheidsfactor. Dit is de verhouding van het centraal opgestelde verwarmingsvermogen en de som van de individueel gevraagde vermogens van de afnemers. Voor de ruimteverwarming is de wijk is gerekend met een factor van 80%.
GIS	geografisch informatiesysteem
GJ	Gigajoule
HT warmte	Hoog Temperatuur warmte, 70 - 90°C warmte
kWhe	Kilowattuur per uur elektrisch
LT warmte	Laag Temperatuur warmte, 30-50 °C
MT warmte	Midden Temperatuur warmte, 40 - 70°C
MW	Megawatt
OPEX	Operationele kosten, zoals beheer en onderhouds en energiekosten
PV-panelen	Photovoltaïsche panelen of wel zonnepanelen
$q\sqrt{n}$	Met de formule $Q\sqrt{n}$ wordt het centraal benodigd opwekvermogen voor warmtapwater berekend, waarbij n het aantal woningen achter de opwekinstallatie is en Q het benodigd vermogen voor warmtapwaterbereiding van 1 woning
SDE	Subsidie Duurzame Energie
TEO	Thermische Energie uit Oppervlaktewater
TR	Technische ruimte
VR	Vastrecht
WACC	Disconteringsvoet, bepaalt in hoeverre toekomstige inkomsten en kosten contant gemaakt worden naar nu
WKO	Warmtekoudeopslag
WP	Warmtepomp
ZLT warmte	Zeer Lage Temperatuur warmte, 12 - 20 °C

BIJLAGE 1: Business Case Collectieve TEO - BASIS

				2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
totaal	aantal aansluitingen	[-]		864	130	112	78	216	153	108	28	39
woningen	aantal aansluitingen	[-]		864	130	112	78	216	153	108	28	39
warmte RV	vermogen	[kW]		5.926	1.111	836	530	1.344	834	937	140	195
warmte warm TW	vermogen	[kW]		20.736	3.120	2.688	1.872	5.184	3.672	2.592	672	936
koeling	vermogen	[kW]		-	-	-	-	-	-	-	-	-
warmte RV	afname	[GJ]		26.554	4.890	3.257	1.999	5.755	4.212	4.938	747	756
warmte warm TW	afname	[GJ]		7.848	1.213	1.008	702	1.944	1.377	1.001	252	351
koeling	afname	[GJ]		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energieconcept centraal												
Warmte												
Opgesteld vermogen		[%]		100%	50%	0%	50%					
Opgesteld vermogen		[kW]		5.446	2.723	0	2.723	0	0	0	0	0
Elektriciteit - inkoop												
Distributie warmte	0,018	[MWhe]		189	33	57	72	115	146	177	183	189
WP HT - GJ	3,50	[MWhe]		3.005	526	900	1.139	1.818	2.311	2.816	2.904	3.005
bronnen - leveren W	40,00	[MWhe]		188	33	56	71	114	144	176	182	188
bronnen - regeneratie	40,00	[MWhe]		188	33	56	71	114	144	176	182	188
regeneratie	0,010	[MWhe]		75	13	22	28	45	58	70	73	75
Totaal		[MWhe]		3.645	638	1.091	1.381	2.206	2.803	3.416	3.523	3.645
Investering												
indexering												
Totaal bronnen				€ 3.549.769	€ 2.252.061	€ 0	€ 1.297.707	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Warmte - distributienet	lonen en materialen	0%	1,0	2pijps	€ 4.504.164	€ 653.585	€ 458.785	€ 603.750	€ 1.157.855	€ 803.058	€ 566.131	€ 150.000
Warmte - aansluitingen - KV	lonen en materialen	0%	€ 3.000	/aansl.	€ 2.592.000	€ 390.000	€ 336.000	€ 234.000	€ 648.000	€ 459.000	€ 324.000	€ 84.000
Totaal transport en aansluiting				€ 7.096.164	€ 1.043.585	€ 794.785	€ 837.750	€ 1.805.855	€ 1.262.058	€ 890.131	€ 234.000	€ 228.000
Totale investering				€ 10.645.932	€ 3.295.646	€ 794.785	€ 2.135.457	€ 1.805.855	€ 1.262.058	€ 890.131	€ 234.000	€ 228.000
Totale herinvestering aansluiting	lonen en materialen	0%	€ 2.000		€ 1.728.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Eenmalige bijdrage - woning warmte	lonen en materialen	0%	€ 4.000	/aansl.	€ -3.456.000	€ -520.000	€ -448.000	€ -312.000	€ -864.000	€ -612.000	€ -432.000	€ -112.000
Netto investering					€ 2.775.646	€ 346.785	€ 1.823.457	€ 941.855	€ 650.058	€ 458.131	€ 122.000	€ 72.000
Jaarlijkse omzet												
indexering												
warmte												
Totaal jaarlijkse omzet				€ 1.199.731	€ 202.330	€ 353.280	€ 452.057	€ 730.780	€ 931.387	€ 1.119.919	€ 1.156.072	€ 1.199.731
Jaarlijkse exploitatie kosten												
Totaal variabele energiekosten				€ 236.997	€ 44.220	€ 73.310	€ 91.904	€ 144.754	€ 183.024	€ 222.347	€ 229.204	€ 236.997
Totaal vaste onderhoudskosten				€ 334.948	€ 94.819	€ 120.660	€ 202.864	€ 254.599	€ 291.287	€ 320.329	€ 327.036	€ 334.948
Totale exploitatiekosten				€ 571.946	€ 139.039	€ 193.970	€ 294.768	€ 399.353	€ 474.310	€ 542.676	€ 556.239	€ 571.946
EBITDA				€ 627.785	€ 63.291	€ 159.310	€ 157.289	€ 331.427	€ 457.077	€ 577.244	€ 599.833	€ 627.785
Afschrijving						€ 185.043	€ 208.162	€ 329.726	€ 392.516	€ 435.853	€ 466.395	€ 474.529
Boekwaarde					€ 2.775.646	€ 2.937.388	€ 4.552.683	€ 5.164.813	€ 5.422.354	€ 5.444.631	€ 5.100.236	€ 4.697.707
BEDRIJFSRESULTAAT (EBIT)					€ 63.291	€ -25.733	€ -50.873	€ 1.701	€ 64.560	€ 141.390	€ 133.437	€ 153.256
EIA (als perc. Van de nettoe investering)	80%	41,5%			€ 921.515	€ 115.133	€ 605.388	€ 312.696	€ 215.819	€ 152.099	€ 40.504	€ 23.904
belastbare deel					€ -858.224	€ -140.866	€ -656.261	€ -310.995	€ -151.259	€ -10.709	€ 92.933	€ 129.352
Vpb		25,50%			€ -218.847	€ -35.921	€ -167.347	€ -79.304	€ -38.571	€ -2.731	€ 23.698	€ 32.985
kasstroom					€ -2.493.508	€ -151.554	€ -1.498.822	€ -531.124	€ -154.410	€ 121.843	€ 454.135	€ 522.800
contantewaarde		6,10%			€ -2.350.149	€ -134.629	€ -1.254.885	€ -419.116	€ -114.841	€ 85.410	€ 300.039	€ 325.546
NCW					€ -2.350.149	€ -2.484.778	€ -3.739.663	€ -4.158.779	€ -4.273.620	€ -4.188.210	€ -3.888.171	€ -3.562.625
NCW				€ 100.236								
IRR				6,29%								