

Verkenning duurzame warmte Gasthuissite

Interreg 2 Seas Mers Zeeën SHIFFT

European Regional Development Fund

Project: Mechelen Zwartzustervest
Documentnr: 20-29-RAP-1-A
Datum: 23-nov-2020
Auteur(s): Niels Wouters (Kelvin Solutions)
Hartwin Leen (Kelvin Solutions)

Inhoud

1 Context en situering	3
1.1 Situering opdracht.....	3
1.2 Doel van de opdracht	3
1.3 Projectgegevens	4
1.3.1 Programma site	4
1.3.2 Publiek domein.....	4
2 Haalbaarheidsstudie Zwartzustervest.....	5
2.1 Opbouw inschatting verbruiksgegevens	5
2.1.1 Projectomschrijving.....	5
2.1.2 Kengetallen.....	6
2.1.3 Simulatie.....	7
2.2 Geëvalueerde technieken	8
2.2.1 Warmte technieken.....	8
2.2.2 Koude technieken.....	8
2.2.3 Elektriciteit technieken.....	9
2.3 Vergelijking systemen.....	9
2.3.1 Overzicht.....	9
2.3.2 Scenario 1-REF: Collectieve stookplaats op gas	10
2.3.3 Scenario 2: Collectieve stookplaats KWO.....	10
2.3.4 Scenario 3: Collectieve stookplaats BEO	11
2.3.5 Scenario 4: Collectieve stookplaats WKK & Bijstook.....	12
2.3.6 Scenario 5: Collectieve stookplaats BEO & Bijstook.....	13
2.3.7 Scenario 6: Collectieve stookplaats WKK & warmtenet ready.....	13
2.3.8 Scenario 7: Collectieve stookplaats BEO & warmtenet ready.....	14
2.4 CAPEX analyse	14
2.5 IRR-bereik	15
3 Conclusies en adviezen.....	17

1 Context en situering

1.1 Situering opdracht

De site Zwartzustersvest, gelegen in het bouwblok tussen Zwartzustersvest, Keizerstraat, Blokstraat en Zwartzustersberg, bevindt zich aan de rand van het historisch centrum van Mechelen, langsheen de Vesten en vlakbij het station Nekkerspoel. De ziekenhuisactiviteiten die een groot gedeelte van het bouwblok in beslag namen, zijn in 2018 verhuisd naar de nieuwe ziekenhuiscampus AZ Sint-Maarten. Na de verhuis van het ziekenhuis kwamen stad Mechelen en Zorgbedrijf Rivierenland tot een akkoord om het Hof van Egmont, momenteel gelegen aan de Speecqvest, te verhuizen naar de site Zwartzustersvest.

Een haalbaarheidsstudie, uitgevoerd in 2019 door studiebureau Kelvin Solutions, onderzocht de kansen voor groene warmte op gebouwniveau en op wijkniveau voor de site Zwartzustersvest. In de haalbaarheidsstudie werd er nog uitgegaan van een grondige renovatie van het voormalig ziekenhuis. Uit analyse bleek dat afbraak van de bestaande gebouwen en de bestaande parking de beste garantie geven voor een duurzaam WZC en een kwalitatieve ruimtelijke invulling van de site.

Het nieuwe uitgangspunt is een nieuwbouw voor het woonzorgcentrum WZC Hof van Egmont, een private residentiële ontwikkeling en een groene publieke ruimte. Momenteel bevindt het stadsontwikkelingsproject zich in masterplan-fase. Dit biedt de gelegenheid om de studie van Kelvin Solutions aan te vullen zodat er een duidelijk gedefinieerde ambitie en eisen kunnen vooropgesteld worden inzake duurzame warmte en koude voor de volgende fase(n) van het proces.

1.2 Doel van de opdracht

Het doel van deze studie is om enkele concrete scenario's voor collectieve en/of fossielvrije warmte en koude oplossingen voor de site Zwartzustersvest met elkaar te vergelijken. Hierbij wordt een inschatting gemaakt van de (technisch-economische) haalbaarheid en impact op vlak van energieprestatie, CO₂ uitstoot en andere effecten. Deze scenario's worden vergeleken met een referentiescenario (waarbij met minimale kosten wordt voldaan aan de wetgeving). Concreet worden de volgende scenario's gevraagd:

- A. Minimum conform wettelijk kader
- B. Optimalisatie op projectniveau
- C. Voorgaande gekoppeld aan enkele beperkte maar belangrijke energievragen uit de buurt
- D. Ruimer op wijkniveau (quid financiering) tot zelfs stadsnet

Vanuit de verkennende analyse wordt de basis gelegd voor een onderbouwde keuze tussen verschillende scenario's. Er wordt daartoe een beperkte technische uitwerking gekoppeld aan een evaluatie in relatieve termen. geen diepgaande technische uitwerking verwacht, maar wel in relatieve termen een evaluatie van deze scenario's.

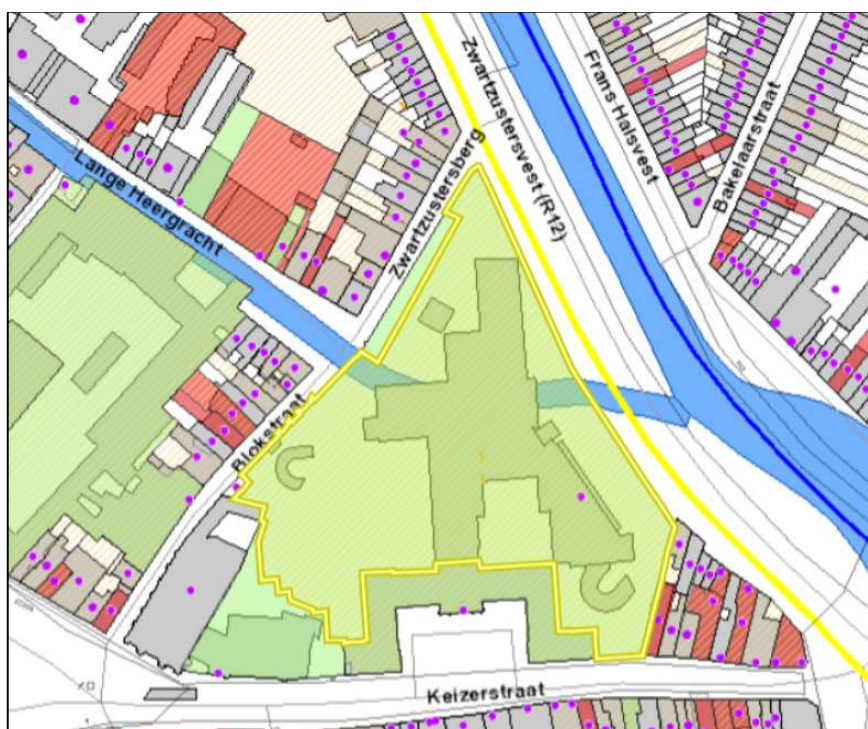
1.3 Projectgegevens: herbestemming site Zwartustersvest na afbraak ziekenhuisgebouwen

1.3.1 Programma site

- De totale oppervlakte van het terrein bedraagt 13.232 m²
- Woonzorgcentrum Hof van Egmont: vloeroppervlakte 17.000 à 18.000 m²
 - Kleinschalig wonen voor bewoners met dementie (112 bewoners); in te richten als 14 woningen van 8
 - 52 enkele woonzorgflats (40-45 m²) + 50 koppelwoonzorgflats (min 50 m²)
 - 2 dagverzorgingscentra
 - 10 kamers voor kortverblijf
- Private woonontwikkeling: het masterplan zal bepalen hoeveel ruimte voor woonontwikkeling mogelijk is. Daarom wordt voorlopig uitgegaan van +/- 60 wooneenheden à 100 m²
- Ondersteunende nevenfuncties zijn mogelijk, maar die zijn binnen de oppervlakte van woonontwikkeling te realiseren.
- Ondergrondse parking
- Aansluiting maken met leegstaand oude gasthuis in Keizerstraat: invulling nog niet bekend

1.3.2 Publiek domein

- Doorwaadbare site vanuit alle zijden
- Streven naar 50% open (groene) ruimte (deels privaat voor bewoners WZC: min. oppervlakte te bepalen door Zorgbedrijf)
- Gemeenschappelijke publieke ruimtes WZC te bepalen door Zorgbedrijf
- Ondergrondse parking zo veel mogelijk beperken onder bebouwde zone
- Vliet Lange Heergracht is momenteel ingebuisd



Figuur 1 Overzicht site

2 Verkennend onderzoek duurzame warmte Zwartzustervest

Er wordt een inschatting gemaakt van de (technisch-economische) haalbaarheid en impact op vlak van CO₂ uitstoot en andere effecten voor verschillende scenario's. Deze worden vergeleken met een referentiescenario (waarbij met minimale kosten wordt voldaan aan de wetgeving).

Om tot een onderbouwde inschatting te komen van het verbruik van het project werd geopteerd om te werken met kengetallen op m² basis vanuit studiewerk en gekende projecten met een gelijkaardige activiteit.

2.1 Opbouw inschatting verbruiksgegevens

2.1.1 Projectomschrijving

Figuur 2 geeft de functionele omschrijving met bijhorende oppervlakte en energetische uitrusting weer.

Functie	Oppervlakte	Woonequivalenten	Energetische uitrusting			
			Vloerverwarming	Koeling	Topkoeling	Elektriciteit
Woonzorgcentrum	18.000 m ²	220 WE	x	x ¹	x	x
Gezondheidscentrum	6.000 m ²	60 WE	x		x	x

¹ Koeling voor 2.000 m²

Figuur 2 Projectomschrijving Zwartzustervest

2.1.2 Kengetallen

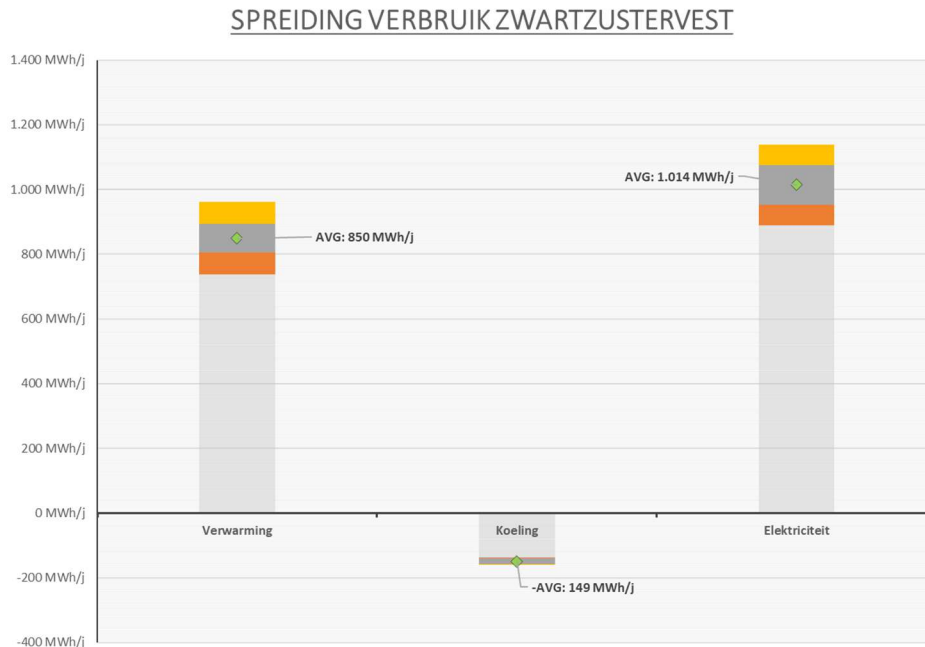
Figuur 3 geeft de gehanteerde kengetallen weer die aan de basis liggen van de onderbouwde inschatting van het verbruik.

Energie	Kengetal	Bron
Verwarming warmtevraag		
Min	21 kWh/m ²	EPB-verslaggeving gelijkende bebouwing
Max	29 kWh/m ²	EPB-verslaggeving gelijkende bebouwing
Sanitaire warmtevraag		
Min	850 kWh/j/inw	WZC: 1 inw/WE - GZHC: 1,1 inw/WE
Max	850 kWh/j/inw	WZC: 1 inw/WE - GZHC: 1,4 inw/WE
Koeling		
Min	12 kWh/m ²	EPB-verslaggeving gelijkende bebouwing
Max	12 kWh/m ²	EPB-verslaggeving gelijkende bebouwing
Topkoeling		
Simulatie	/	Dynamische simulatie debiet
Simulatie + 20%	/	Dynamische simulatie debiet +20%
Elektriciteit		
Min	40 / 20 kWh/m ²	ECN: Benchmark Energieverbruik - WZC // GZHC
Max	50 / 30 kWh/m ²	ECN: Benchmark Energieverbruik - WZC // GZHC

Figuur 3 Kengetallen verbruik simulatie

2.1.3 Simulatie

Figuur 4 toont het resultaat van de verbruiksanalyse op basis van kengetallen en de op dit moment best beschikbare informatie.



Figuur 4 Spreiding verbruikssimulatie

De methodiek rekent per verbruikscategorie het minimum en maximum kengetal door; wat zorgt voor een spreiding op de verbruiksgegevens. Per verbruikscategorie worden de scenario's, min-min; max-min; min-max; max-max weergegeven in een gestapelde grafiek (Figuur 4).

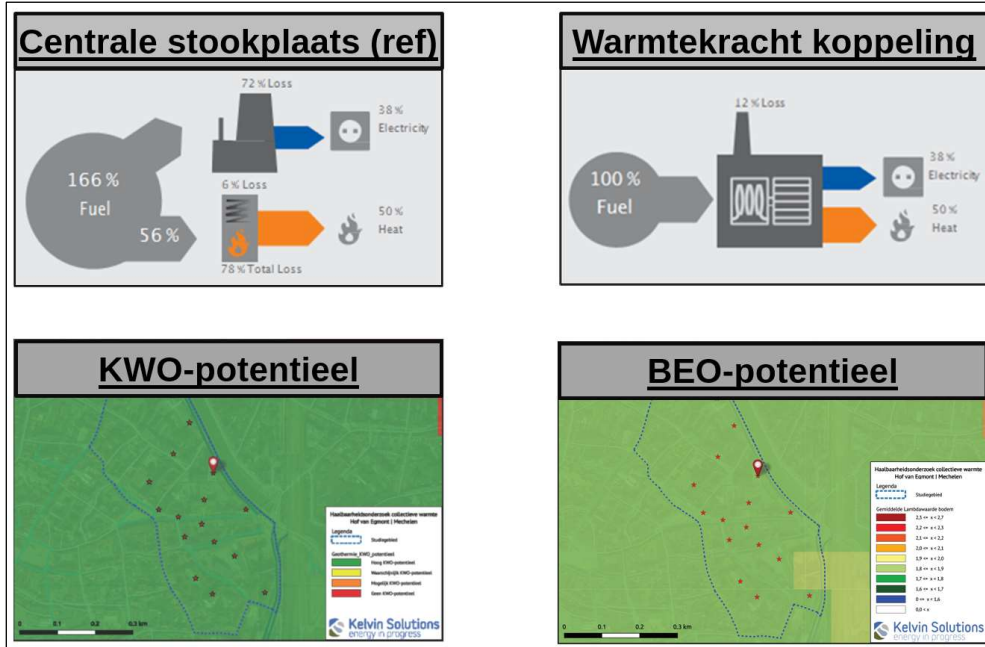
Vanuit resultaten van de verbruiksspreiding wordt het gemiddeld verbruik per verbruikscategorie weerhouden in de vervolg analyse (Tabel 1).

Tabel 1 Verbruiksinschatting Zwartzustervest

Type	Geraamd gemiddeld verbruik [MWh / j]
Verwarming	850
Koeling	149
Elektriciteit	1014

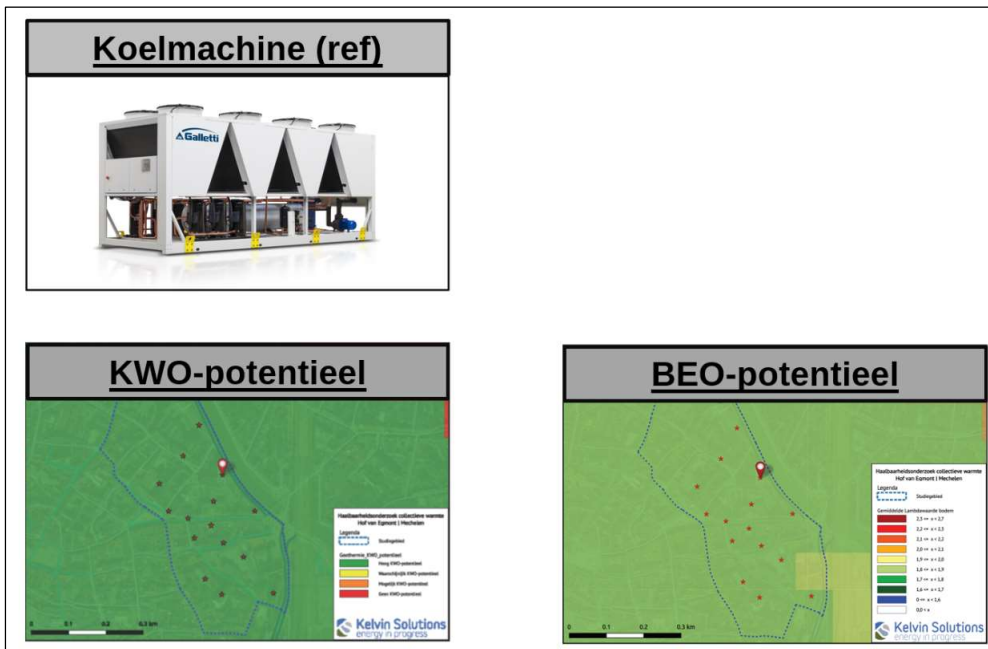
2.2 Geëvalueerde technieken

2.2.1 Warmte technieken



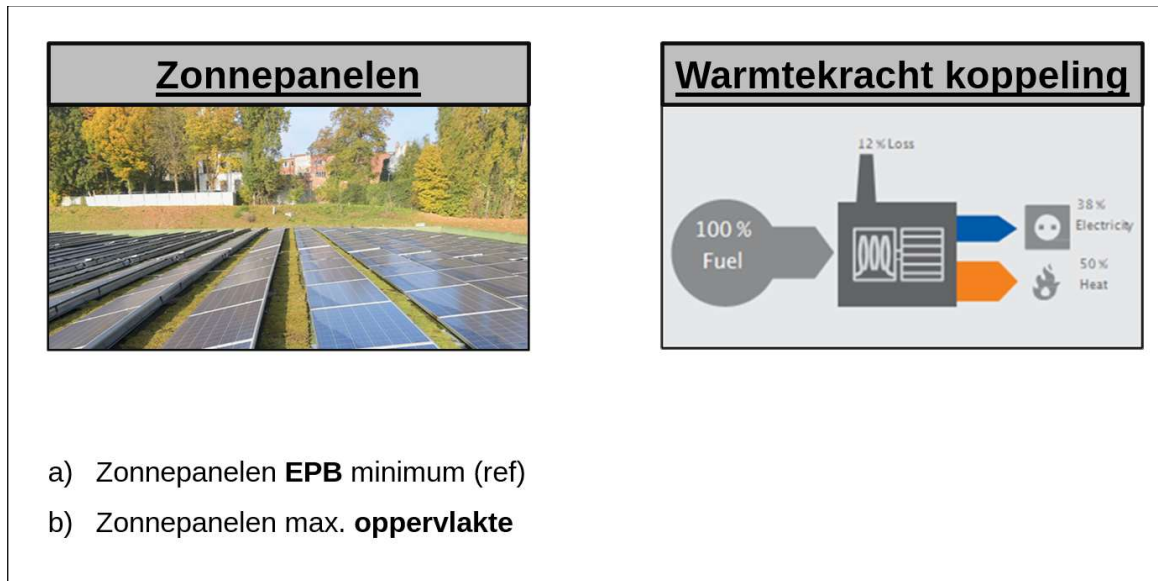
Figuur 5 Warmte technieken Zwartzustervest

2.2.2 Koude technieken



Figuur 6 Koude technieken Zwartzustervest

2.2.3 Elektriciteit technieken



Figuur 7 Elektriciteit technieken Zwartzustervest

2.3 Vergelijking systemen

2.3.1 Overzicht

VERGELIJKING SYSTEMEN						KWALITATIEF	
	SCENARIO 1 - REF	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	SCENARIO 5	SCENARIO 6	SCENARIO 7
	Collectieve stookplaats op gas	Collectieve stookplaats KWO	Collectieve stookplaats BEO	Collectieve stookplaats WKK & bijstook	Collectieve BEO - bijstook installatie	Collectieve stookplaats WKK + warmtenet ready	Collectieve stookplaats BEO + warmtenet ready
A BESCHRIJVING							
Warmte							
Productiebron	Centrale gascondensatieketels	Centrale KWO installatie	Centrale BEO installatie	Centrale WKK installatie	Centrale BEO + bijstook	Centrale WKK installatie	Centrale BEO installatie
Distributie	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair	Voerverwarming & Combilus sanitair
Warmte uit/koppeling	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Warmtewisselaar bi-directioneel	Warmtewisselaar bi-directioneel
Koude							
Productiebron	Centrale koelmachine - actief	KWO - passief	BEO - passief	Centrale koelmachine - actief	BEO - passief	Centrale koelmachine - actief	BEO - passief
Distributie	Vloerkoeling en topkoeling	Vloerkoeling en LT topkoeling	Vloerkoeling en LT topkoeling	Vloerkoeling en topkoeling	Vloerkoeling en LT topkoeling	Vloerkoeling en topkoeling	Vloerkoeling en LT topkoeling
Elektriciteit							
Productiebron	Zonnepanelen	Zonnepanelen	Zonnepanelen	WKK, event. PV	Zonnepanelen	WKK	Zonnepanelen
Leveringsomvang							
Omvang	Site	Site	Site	Site	Site	Site + omgeving	Site + omgeving

Figuur 8 Overzicht systeem scenario's

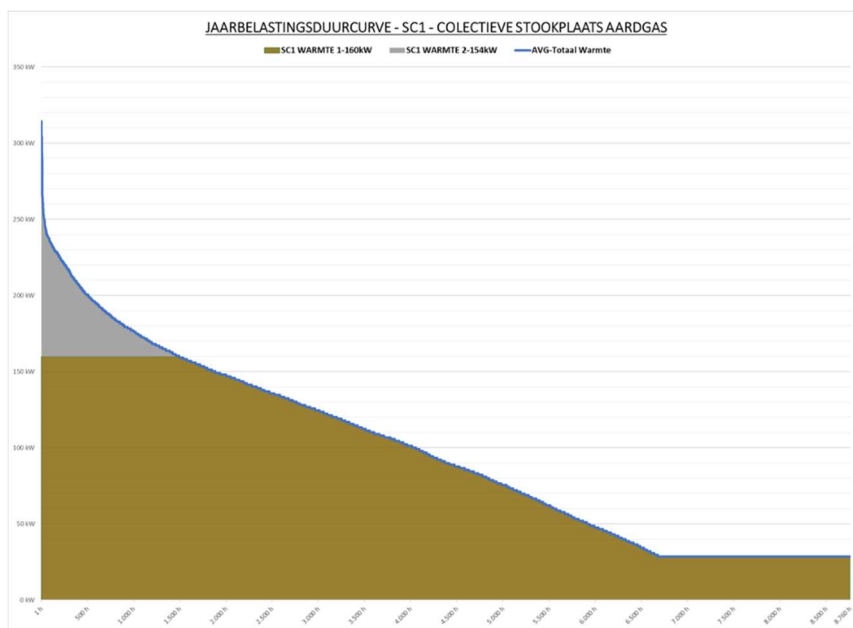
2.3.2 Scenario 1-Referentie: Collectieve stookplaats op gas

Scenario 1 vormt het referentie scenario in de analyse. Hierbij wordt gewerkt met een collectieve stookplaats op gas die instaat voor de warmtevraag van het gebouw met een lage temperatuur afgiftenet.

De koelvraag wordt ingelost door een luchtwater koelmachine. Om conform de EPB-richtlijnen te bouwen wordt een zonnepaneel installatie gebruikt van 505 kWp.

C EPB-rapportage						
EPB uitrusting	SCENARIO 1 - REF	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	SCENARIO 5	
EPB uitrusting	394.105 €	600.600 €	600.600 €	475.850 €	600.600 €	
Zonnepaneel installatie	505.263 Wp	770.000 Wp	770.000 Wp	610.064 Wp	770.000 Wp	
[€/Wp]	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	
TOTAAL ZONNEPANELEN	394.105 €	600.600,00 €	600.600,00 €	475.849,78 €	600.600,00 €	

Figuur 9 Zonnepaneel uitrusting



Figuur 10 Scenario 1 - Jaarbelastingduurcurve

2.3.3 Scenario 2: Collectieve stookplaats KWO

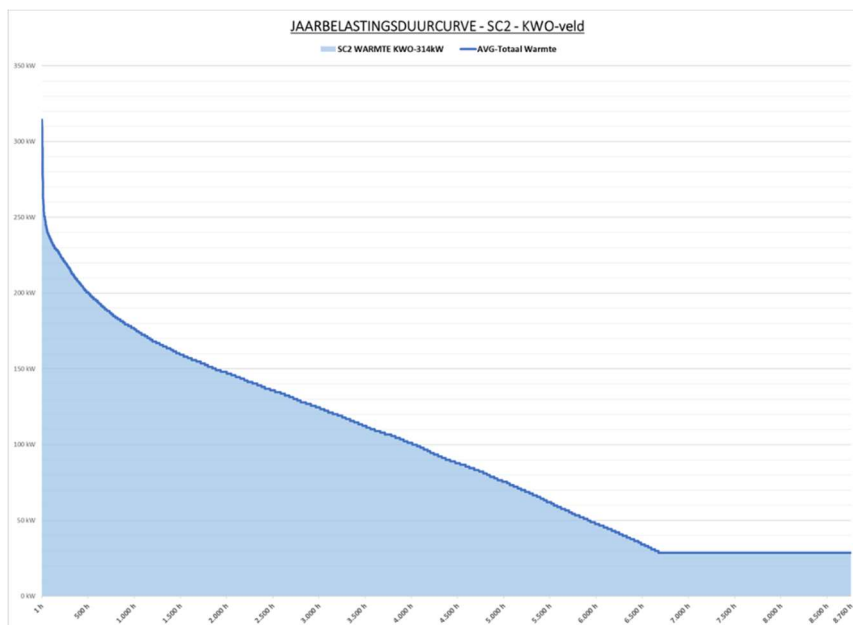
In dit scenario wordt een KWO-installatie zo gedimensioneerd dat het vermogen toereikend is om de totale warmte- en koudevraag in te kunnen lossen.

Uit eerder studiewerk blijkt dat de ondergrond een hoge kans biedt voor toepassing van KWO. Het grote voordeel van een KWO-installatie is dat er geen lineair verband aanwezig is tussen het opschalen in vermogen en de meerinvestering voor een grotere installatie. Gelet op de omvang van de site, zorgt dit voor een gunstige ondiepe-geothermie installatie qua investering.

Voor de productie van elektriciteit wordt de zonnepaneel installatie vanuit de referentie vergroot naar een maximum installatie binnen de geraamde oppervlakte (ingeschatte dakoppervlakte van 6.000 m²).

In Mechelen loopt een geologische scheiding waarbij publieke data de regio inkleurt in een deel met “hoog potentieel voor KWO” en een deel met “mogelijk of geen potentieel voor KWO”. In de directe omgeving van de site is momenteel een minder goede ervaring met vervuiling van een KWO-installatie.

Uit diverse gesprekken met betrokkenen werd gealludeerd om het KWO-scenario te verlaten. De discussie met betrokken aannemers loopt nog, en het ligt voor de hand dat daarbij (ook) de geologische situatie wordt aangegrepen als basis voor de problematiek. De vraag kan echter gesteld worden in welke mate KWO als technologie voor heel Mechelen dient uitgesloten te worden op basis van één minder goede ervaring. Verder onderzoek (gedetailleerd op de site zelf), technologische vooruitgang, andere marktervaringen, ... zouden immers een ander licht op de problematiek kunnen werpen. Zeker de gunstige schaalvoordelen bij grotere ondiepe geothermie installaties zouden kunnen pleiten om ook dit scenario in overweging te nemen.



Figuur 11 Scenario 2- Jaarbelastingduurcurve

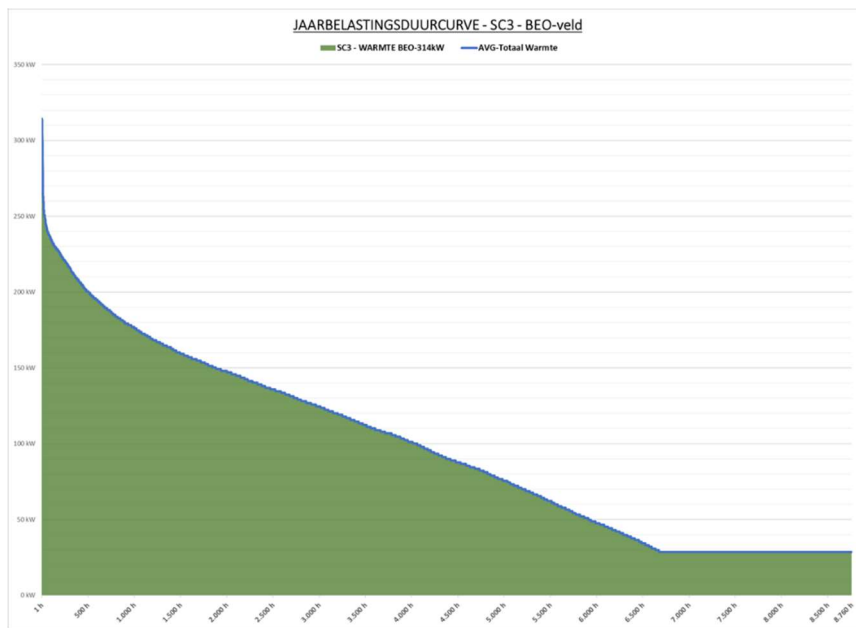
2.3.4 Scenario 3: Collectieve stookplaats BEO

In dit scenario wordt een BEO-installatie zo gedimensioneerd dat het vermogen toereikend is om de totale warmte- en koudevraag in te kunnen lossen.

Uit eerder studiewerk blijkt dat de ondergrond geschikt is voor het toepassen van een BEO-installatie. De geleidbaarheid van de geologische formatie is van matig tot gemiddelde kwaliteit wat maakt dat voor het behalen van een bepaald vermogen een hoog aantal boringen noodzakelijk zijn.

Bij een BEO-installatie is er een lineair verband tussen het benodigd vermogen, het aantal boringen en de benodigde investering.

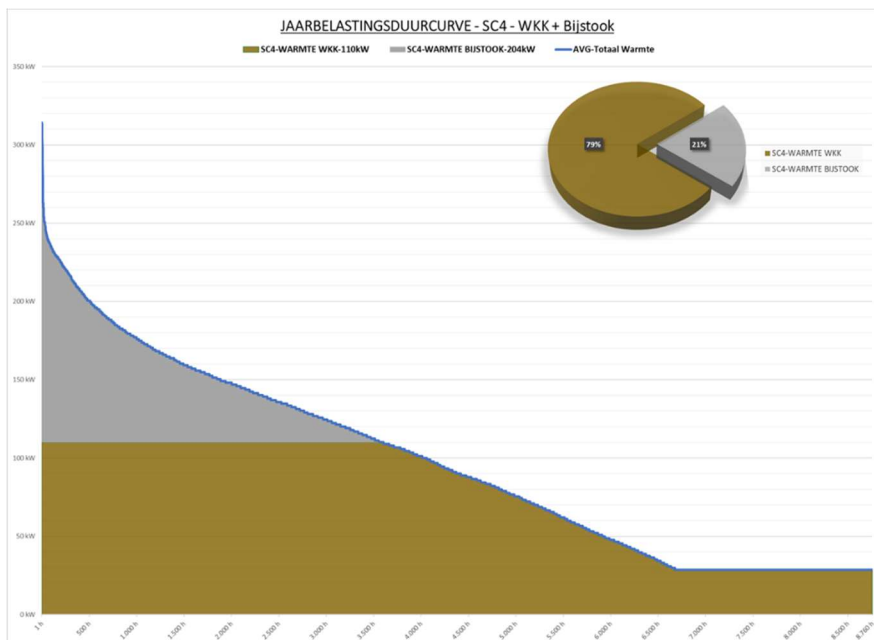
Voor de productie van elektriciteit wordt de zonnepaneel installatie vanuit de referentie vergroot naar een maximum installatie volgens oppervlakte, nu ingeschat met een dakoppervlakte van 6.000 m².



Figuur 12 Scenario 3- Jaarbelastingduurcurve

2.3.5 Scenario 4: Collectieve stookplaats WKK & Bijstook

Scenario 4 maakt gebruik van een WarmteKrachtKoppeling in combinatie met een bijstook installatie voor het opvangen van piekverbruiken op vlak van warmte. De WKK zal instaan voor de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit.



Figuur 13 Scenario 4 – Jaarbelastingduurcurve (indicatief, zonder buffer gerekend)

Hierbij zal de WKK met de huidig geraamde verbruiken instaan voor een warmteproductie van ongeveer 79%. Het warmtevermogen van de WKK werd afgestemd zodat het aantal draaiuren zich

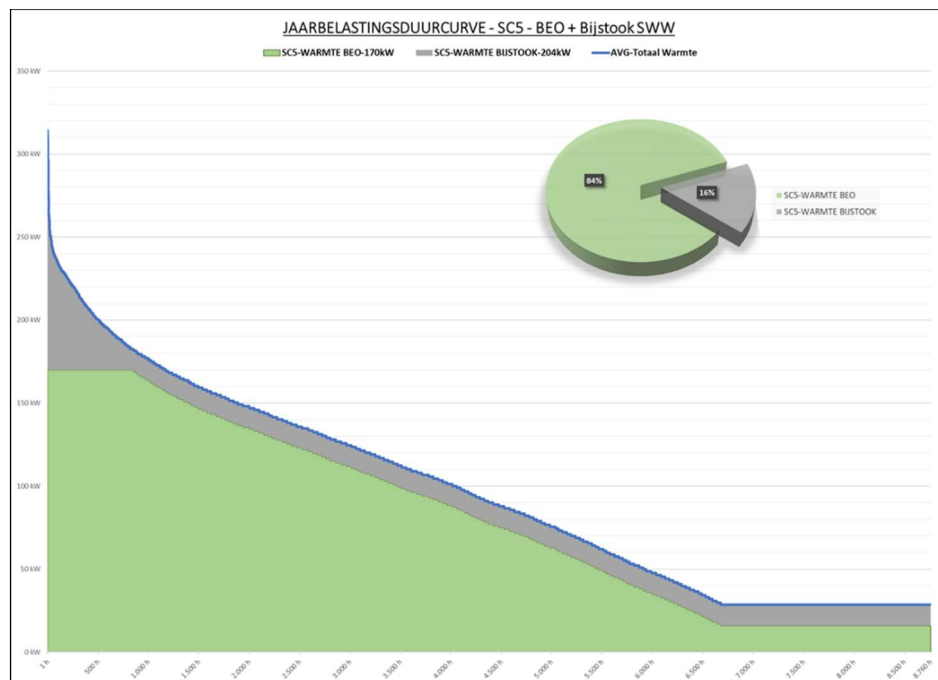
tussen de 5.000 – 6.000 h zit, wat noodzakelijk is om een WKK-installatie economisch interessant uit te baten. Eventuele optimalisaties met bufferwerking werden buiten beschouwing gelaten.

De koelvraag wordt ingelost door een luchtgekoelde koelmachine. Bijkomend wordt de rest elektriciteitsvraag weggewerkt met een zonnepaneel installatie waarbij productie en restverbruik in balans zijn.

2.3.6 Scenario 5: Collectieve stookplaats BEO & Bijstook

Zoals besproken in scenario 3 is er een quasi lineair verband tussen de investeringskost en het benodigd vermogen bij BEO. Om verder economisch te optimaliseren wordt in scenario 5 gewerkt met een bijstook installatie met gascondensatieketels die een gedeelte van de vraag invult.

De bijstook installatie heeft tot doel een gedeelte van de sanitaire warmtevraag in te vullen en om de piekvraag aan ruimteverwarming gedurende een beperkte aantal bedrijfsuren in te vullen.



Figuur 14 Scenario 5 - Jaarbelastingduurcurve

Door te kiezen voor een bijstook installatie met ongeveer eenzelfde vermogen als BEO-veld, halveert de investering voor het BEO-veld. Hierbij zal het merendeel van de warmtevraag worden ingevuld door de BEO-installatie.

Op vlak van koude zal de BEO-installatie instaan voor de invulling van de koudevraag.

Op elektrisch vlak wordt opnieuw gewerkt met een zonnepaneel installatie gedesigned op een maximum aan oppervlakte van 6.000 m².

Bijkomend scoort deze installatie goed op vlak van betrouwbaarheid.

2.3.7 Scenario 6: Collectieve stookplaats WKK & warmtenet ready

Scenario 6 wordt enkel beschrijvend toegelicht. De WKK zoals opgenomen in scenario 4 wordt aangepast zodat bi-directionele warmtelevering mogelijk wordt. Hierbij kan ervoor geopteerd worden om de WKK groter te dimensioneren waardoor een groter gedeelte van de elektriciteitsvraag kan worden ingevuld en waarbij het “warmte overschot” naar een naburig gelegen verbruiker of een passerend warmtenet kan worden uitgekoppeld. Op dat moment wordt een hefboom gecreëerd naar die omliggende gebruikers (de meer-investering voor de mogelijkheid tot warmtelevering is marginaal in vergelijking tot bijkomend beschikbare voordelige warmte).

Dit scenario vraagt een detail analyse van de verbruiksgegevens en de technische infrastructuur van mogelijke gebruikers in de directe omgeving.

2.3.8 Scenario 7: Collectieve stookplaats ondiepe geothermie & warmtenet ready

Scenario 7 wordt enkel beschrijvend toegelicht. De ondiepe geothermie installatie wordt ingericht zodat bi-directionele warmtelevering mogelijk wordt.

Daarbij is de installatie in staat om warmte op te nemen uit de omgeving (bv. bij een passerend warmtenet) of om warmteleveringen toe te laten naar de omgeving. Er wordt waarde gegenereerd omdat een buffer wordt gebouwd voor het warmtenet (mogelijkheid tot intelligente sturing en peak-shaving), daarnaast wordt een mogelijke onbalans voor de ondiepe geothermie installatie gereduceerd.

Op deze manier kan op momenten waarop het volle vermogen van de installatie niet wordt benut, de extra capaciteit worden aangewend om duurzame warmte te leveren naar de directe omgeving. Anderzijds kan op momenten waarbij het BEO-vermogen ontoereikend is, beroep worden gedaan op de omgeving om warmte te leveren.

Dit scenario vraagt een detail analyse van de verbruiksgegevens en de technische infrastructuur van mogelijke gebruikers in de directe omgeving.

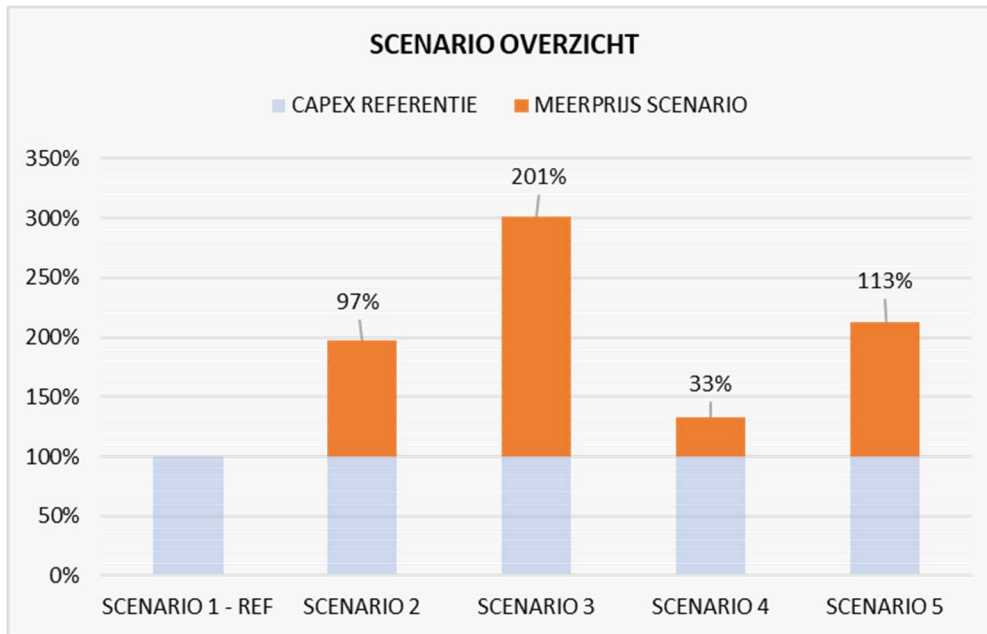
2.4 CAPEX analyse

In onderstaande tabel wordt de investering relatief uitgedrukt t.o.v. het referentie scenario. Hieruit kunnen volgende zaken worden vastgesteld:

- Een KWO installatie (scenario 2) geniet op vlak van investering de voorkeur voor eenzelfde vermogen t.o.v. een gelijkende BEO-installatie (scenario 3)
- Een WKK-installatie (scenario 4) heeft een beperkte meerkost t.o.v. de referentie gasgestookte installatie.
- Een gecombineerde BEO-installatie (scenario 5) met bijstook vergt een significant lagere investering dan zonder bijstook (scenario 3).

Voor de KWO-installatie kan ook gewerkt worden met een bijstook installatie om ze verdere optimalisaties toe te laten en de bedrijfszekerheid te verhogen. Wel zal het de relatieve CAPEX vermindering minder groot zijn dan in het BEO-scenario omdat bij een KWO-installatie geen lineair verband is tussen een toename in het vermogen en de toename in investeringskost. Dit verband is bij

een BEO-installatie wel aanwezig. Gelet op de bijkomende onzekerheid omtrent de performantie, werd deze piste niet verder uitgewerkt.



Figuur 15 CAPEX Analyse

2.5 IRR-bereik

Figuur 136 toont het IRR-bereik van de verschillende scenario's op het eigen vermogen. Daar de methodiek gericht is op het minimaliseren van variatie, blijft een bepaalde mate van onzekerheid aanwezig. Dit maakt dat de voorkeur werd gegeven om vanuit een sensitiviteit te werken met een IRR-bereik in plaats van een absolute IRR-waarde per scenario.



Figuur 13 Relatief IRR-bereik scenario's

Bepaalde scenario's komen in aanmerking voor bijkomende ondersteuningsmaatregelen.

SUBSIDIE aanmerking	SCENARIO 1 - REF	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	SCENARIO 5
CALL groene warmte ¹	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee
CALL groene stroom ²	Nee	Ja, > 40 kW	Ja, > 40 kW	Nee	Nee
Groenstroomcertificaten ²	Nee, vanaf 2021	Nee	Nee	Ja	Nee
Warmtekrachtcertificaten ³	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee

Nota 1 Call groene warmte VEA, toekenning projectsubsidie volgt uit een projectbeoordeling.

Nota 2 Vanaf 2021 PV via Call Groen stroom, max 22€/MWh - 20j voor PV > 40 kW // WKK via GSC

De steunmaatregelen die niet gebruik maken van een CALL-structuur werden in beschouwing genomen. Zo zijn enkel de ondersteunende maatregelen voor de WKK-installatie van scenario 4 in rekening gebracht in de rendementsanalyse.

Figuur 13 toont naast rendementsbereik ook een te verwachte CO₂-besparing t.o.v. het referentiescenario.

3 Conclusies en adviezen

- Ondiepe geothermie is kansrijk op de site.
- Afhankelijk van het beoogde rendement en de investeringshorizon zijn de duurzame varianten, met uitzondering van een volledig BEO-scenario, kostenneutraal of winstgevend te noemen t.o.v. het basis scenario.
- De investering voor een KWO-installatie is naar verwachting significant lager dan voor een gelijkaardige BEO-installatie. Dit scenario vertoont het grootste CO₂-besparingspotentieel. Ondanks eerdere mindere ervaring in Mechelen, lijkt het aannemelijk dat de techniek niet voor heel het grondgebied afgeschreven moet worden. Een meer gedetailleerd onderzoek lijkt dan ook aangewezen bij toekomstige projecten. Al ligt een en ander niet zo voor de hand binnen de voorliggende projectaanpak (derde partij constructie, waarbij randvoorwaarden en risico's specifiek te behandelen zijn).
- Wanneer gebruik gemaakt wordt van een piekinstallatie op aardgas, kan ook binnen een BEO-scenario geoptimaliseerd worden. Deze verbetert tevens de betrouwbaarheid van de installatie
- Een BEO-veld installatie met bijstook draagt, met de huidig beschikbare informatie, de voorkeur als scenario. Er wordt geen risico genomen naar geologie, er wordt een goede CO₂-besparing gerealiseerd, en de rentabiliteit is acceptabel. Aandachtspunt is het ruimtebeslag dat deze techniek bronzijdig nodig heeft, wat maakt dat deze techniek vroeg in het ontwerp dient geïntegreerd te worden.