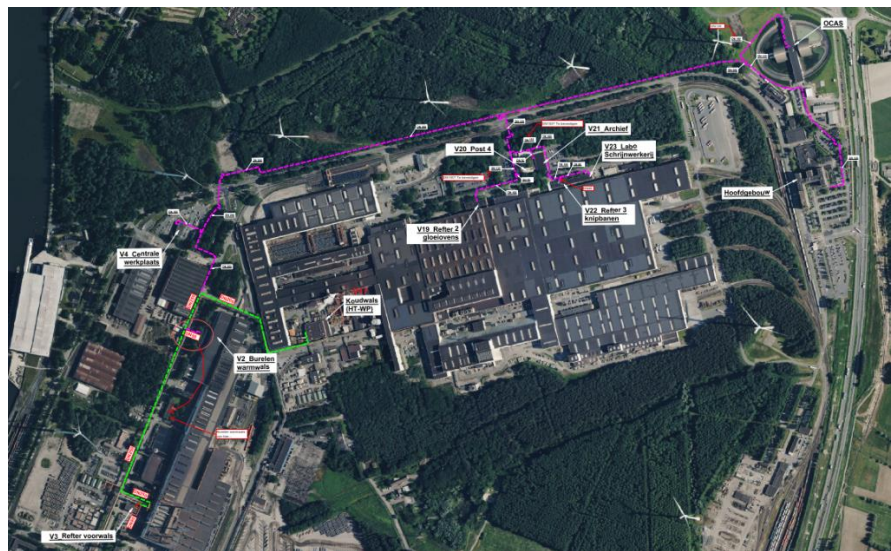


Energiestudie: Warmtenet ArcelorMittal Gent



Warmtenet Zelzate BV
Kempelaan 2A
2300 Turnhout

ArcelorMittal Belgium
John Kennedylaan 51
9042 Gent

Sweco bv
Antwerpen, 30/03/2026

Verantwoording

Titel : Energiestudie Warmtenet ArcelorMittal Gent
Projectnummer : 2711689001
Revisie : 0
Datum : 30/03/2026

Auteur(s) : Italo Brunello, William Mulkens
E-mail adres : Energiedeskundigen@swecobelgium.be

**Gecontroleerd en goed-
gekeurd door** : Tom Franssens

Contact : Sweco Belgium bv
Posthofbrug 2-4, bus 1
2600 Antwerpen (Berchem)
T +32 9 241 59 20
energy@swecobelgium.be
www.swecobelgium.be

Inhoudsopgave

1	CONTACTPERSONEN	4
1.1	ONDERNEMING	4
1.2	ENERGIEDESKUNDIGEN	4
2	AFKORTINGEN	5
3	INLEIDING	6
4	TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN HET PROJECT	7
4.1	SCOPE VAN DE ENERGIESTUDIE	7
4.2	TECHNIEKEN	7
4.2.1	<i>Algemeen</i>	7
4.2.2	<i>Warmteproductie</i>	8
4.2.3	<i>Pompen</i>	10
4.2.4	<i>Warmtenet en afnemers</i>	12
4.2.5	<i>Warmtepomp</i>	13
5	VERWACHT JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK	15
5.1	BEREKENINGSMETHODIEK	15
5.1.1	<i>Warmtevraag, beschikbare restwarmte en bijstook stoomcondensor</i>	15
5.1.2	<i>Warmtepomp, pompen en leidingverliezen</i>	15
5.2	RESULTATEN	16
6	ANALYSE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELN	20
6.1	BASISGEGEVENS VOOR DE BEREKENINGEN	20
6.2	AANPAK	21
6.2.1	<i>Referentiedocumenten voor de best beschikbare technieken, BBT)</i>	21
6.2.2	<i>Draft longlist</i>	21
6.2.3	<i>Gefinaliseerde longlist</i>	22
6.2.4	<i>Techno-economische evaluatie</i>	23
6.3	REEDS GEÏMPLEMENTEERDE MAATREGELN	24
6.3.1	<i>Voorkomen van vervuiling in de warmtewisselaar</i>	24
6.3.2	<i>Leidingen groter dimensioneren voor verminderd pompdebiet</i>	24
6.4	OVERZICHT MAATREGELN	24
6.5	WEERHOUDEN MAATREGELN	24
6.5.1	<i>MR1: Verhoging debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp</i>	25
6.6	NIET-WEERHOUDEN MAATREGELN	29
6.6.1	<i>MR2: Voorzien van een tweede warmtepomp op de koudwals</i>	29
6.6.2	<i>MR3: Implementatie van een warmtebuffer</i>	32
7	BIJLAGE A: LONGLIST	34

1 Contactpersonen

1.1 Onderneming

Hoofdzetel(s):

ArcelorMittal Belgium
John Kennedylaan 51
9042 Gent

Contactpersoon

Naam: Sam Hoste
Functie: Energy & CO2 Manager
Tel: +32 9 347 5595
E-mail: sam.hoste@arcelormittal.com

Warmtenet Zelzate BV
Kempenlaan 2A
2300 Turnhout

Contactpersoon

Naam: Jessica Reznor
Functie: Senior Project Manager District Heating
Tel: +32 3 210 07 20
E-mail: jessica.reznor@storm.be

1.2 Energiedeskundigen

Bedrijf: Sweco Belgium bv
Posthofbrug 2-4, bus 1
2600 Antwerpen (Berchem)
Energiedeskundigen@swecobelgium.be

Naam: Tom Franssens
Functie: Energy consultant
Gsm: +32 476 50 43 62
E-mail: tom.franssens@swecobelgium.be

Naam: Italo Brunello
Functie: Energy consultant
Gsm: +32 475 82 76 12
E-mail: italo.brunello@swecobelgium.be

Naam: William Mulkens
Functie: Energy consultant
Gsm: +32 494 11 92 29
E-mail: william.mulkens@swecobelgium.be

2 Afkortingen

AMG ArcelorMittal Gent

3 Inleiding

Deze energiestudie kadert binnen de omgevingsvergunningsaanvraag voor de aanleg van een warmtenet op de site van ArcelorMittal (AMG) en OCAS in Gent. Het doel van dit warmtenet is om voor verschillende gebouwen over te stappen van verwarming en sanitair warm water op basis van stookolie naar verwarming en sanitair warm water op basis van restwarmte. Het net wordt gevoed met restwarmte uit de warmwalserij. Een stoomketel wordt voorzien als back-up indien onvoldoende restwarmte beschikbaar is. Om ook het verwarmingsnet van de koudwalserij te koppelen op het warmtenet, wordt ter hoogte van deze gebruiker een warmtepomp voorzien.

Met deze studie wordt gevolg gegeven aan de vereisten van het Energiebesluit (19.11.2010): voor een verandering aan een bestaande installatie of een uitbreiding, die een finaal verbruik van tenminste 10 TJ per jaar met zich meebrengt, moet bij de vergunningsaanvraag een energiestudie gevoegd worden. Hierin moet de exploitant motiveren dat de in bedrijf te stellen inrichting de meest energie-efficiënte inrichting is die economisch haalbaar is. Energie-efficiëntere installaties die beschikbaar zijn op de markt of maatregelen die extra genomen kunnen worden om de energie-efficiëntie van de inrichting te verhogen, dienen een interne rentevoet na belastingen van minstens 13% te halen opdat zij worden opgenomen.

Meer informatie over het besluit energieplanning:

Sinds oktober 2004 legt het besluit energieplanning een aantal verplichtingen met betrekking tot energie-efficiëntie op aan ingedeelde energie-intensieve inrichtingen. Door codificatie van alle energieregelgeving in één Energiedecreet en één Energiebesluit, vindt u de artikels met betrekking tot het oude besluit energieplanning, nu in de artikelen vanaf 6.5.1 van het Energiebesluit van 19 november 2010.

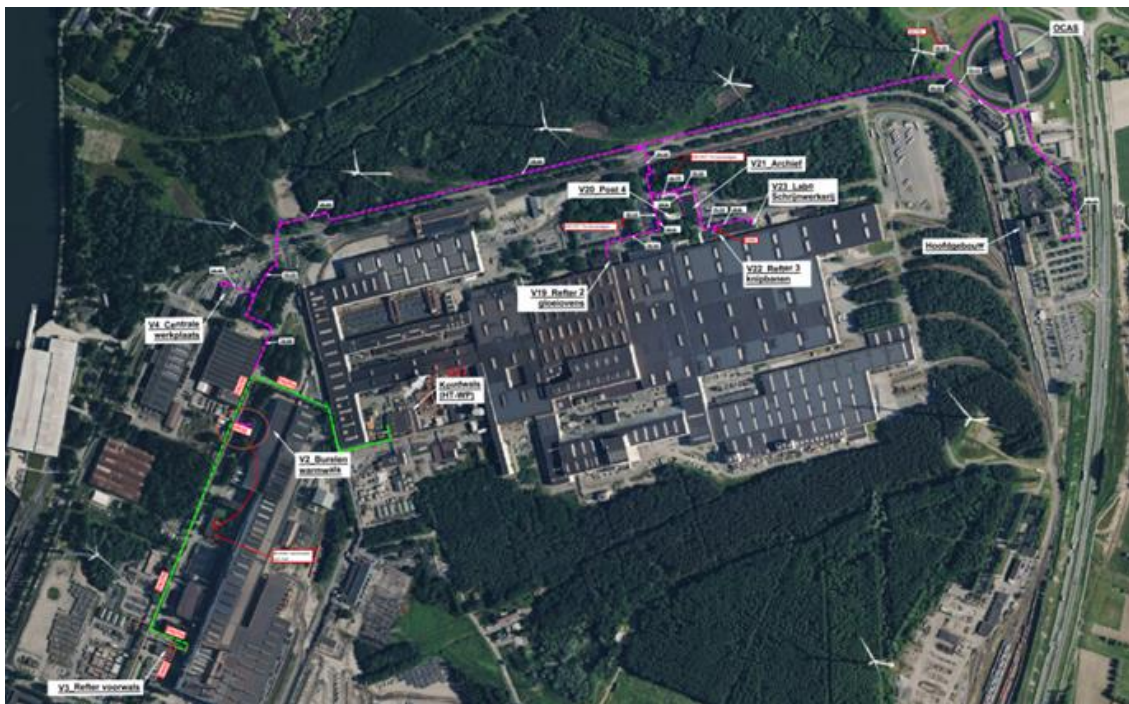
Met het besluit energieplanning wordt uitvoering gegeven aan de Europese IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control)-richtlijn (96/61/EC), die de lidstaten verplicht om in het kader van de milieuwetgeving ervoor te zorgen dat zowel bij de uitbating van de inrichting als bij de vergunningsaanvraag voor een nieuwe inrichting rekening wordt gehouden met de energie-efficiëntie van de installaties.

Bron: <https://www.vlaanderen.be/veka/beleid/energie-en-klimaatbeleid-voor-ondernemingen/energiebeleid-voor-energie-intensieve-ondernemingen>

4 Technische beschrijving van het project

4.1 Scope van de energiestudie

Deze energiestudie kadert binnen de omgevingsvergunningsaanvraag voor het warmtenet nabij ArcelorMittal in Gent (verder tot AMG afgekort). Momenteel wordt er op site van AMG gebruik gemaakt van stookolie om de gebouwen en het sanitair warm water te verwarmen. Om het stookolie verbruik te verminderen op de site en om efficiënter om te gaan met de beschikbare energie, is er het doel opgesteld om een warmtenet op basis van restwarmte uit te bouwen. Het warmtenetwerk recupereert restwarmte vanuit de warmwalserij voor gebruik op de eigen site en de nabijgelegen site van OCAS. Wanneer de hoeveelheid restwarmte lager is dan de warmtevrage, fungeert een stoomcondensator als back-up warmtebron. Een aanduiding van het tracé en de aangesloten verbruikers is weergegeven in Figuur 1. Hierbij liggen ruwweg de gedeeltes Backbone Noord en HT-WP bovengronds en de overige leidingen ondergronds.



Figuur 1 Layout warmtenet

4.2 Technieken

4.2.1 Algemeen

De restwarmte van de warmwalserij wordt gerecupereerd over een warmtewisselaar. Er wordt bijverwarming gerealiseerd met een condensator die aangesloten is op het stoomnet van AMG op 11 bar(g), waarbij een driewegkraan zorgt voor de bijmenging om de setpunttemperatuur van de aanvoer van het warmtenet op 69,5°C te houden.

Twee pompsets staan in voor de circulatie van het verwarmingswater in het net:

- Drie parallelle pompen voor warmteproductie die water circuleren over de warmtegeneratoren en een bypass.
- Drie parallelle pompen voor het warmtenet die water over de bypass circuleren naar de afnemers.

De beide pompsets zijn voorzien in N+1-configuratie (i.e. twee van de drie pompen volstaan om het ontwerpdebiet te leveren).

De CV-kringen van de afnemers zijn hydraulisch gescheiden van het warmtenet door middel van warmtewisselaars. De aanvoertemperatuur van het netwerk is voldoende voor alle afnemers, met uitzondering van de koudwalserij, die een aanvoertemperatuur van 125°C vereist. Om deze hogere temperatuur te bereiken, wordt een warmtepomp voorzien.

4.2.2 *Warmteproductie*

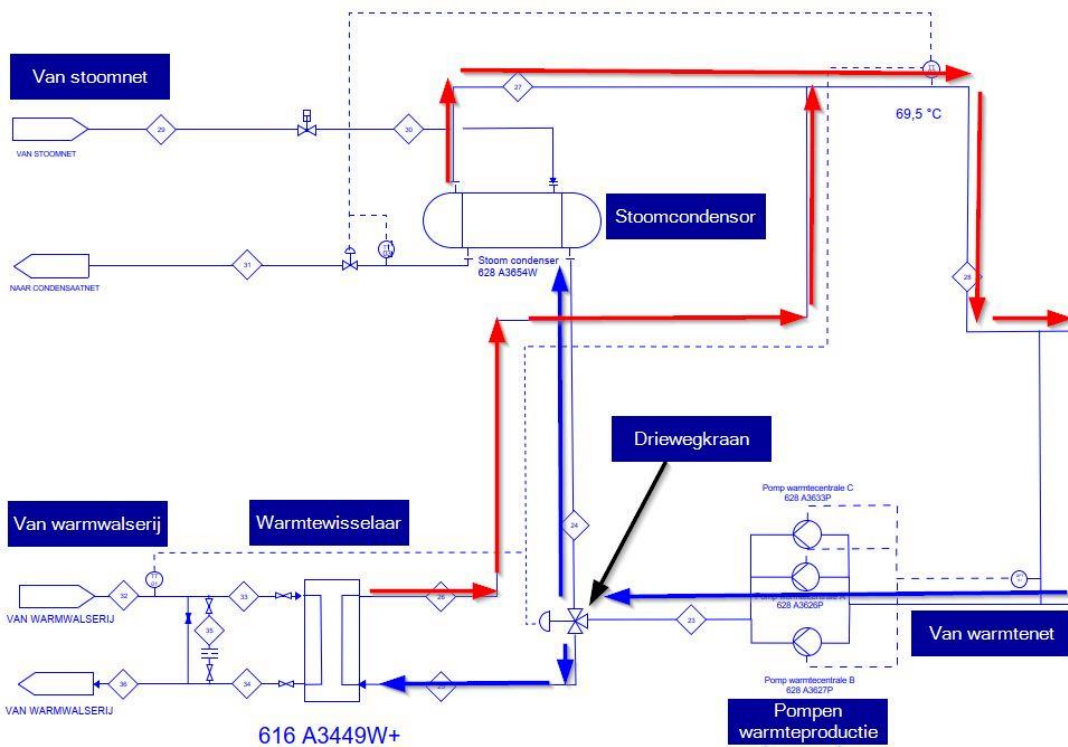
4.2.2.1 Layout en werkingsprincipe

Twee warmtegeneratoren staan in voor de levering van warmte aan het net: een warmtewisselaar voor recuperatie van restwarmte van de warmwalserij, en een stoomcondensor, aangesloten op het stoomnet op de site (zie ook onderstaande PFD). Deze laatste dient als back-up indien de warmtevraag groter is dan de beschikbare restwarmte. Een driewegkraan regelt de verdeling van de stroming over de twee generatoren.

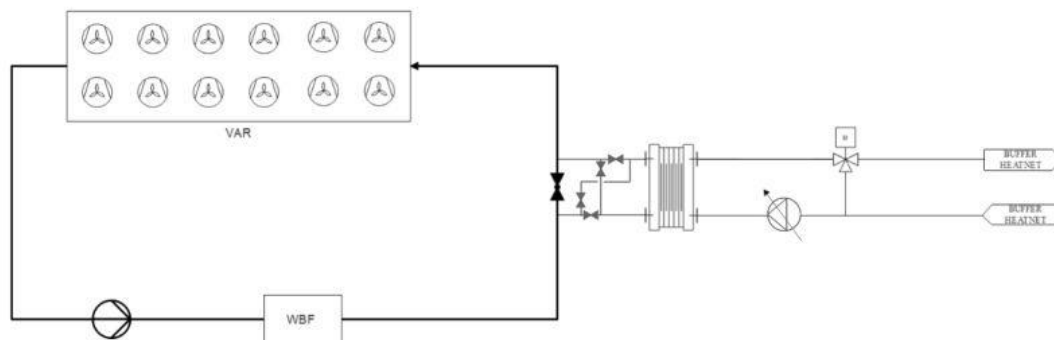
Indien de aanvoertemperatuur vanuit de warmwalserij te laag wordt, is de warmtevraag groter dan de hoeveelheid gerecupereerde warmte, en verhoogt de driewegkraan het debiet naar de stoomcondensor. Vervolgens wordt de kraan in de stoomtoevoer richting de stoomcondensor geopend en regelt de regelklep in de condensaatleiding het debiet in functie van de aanvoertemperatuur naar het warmtenet.

Indien deze aanvoertemperatuur te hoog wordt, wordt de stoomtoevoer richting de stoomcondensor afgesloten. In het geval dat de aanvoertemperatuur nog verder stijgt, wordt ook de kraan in de condensaatleiding van de stoomcondensor gesloten en een signaal gegeven aan de driewegkraan. Deze verlaagt vervolgens de aanvoertemperatuur door een verhoging van het debiet doorheen de stoomcondensor, die op dat moment als bypass werkt.

Het beschikbaar vermogen voor warmterecuperatie wordt beperkt door de koelerbank in het circuit van de warmwalserij, die in serie staat met de warmtewisselaar. De retourtemperatuur naar de warmwals mag immers niet onder een bepaalde minimumtemperatuur zakken. Omdat het koelwater sowieso door deze koelerbank stroomt, treedt hier altijd een warmteverlies op. Om de retourtemperatuur niet te laag te laten worden, moet de retourtemperatuur vanuit de warmtewisselaar dus steeds voldoende hoog worden gehouden. Belangrijk om op te merken is dat dit warmteverlies steeds het grootst is wanneer de buitentemperaturen het laagst zijn, en dus wanneer de warmtevraag gemiddeld gezien het grootst zal zijn.



Figuur 2 PFD warmteproductie



Figuur 3 PFD warmterecuperatie uit warmwalserij

4.2.2.2 Specificaties

Onderstaande tabellen geven de specificaties weer van de warmtewisselaar en de stoomcondensator:

Warmtewisselaar warmwals	
Piekvermogen	6,6 MW
Aanvoertemperatuur warmwals	80 °C
Aanvoertemperatuur warmtenet	69,5 °C
Retourtemperatuur warmtenet	56,4 °C

Stoomcondensator	
Piekvermogen	6,6 MW
Aanvoertemperatuur stoom	175 °C
Retourtemperatuur condensaat	90 °C
Stoomdruk	9 bar
Aanvoertemperatuur warmtenet	69,5 °C
Retourtemperatuur warmtenet	56,4 °C

4.2.2.3 Best practices

In het ontwerp werd reeds rekening gehouden met de volgende best practices:

- De stoomtoevoer voor de bijstook van de verwarmingsinstallatie wordt geregeld in functie van de aanvoertemperatuur in het warmtenet en enkel aangewend indien het aanbod aan restwarmte niet meer volstaat.
- De stoomcondensator wordt geïsoleerd i.f.v. personenbescherming wegens beperkte gebruiksuren.
- De warmtewisselaars worden eveneens geïsoleerd. Dezelfde isolatiedikte als voor de stoomcondensator wordt vooropgesteld.

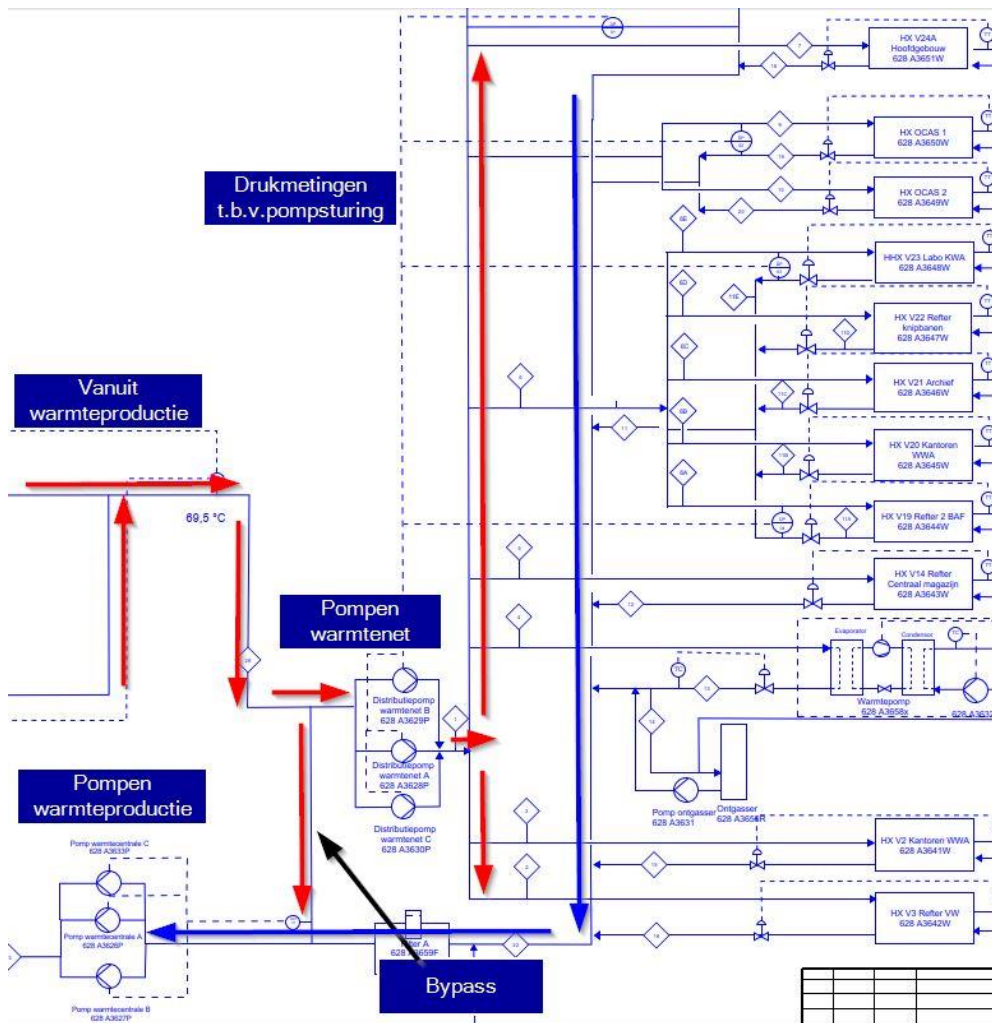
4.2.3 Pompen

4.2.3.1 Layout en werkingsprincipe

Twee sets circulatiepompen verzorgen de warmtelevering van de generatoren tot aan de verbruikers: de pompen t.h.v. de warmteproductie en de pompen voor het warmtenet (zie onderstaande PFD). Beide sets zijn voorzien in N+1-configuratie, wat wil zeggen dat een van de drie pompen redundant is. Dit biedt een grotere bedrijfszekerheid en laat onderhoud aan een van de pompen toe zonder het warmtenet volledig buiten dienst te moeten stellen. Ze zijn gescheiden d.m.v. hydraulisch nulpunt onder de vorm van een bypass.

Beide pompsets zijn vraaggestuurd. Deze voor het warmtenet worden geregeld op basis van vier verschildrukmetingen in het warmtenet. De pompen t.h.v. de warmteproductie worden zo aangestuurd dat het debiet doorheen de bypass gelijk is aan nul. Deze volgen dus het debiet dat doorheen het warmtenet wordt gestuurd.

Ter hoogte van de verschildrukmetingen is eveneens een bypass voorzien met een open/dichtregelkraan en een manuele regelafsluiter. Deze worden aangestuurd in functie van de som van de debieten richting de verbruikers aangesloten op dezelfde verzamelleiding. Om in deze leiding een minimumdebiet te garanderen wordt de klep in de bypass geopend indien de som van de debieten gedurende een bepaalde tijd onder een minimum zakt.



Figuur 4 PFD pompsets

4.2.3.2 Specificaties

De specificaties van de pompen zijn weergegeven in onderstaande tabellen.

Pompen warmteproductie	
Debiet	3 x 205 m ³ /h
Opvoerhoogte	15 m
Motorvermogen	3 x 15 kW

Pompen warmtenet	
Debiet	3 x 205 m ³ /h
Opvoerhoogte	65 m
Motorvermogen	3 x 75 kW

4.2.3.3 Best practices

In het ontwerp werd reeds rekening gehouden met de volgende best practices:

- Het pompdebiet wordt variabel gestuurd in functie van de vraag.
- De pompen worden geregeld in functie van de verschildruk t.h.v. de verbruikers. Bij afnemend debiet zal hierdoor de totale opvoerhoogte ter hoogte van de pompen ook afnemen.
- Er wordt een efficiëntieklasse IE4 vooropgesteld.

4.2.4 Warmtenet en afnemers

4.2.4.1 Layout en werkingsprincipe

Het warmtenet verdeelt de warmte over de verschillende gebruikers en verloopt zoals aangegeuid in Figuur 1. Hierbij bevindt zich een deel bovengronds, en een deel ondergronds. De CV-kringen van de afnemers zijn hydraulisch gescheiden van het warmtenet d.m.v. warmtewisselaars. Een gemotoriseerde kraan regelt de warmtetoevoer naar de afnemers o.b.v. de aanvoertemperatuur in de CV-kring van de afnemer. Er wordt tevens een overkoepelend regelsysteem voorzien om pieken in de warmtevraag af te vlakken door in te spelen op het verbruik van de individuele afnemers.

4.2.4.2 Specificaties

De belangrijkste eigenschappen van het warmtenet, de aangesloten verbruikers en een oplijsting van de gekozen isolatiediktes per leidingdiameter zijn opgenomen in onderstaande tabellen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de lengtes van de leidingen in onderstaande tabel, de totale lengtes zijn, dus het totaal van aanvoer- en retourleidingen.

Warmtenet	
Totale afstand transportleidingen	6 km
Totale afstand alle leidingen	10 km
Isolatieklasse ondergronds	3 -
Isolatieklasse bovengronds	3 -
Aanvoertemperatuur verbruikers (m.u.v. warmtepomp)	65,5 °C
Maximale drukval ontwerp	150 Pa/m
Aangenomen gelijktijdigheid	80 %

Verbruiker	Gebouw	Berekend vermogen verwarming [kW]	Berekend vermogen tapwater [kW]	Totaal berekend vermogen [kW]	Totaal vermogen huidige ketels [kW]	Aantal huidige ketels
V3	Refter voorwals	241	30	271	300	2
V2	Burelen WW	105	n.v.t.	105	348	1
V17	Warmtepomp	2400	n.v.t.	2400	n.v.t.	n.v.t.
V14	Refter centrale werkplaats	484	37	521	780	2
V20	Burelen KW	122	n.v.t.	122	351	1
V19	Refter 2 gloeiovens	550	50	600	787	2
V21	Archiefggebouw	119	n.v.t.	119	285	1
V22	Refter 3 knipbanen	323	64	387	746	2
V23	Ref. Schrijnw. KV	335	n.v.t.	335	436	1
V24	Administratief gebouw 1	750	n.v.t.	750	1725	3
	Administratief gebouw 2	750	n.v.t.	750		
OCAS	OCAS 1	650	n.v.t.	650	712	2
	OCAS 2	650	n.v.t.	650		

Figuur 5

Bovengronds leidingwerk	
Leidingdiameter (DN)	Isolatiedikte (mm)
DN50	30
DN80	40
DN100	40
DN125	40
DN150	40
DN200	50
DN250	50

Ondergronds leidingwerk		
Leidingdiameter (DN)	Isolatiedikte (mm)	U-waarde (W/(mK))
DN50	29	0,23
DN80	33	0,28
DN100	40	0,29
DN125	39	0,34
DN150	37	0,41
DN200	44	0,44

4.2.4.3 Best practices

In het ontwerp werden reeds onderstaande best practices gevolgd:

- Voor leidingen en toebehoren werd isolatieklasse 3 vooropgesteld.
- Het debiet per afnemer wordt geregeld in functie van de warmtevraag.

4.2.5 Warmtepomp

4.2.5.1 Layout en werkingsprincipe

De aanvoertemperatuur van het warmtenet is niet voldoende hoog om de koudwalserij, eveneens aangesloten op het warmtenet, rechtstreeks te koppelen. Deze vereist immers een aanvoertemperatuur van 125°C. Om deze te bereiken wordt een warmtepomp voorzien tussen het warmtenet en de koudwalserij. Vanwege de incompatibiliteit van de waterkwaliteit tussen de koudwalserij en de warmtepomp is er een extra warmtewisselaar nodig tussen het secundaire circuit van de warmtepomp en het circuit van de koudwalserij. Er is geen geschikte warmtewisselaar beschikbaar uit een materiaal dat zowel geschikt is voor het water in het koelcircuit van de koudwalsen als voor het koelmiddel van de warmtepomp.

De opgenomen warmte aan de primaire zijde van de warmtepomp wordt volgens noodzaak gestuurd d.m.v. een tweewegkraan. De warmtepomp zelf regelt zijn output in functie van de afname van de koudwalserij. Omdat het vermogen van de warmtepomp alleen niet volstaat, wordt ook nog een gedeelte van de warmtevraag voor de koudwalserij voorzien door stoom.

4.2.5.2 Specificaties

De belangrijkste specificaties van de warmtepomp zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Warmtepomp	
Aanvoertemperatuur primair	69,5 °C
Retourtemperatuur primair	54,5 °C
Aanvoertemperatuur secundair	125 °C
Retourtemperatuur secundair	110 °C
Vermogen	3,3 MW _{th}
COP	3,5 -

4.2.5.3 Best practices

In het ontwerp werden reeds volgende best practices geïmplementeerd:

- Het vermogen van de warmtepomp is vraaggestuurd.

5 Verwacht jaarlijks energieverbruik

Binnen de scope van deze energiestudie worden alle componenten gevoed door stoom of elektriciteit. In onderhavig hoofdstuk wordt het energieverbruik hiervan verder ingeschat. Aangezien het echter onduidelijk is of de restwarmte aangekocht door AMG, maar wel afkomstig van hun eigen site, dient te worden opgenomen in het totale energieverbruik, worden beiden hier gerapporteerd.

5.1 Berekeningsmethodiek

5.1.1 *Warmtevraag, beschikbare restwarmte en bijstook stoomcondensor*

De bepaling van de warmtevraag voor ruimteverwarming en sanitair warm water voor de aangesloten gebouwen werd bepaald op basis van het huidige stookolieverbruik. Voor de omzetting naar het effectieve thermische energieverbruik werd verder uitgegaan van:

- Een stookwaarde van 10,7 kWh/l
- Een ketefficiëntie van 90%

De warmtevraag voor de warmtepomp is gebaseerd op een gekend vraagprofiel van de koudwals, gecombineerd met de gegevens van de warmtepompleverancier i.v.m. de COP. Omdat ervan uit wordt gegaan dat de warmtepomp manueel zal worden uitgeschakeld wanneer er door onderhoudswerken geen restwarmte beschikbaar is, werd een tekort aan restwarmte langer dan 24 uur in de meetwaarden beschouwd als een gepland onderhoud.

Ook de beschikbare restwarmte is gebaseerd op meetgegevens van het debiet en de aanvoeren retourtemperatuur van en naar de warmwals. Hiervan werd het warmteverlies afgetrokken dat optreedt in de koelerbank, die in serie geschakeld is met de warmtewisselaar. Er treedt immers ook een warmteverlies op indien de ventilatoren niet draaien. Deze is ingeschat op basis van de watertemperatuur van het koelcircuit, de buitentemperatuur en een constante efficiëntie van 3,6%.

De noodzaak om bij te stoken met de stoomcondensor wordt bepaald door de warmtevraag af te trekken van de beschikbare restwarmte. Indien dit getal groter is dan nul, is er een tekort aan restwarmte en moet de stoomcondensor warmte bijsteken in het net. Het finaal energieverbruik voor stoom werd met een factor 1,1 vermenigvuldigd om rekening te houden met de ketefficiëntie. Op die manier kan het verbruik van de energievectoren worden ingeschat.

Omdat in de meetgegevens een groot deel van de data ontbrak in de maanden juni t.e.m. september, moest hiervoor een inschatting worden gemaakt. Voor de beschikbare restwarmte werd het gemiddelde genomen van alle maanden waar geen gepland onderhoud voorkomt. Voor de warmtevraag van de koudwals werd het gemiddelde genomen van alle maanden waarvoor er data beschikbaar was.

5.1.2 *Warmtepomp, pompen en leidingverliezen*

Voor de warmtepomp werd het elektrisch energieverbruik ingeschat o.b.v. de warmtevraag van de koudwals i.c.m. de COP.

Het energieverbruik van de pompen voor het warmtenet werd bepaald o.b.v. een Hysoptsimulatie. Aangezien de pompen voor de warmteproductie het debiet van deze voor het warmtenet volgen, kan het energieverbruik hiervan worden bepaald door het energieverbruik van de pompen voor het warmtenet te schalen volgens de geïnstalleerde vermogens. Aangezien dit geïnstalleerd vermogen 5 keer kleiner is dan het geïnstalleerd vermogen van de pompen voor het warmtenet, zal ook het energieverbruik grosso modo ongeveer 5 keer kleiner zijn.

Voor de pomp aan de condensorzijde van de warmtepomp werd nu verondersteld:

- Drukval design: 100 kPa
- Pomp rendement: 65%
- Delta T: 15°C
- Energievraag primaire zijde warmtepomp: 15 000 MWh,th.

Uit de jaarlijkse energievraag aan de primair zijde van de warmtepomp werd een gemiddeld thermisch vermogen bepaald: $15\ 000/8760 \cdot 1000 = 1710\ \text{kW,th}$. Bij een delta T van 15°C over de warmtewisselaar geeft dit een gemiddeld debiet van 98 m³/h. Het energieverbruik werd berekend op basis van dit constant gemiddeld debiet gedurende het jaar. Dit zal het werkelijke energieverbruik onderschatten, maar gezien het relatief beperkt vermogen t.o.v. de rest van de installatie is het effect op het resultaat beperkt.

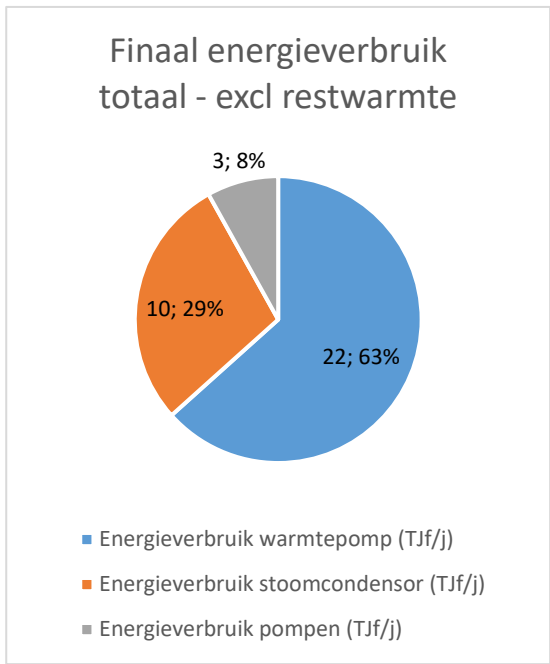
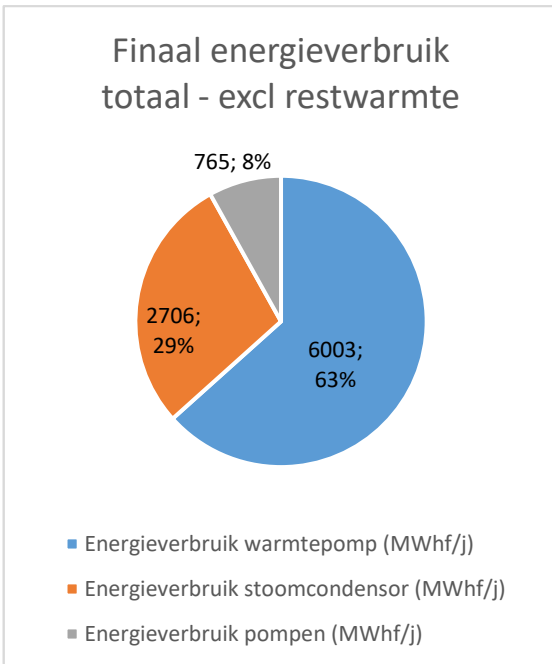
Doordat er nu een extra warmtewisselaar wordt ingepast in het circuit van de koudwals (namelijk de condensor van de warmtepomp), zal er eveneens een meerverbruik optreden t.h.v. de pomp voor de koudwals. Deze werd bepaald door het huidige debiet van de pomp te nemen en een bijkomende drukval van 30 kPa in rekening te brengen. Aangezien deze pomp het hele jaar door een constant debiet circuleert, wordt het bijkomende vermogen vermenigvuldigd met 8760 uur.

5.2 Resultaten

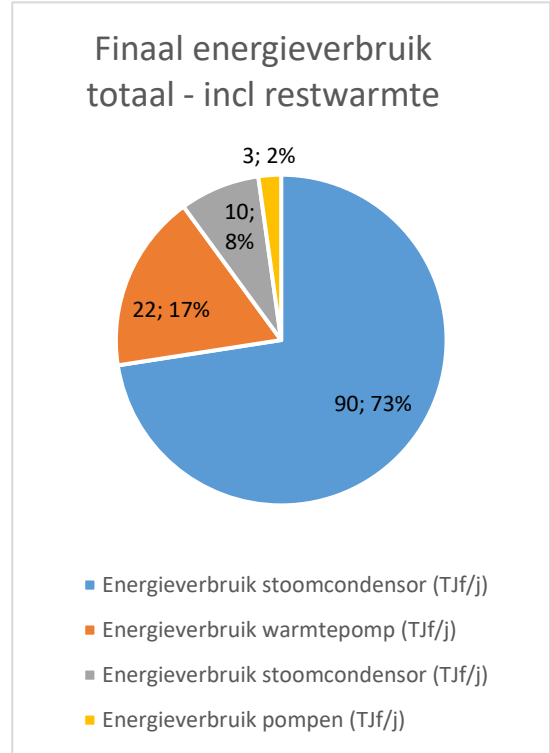
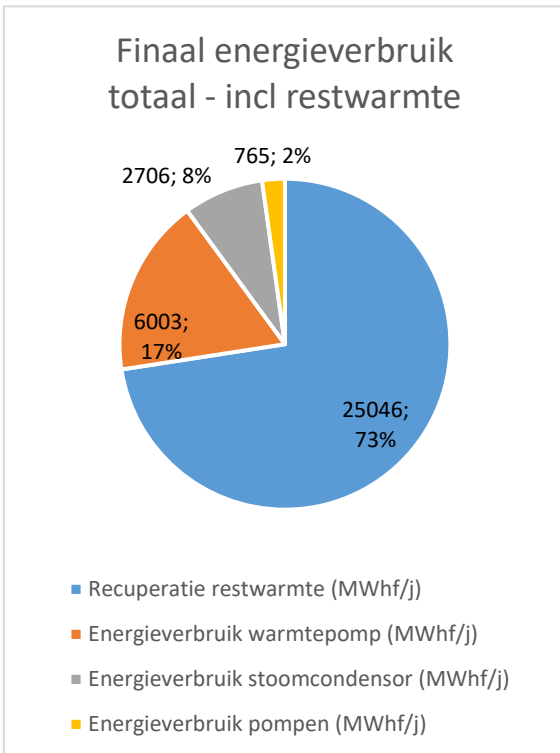
Het totale finale energieverbruik bedraagt 35 TJ/j zonder inbegrip van de gerecupereerde restwarmte (zie Figuur 6). Het grootste deel van de energie wordt verbruikt in de vorm van elektriciteit (ongeveer drie kwart, t.o.v. een kwart in de vorm van stoom) (zie Figuur 8). Hierin heeft de warmtepomp het grootste aandeel (quasi 90% van het elektriciteitsverbruik, en twee derden van het totaal energieverbruik). Verder is alle stoomverbruik te wijten aan de stoomcondensator aangezien het de enige stoomverbruiker is binnen de scope.

Als hierbij ook de restwarmte wordt betrokken, dan stijgt het totale energieverbruik naar 120-125 TJ/j. Hierin vertegenwoordigt de restwarmte een aandeel van ongeveer drie kwart in het totale energieverbruik (zie Figuur 7).

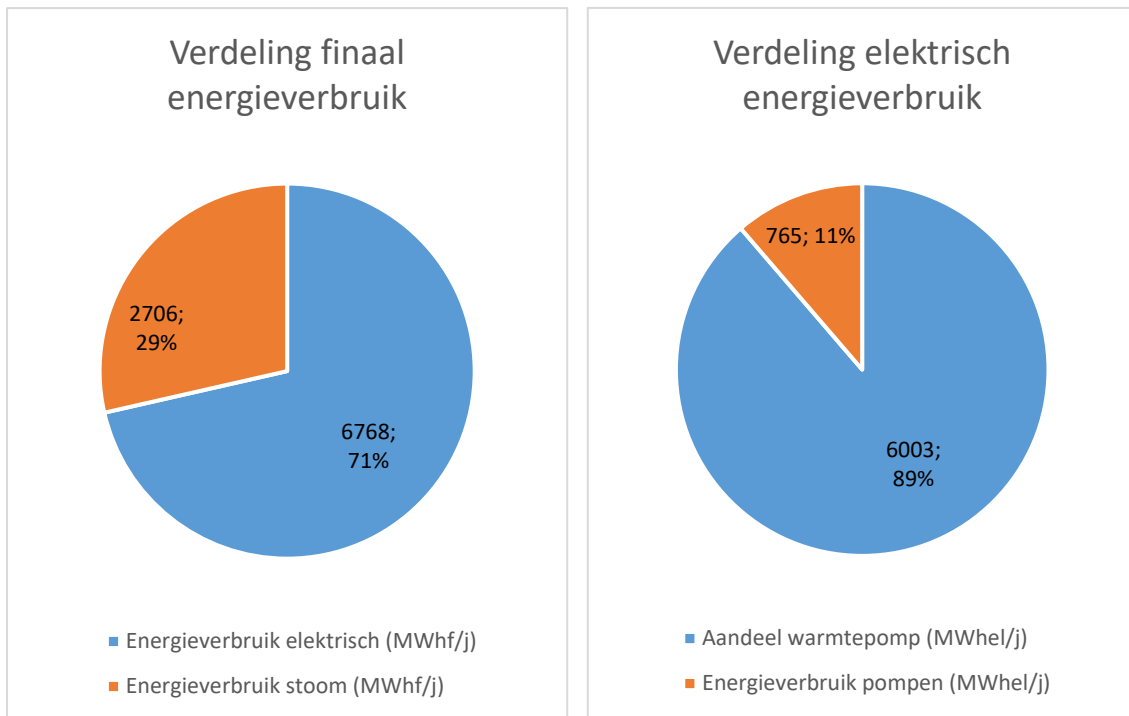
Het dient te worden opgemerkt dat slechts een gedeelte van de beschikbare restwarmte wordt gerecupereerd. Doordat een groot deel van het jaar het aanbod aan restwarmte groter is dan de vraag, wordt nog steeds twee derden actief gedissipeerd in de koelerbank ($\pm 40\ 000\ \text{MWh}$ op een totaal beschikbare hoeveelheid van $\pm 66\ 000\ \text{MWh}$) (zie Figuur 9). Indien we ook gaan kijken naar wat passief in de koelerbank wordt afgevoerd (i.e. de warmteverliezen vanwege de serieschakeling van de koelerbank met de warmtewisselaar voor het warmtenet), dan kan worden geconcludeerd dat meer dan drie kwart van de warmte gegenereerd door de warmwals wordt afgevoerd (zie Figuur 10).



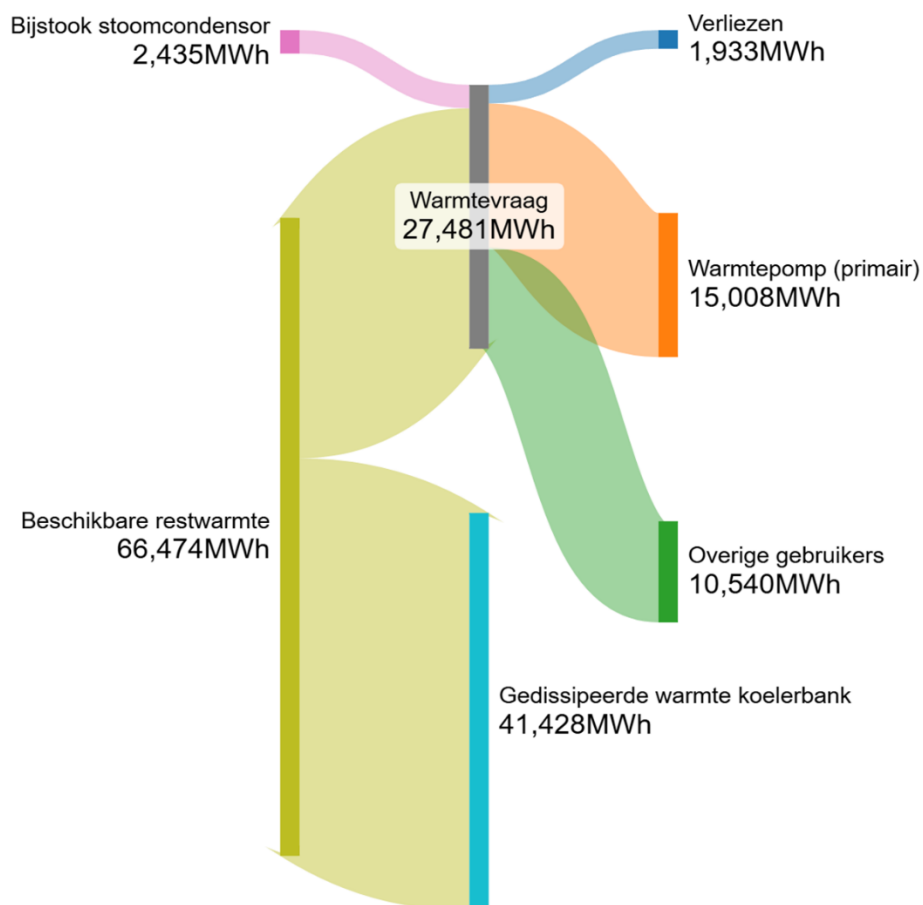
Figuur 6 Totaal energieverbruik exclusief gerecupereerde restwarmte



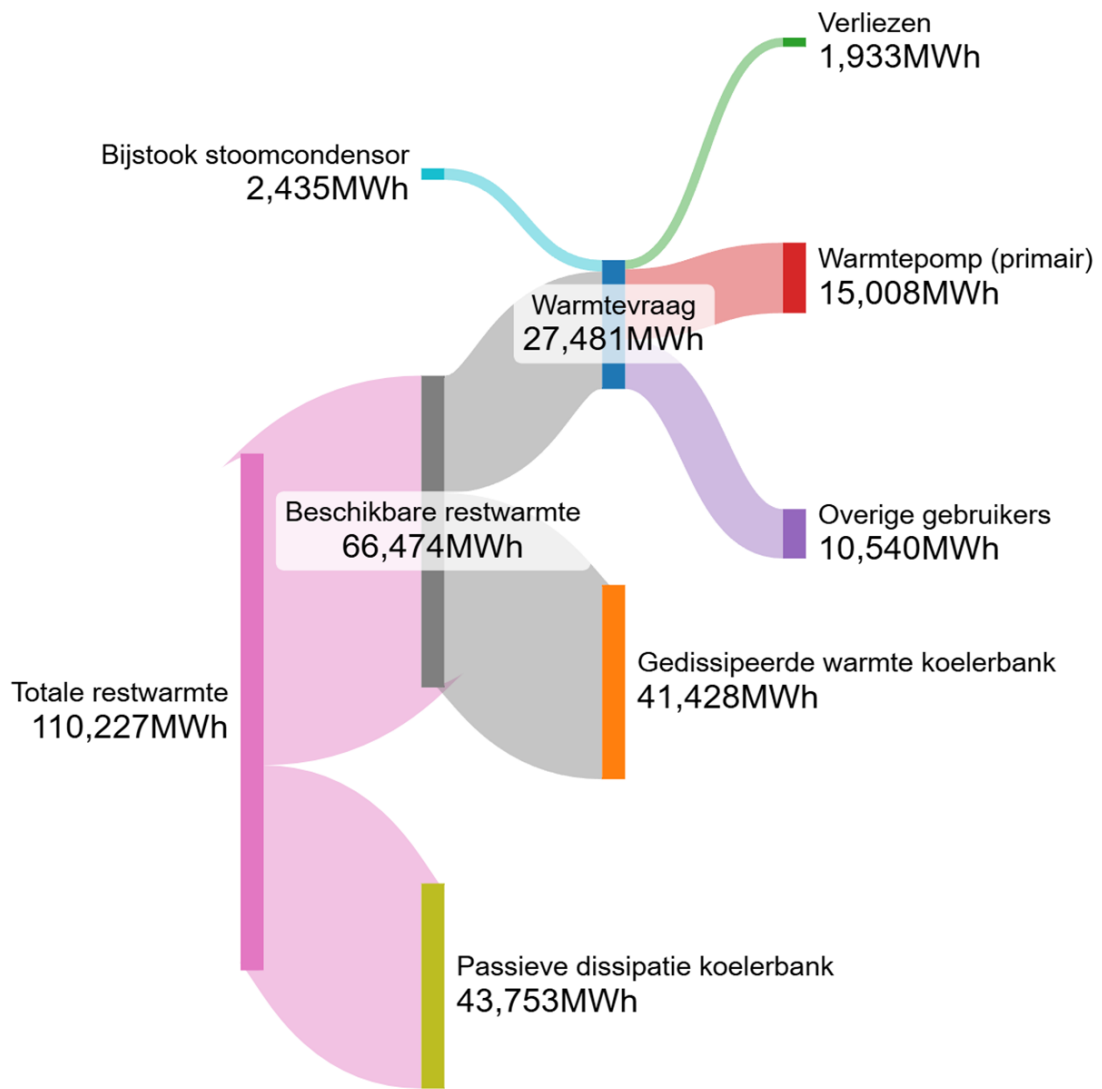
Figuur 7 Totaal energieverbruik inclusief gerecupereerde restwarmte



Figuur 8 Verdeling totaal en elektrisch energieverbruik



Figuur 9 Sankeydiagram gebruik beschikbare hoeveelheid restwarmte warmwals (thermisch energieverbruik)



Figuur 10 Sankeydiagram gebruik totale hoeveelheid restwarmte warmwals (thermisch energieverbruik)

6 Analyse energiebesparende maatregelen

Onderhavig hoofdstuk omvat de motivering dat de in bedrijf te stellen inrichting de meest energie-efficiënte inrichting is die economisch haalbaar is. Energie-efficiëntere installaties die beschikbaar zijn op de markt of maatregelen die extra genomen kunnen worden om de energie-efficiëntie van de inrichting te verhogen, dienen een interne rentevoet na belastingen te halen van minstens 13% opdat zij worden opgenomen als weerhouden maatregelen.

6.1 Basisgegevens voor de berekeningen

Onderstaande gegevens (excl. BTW) worden gehanteerd voor de rentabiliteitsberekeningen, enige kost voor de beperking van de CO₂ uitstoot zit reeds verrekend in de energieprijzen. Voor stoom werden de primaire energie en emissiefactor bepaald op basis van opwekking van stoom d.m.v. gasketels met een efficiëntie van 90% (t.o.v. de BBV).

INPUT		
Elektriciteit		
Prijs (excl. BTW)	81,28	€/MWh[el]
Primaire energie	9	GJp/MWh[el]
Emissie	0,036	t CO ₂ /GJp
Stoom		
Prijs (excl. BTW)	40,4	€/MWh
Primaire energie	3,61	GJp/MWh
Emissie	0,063	t CO ₂ /GJp

Tabel 6-1 Basisgegevens voor de berekeningen

Verder worden voor de IRR-berekening volgende parameters gebruikt:

- Levensduur 10 jaar als standaardwaarde
- Afschrijvingstermijn 5 jaar
- Restwaarde 0
- Belastingen 25%

6.2 Aanpak

6.2.1 Referentiedocumenten voor de best beschikbare technieken, BBT)

Voor de analyse van de best beschikbare technieken (BBT) zijn volgende documenten geconsulteerd:

Jaar	Uitgever/auteur	Titel	Document
2015	RVO	Best Practice Pompsystemen	https://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/08/Best%20Practice%20Pompsystemen%20juli%202015.pdf
2021	Europese Commissie	Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency	https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-09/ENE_Adopted_02-2009corrected20210914.pdf

Tabel 6-2 Best beschikbare technieken voor de scope van deze energiestudie.

Deze documenten zijn enkel geraadpleegd voor de procesbeschrijving, de best beschikbare technieken en aannames voor rendementen. Voor de economische parameters wordt er steeds beroep gedaan op gegevens en offerte van leveranciers.

Verder worden er maatregelen toegevoegd gebaseerd op interne expertise en adviezen van leveranciers.

6.2.2 Draft longlist

Op basis van de energiebalansen opgesteld in voorgaande paragraaf, zijn de grote verbruikers geïdentificeerd en is de focus van deze techno-economische evaluatie van energiebesparende maatregelen pareto-gewijs bepaald. Immers kunnen bij deze grootste verbruikers relatief ook de grootste winsten op gerealiseerd worden.

In eerste instantie heeft Sweco een longlist opgesteld van potentiële energiebesparende maatregelen, gebaseerd op:

- Input van de installatie aangaande reeds bestaande ideeën en ambities;
- Verbetervoorstellen geïdentificeerd in de loop van het eerste luik van de energiestudie;
- Grondige screening van energiestromen en regelprincipes voorzien voor de uitbreiding;
- Interne brainstormsessie met (energie)deskundigen van Sweco;

Voor elke potentiële maatregel in de longlist worden volgende elementen samengevat:

- Substelsysteem
- Vaststelling
- Maatregel
- Conclusie afstemming met de klant voor verdere evaluatie
- Projectfiche ja/nee

Elke potentiële maatregel van de longlist wordt onderworpen aan een screening van de techno-economische haalbaarheid. Dit omvat een eerste begroting van het besparingspotentieel, identificatie van de belangrijkste randvoorwaarden en aandachtspunten alsook een eerste duiding van hoe verwacht wordt dat de benodigde investering zich zal verhouden tot de geraamde besparing.

6.2.3 *Gefinaliseerde longlist*

Vervolgens is met Warmtenet Zelzate BV een bespreking voorzien waar de draft longlist werd voorgesteld en doorgesproken. Warmtenet Zelzate BV heeft zelf als geen ander kennis van de lokale context en geldende (proces)randvoorwaarden, waaraan de besparingsmaatregelen voor-eerst dienen afgetoetst te worden. Bij dit overleg wordt uitgelijnd voor welke maatregelen verdere evaluatie wel of niet zinvol is, rekening houdend met besparingspotentieel, geïdentificeerde beperkingen en (proces)randvoorwaarden, impact op de betrouwbaarheid, eventuele kostenimpact van materiaalkeuze etc.

Bijkomende inzichten uit dit overleg en besproken technische argumenten worden in de longlist opgenomen onder de screening van de techno-economische haalbaarheid.

De gefinaliseerde longlist (Bijlage 1) geeft een overzicht van alle potentiële energiebesparende maatregelen die doorheen deze studie geïdentificeerd zijn, aanvullend op de best-practices die reeds in het ontwerp voorzien waren en toegelicht zijn in de technische beschrijving.

6.2.4 *Techno-economische evaluatie*

Voor een zorgvuldige selectie van veelbelovende maatregelen uit de gefinaliseerde longlist worden techno-economische fiches opgemaakt. In nauwe samenwerking met Warmtenet Zelzate BV zijn de geselecteerde maatregelen verder consequent geëvalueerd naar potentieel, complexiteit, technische en economische haalbaarheid.

Het besparingspotentieel is in de mate van het mogelijke verijnd en er is een eerste investeringsraming gemaakt, om de maatregelen te kunnen evalueren naar financiële haalbaarheid (IRR). Waar nuttig zijn daarbij leveranciers en derde partijen betrokken om de technische en financiële haalbaarheid van de maatregelen maximaal te onderbouwen. De operationele aspecten en impact op de werkvloer zijn in dit stadium ook reeds kritisch in vraag gesteld, hierin speelde Warmtenet Zelzate BV een fundamentele rol. De nauwe samenwerking in dit stadium borgt ten volle het draagvlak en de uitvoerbaarheid van de maatregelen.

De resultaten van deze techno-economische analyse zijn besproken bij een volgend overleg, waarbij aansluitend afgestemd is welke maatregelen finaal wel en niet worden weerhouden. Voor de geëvalueerde maatregelen zijn techno-economische fiches opgesteld die in onderhavig hoofdstuk zijn opgenomen en volgende zaken omvatten:

- Een technische beschrijving;
- De verwachte investeringskost;
- De verwachte jaarlijkse exploitatiekost;
- De verwachte energie- en CO₂,eq-besparing en jaarlijkse financiële opbrengst door deze energiebesparing;
- De ingeschatte interne rentevoet na belastingen (IRR).

6.3 Reeds geïmplementeerde maatregelen

6.3.1 Voorkomen van vervuiling in de warmtewisselaar

Voor een efficiënt gebruik van een warmtewisselaar is het essentieel dat de warmteoverdracht over het warmtewisselend oppervlak gemaximaliseerd wordt. Vervuiling aan de warmtewisselaar kan de warmteoverdracht belemmeren en potentieel ook de stromingsweerstand verhogen, waardoor minder warmte beschikbaar is voor de warmtevragers en mogelijk een hoger elektrisch verbruik van de pompen wegens een hogere drukval.

Om dit te voorkomen is er reeds beslist om een ultrasoon toestel te installeren dat voorkomt dat er een biofilm en vervuiling ontstaat in de warmtewisselaar. Door dit toe te voegen in de installatie wordt er een hoger systeemrendement bekomen.

6.3.2 Leidingen groter dimensioneren voor verminderd pompdebiet

Tijdens het ontwerp zijn er reeds verschillende leiding diameters bekeken geweest. De dimensionering is uitgevoerd op 3 verschillende drukvalscenario's: 150 Pa/m, 200 Pa/m en 300 Pa/m. Voor deze 3 verschillende scenario's is de TCO berekend op basis van de CAPEX leidingwerk, CAPEX pompen en OPEX pompen. Uit deze analyse bleek dat de lineaire terugverdientijd op 1,3 jaar ligt voor het scenario van 200 Pa/m t.o.v. 300 Pa/m. Voor het scenario van 150 Pa/m t.o.v. 200 Pa/m is de lineaire terugverdientijd 9,6 jaar. Omwille van de resultaten van deze analyse en om rekening te houden met eventuele uitbreidingen van het warmtenet is gekozen voor het scenario van 150 Pa/m. Uit deze analyse blijkt ook dat het verder verlagen van de drukval (d.m.v. het vergroten van de leidingdiameters), niet rendabel zal zijn.

6.4 Overzicht maatregelen

Weerhouden maatregelen	
MR1	Verhoging debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp

Niet-weerhouden maatregelen	
MR2	Tweede warmtepomp voor de koudwals
MR3	Implementatie van een warmtebuffer

6.5 Weerhouden maatregelen

In de volgende sub-paragrafen worden de weerhouden maatregelen nader toegelicht en zijn eveneens de techno-economische fiches terug te vinden.

6.5.1 MR1: Verhoging debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp

Korte technische omschrijving maatregel

Het debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp verhogen zodat een delta T van 10°C wordt bekomen. Door de hogere gemiddelde temperatuur aan de primaire zijde van de warmtepomp zal de COP stijgen.

Energetische besparingen

Energievector	Besparing	Primaire energie	CO ₂ -equivalent
Elektriciteit	142 MWh _{el} /y	1.279 GJ _p /y	45 ton _{CO2} /y
Stoom	0 MWh _{bv,w} /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Stookolie	0 m ³ /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
-	0 /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
-	0 /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Totaal		1.279 GJ_p/y	45 ton_{CO2}/y
T.o.v. totalen in referentiejaar 2026		1,8%	1,7%

Kosten en baten

Kosten - Investering		Baten - Energiebesparing	
Equipment	9.230 EUR	Elektriciteit	11.549 EUR/y
Installatie	0 EUR	Stoom	0 EUR/y
Engineering	0 EUR	Stookolie	0 EUR/y
Overige	0 EUR	CO ₂	0 EUR/y
		-	0 EUR/y
		-	0 EUR/y
Subtotaal	9.230 EUR	Subtotaal	11.549 EUR/y
Restwaarde - Investering		Kosten - O&M	
Restwaarde	0 EUR	O&M kost	0 EUR/y
Baten - CAPEX Subsidie		Baten - OPEX Subsidie	
Subsidie CAPEX	0 EUR	Subsidie OPEX	0 EUR/y
Totaal kosten		Totaal baten	
Totale investering	9.230 EUR	Totale besparing	11.549 EUR/y

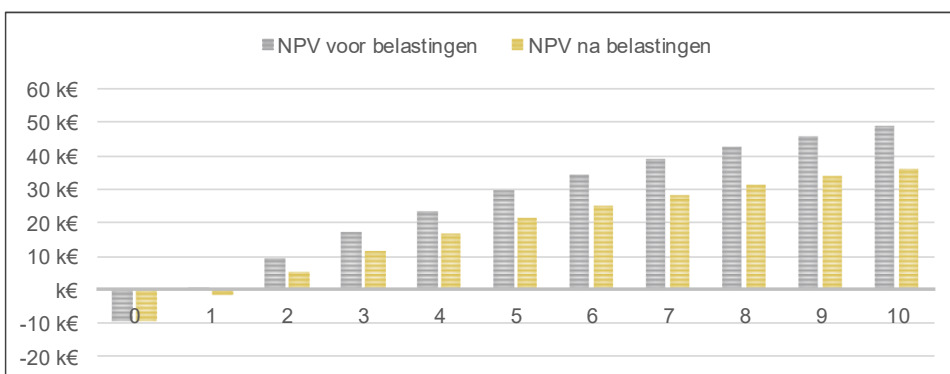
Economische analyse

Financiële parameters

Levensduur	10 y	Prijsstijging energie	0,0% /y
Afschrijftermijn	5 y	Prijsstijging O&M	0,0% /y

Rentabiliteit maatregel

LTVT	0,8 y	IRR voor belasting	125,1% -
NPV na bel. (r=15%)	35.790 EUR	IRR na belasting	98,6% -



6.5.1.1 Toelichting maatregel

Door verhoging van het debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp kan, bij gelijkblijvende warmtevraag van de koudwals, het temperatuurverschil worden gereduceerd van 15°C naar 10°C. Hierdoor wijzigt het regime van 69/54°C naar 69/59°C. Dit impliceert eveneens een verhoging van de gemiddelde temperatuur aan de primaire zijde van de warmtepomp, met een positieve invloed op de COP.

6.5.1.2 Begroting energiebesparing

De implementatie van deze maatregel zal een dubbel effect hebben op het energieverbruik:

- Een daling van het elektrisch energieverbruik van de warmtepomp wegens verhoogde COP.
- Een stijging van het pompverbruik van de pompen die het warmtenet voeden en van de pompen aan de zijde van de warmteproductie. Het verbruik van die laatste zal ook stijgen omdat het debiet hiervan zo wordt gestuurd dat die gelijk is aan het debiet van de pompen die het warmtenet voeden.

De verhoging van de COP van de warmtepomp werd nu ingeschat o.b.v. vuistregels. Het meerverbruik van de pompen werd ingeschat door het huidige verbruik lineair te schalen volgens het jaarlijks verpompt debiet. Dit werd bepaald door het totaal verpompt debiet in de huidige situatie op te tellen met de verhoging van het verpompt debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp. De lineaire schaling van het totaalverbruik volgens het jaarlijks verpompt debiet is niet volledig accuraat. Twee van de redenen hiervoor zijn:

- Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat hogere debieten ook gepaard gaan met een hogere drukval. Dit geldt echter niet over het gehele net, maar enkel in het gedeelte tussen de warmtecentrale en de aftakking naar de koudwals. Het feit dat hiermee geen rekening wordt gehouden impliceert een onderschatting van het jaarlijks meerverbruik.
- Er wordt eveneens geen rekening gehouden met het feit dat het in de oorspronkelijke situatie vaker kan voorkomen dat de bypasskranen openen om een minimumdebiet te garanderen. Door een verhoging van het ontwerpdebiet zal dit minder vaak voorkomen. Tijdens periodes waar in de oorspronkelijke situatie de bypasskranen openden is de stijging van het energieverbruik van de nieuwe situatie t.o.v. de oorspronkelijke lager dan hier ingeschat. Dit effect niet meenemen in de analyse zal het jaarlijks meerverbruik dan weer overschatten.

Onderstaande tabel geeft de berekening van de energiebesparing volgens bovenstaande assumpties weer.

Berekening	Eenheid	Opmerking
<i>Energiebesparing warmtepomp</i>		
Delta T water warmtepomp primair oorspronkelijk	15,00 °C	
Delta T water primair nieuw	10,00 °C	
T_c oorspronkelijk	62,00 °C	Gemiddelde temperatuur koude bron benaderend berekend bij regime water primair 54,5/69,5°C
T_c nieuw	64,50 °C	Gemiddelde temperatuur koude bron benaderend berekend bij regime water primair 59,5/69,5°C
COP oorspronkelijk	3,50 -	
Stijging T_c	2,5 °C	
COP-stijging per graad stijging T_c	2,5% %/°C	Vuistregel
COP-stijging bij T_c-stijging 2,5°C	6,3%	
COP-stijging bij T_c-stijging 2,5°C	0,219 -	
COP nieuw	3,7188 -	
Energieverbruik WP oorspronkelijk	6.003 MWh_el/j	
Warmtevraag secundaire zijde	21.011 MWh_th/j	
Energieverbruik WP nieuw	5.650 MWh_el/j	
Energiebesparing WP	353,1 MWh_el/j	

Figuur 11 Berekening energiebesparing warmtepomp

Berekening	Eenheid	Opmerking
<i>Meerverbruik pompen</i>		
Delta T warmtenet	15,00 °C	
Totale warmte primaire zijde WP oorspronkelijk	15.008 MWh_th/j	Bij COP 3,5
Totale warmte primaire zijde WP nieuw	15.361 MWh_th/j	Bij COP 3,7188
<i>Energie primaire zijde WP oorspronkelijk</i>	<i>54.028.800.000,00 kJ/j</i>	Bij COP 3,5
<i>Energie primaire zijde WP nieuw</i>	<i>55.300.065.882,35 kJ/j</i>	Bij COP 3,7188
Verpompt debiet WP oorspronkelijk	861.703,35 m³/j	Bij delta T primaire zijde WP 15°C
Verpompt debiet WP nieuw	1.322.968,08 m³/j	Bij delta T primaire zijde WP 10°C
Totale warmte warmtenet oorspronkelijk	27.482,00 MWh_th/j	Bij COP 0
Totale warmte warmtenet nieuw	27.835,13 MWh_th/j	Bij COP 3,7188
<i>Totale warmte warmtenet oorspronkelijk</i>	<i>98.935.200.000,00 kJ/j</i>	
Verpompt debiet pompen warmtenet oorspronkelijk	1.577.913,88 m³/j	Bij delta T primaire zijde WP 15°C
Verpompt debiet pompen warmtenet nieuw	2.039.178,61 m³/j	Bij delta T primaire zijde WP 10°C
Oorspronkelijk energieverbruik pompen	722,00 MWh_el/j	Uit energiebalans
Nieuw energieverbruik pompen	933,06 MWh_el/j	
Stijging energieverbruik pompen	211,1 MWh_el/j	

Figuur 12 Berekening meerverbruik pompen

6.5.1.3 Preliminare kostenraming

De verhoging van de investeringskost wordt voornamelijk veroorzaakt doordat het ontwerpdebiet van de pompen in de warmtecentrale stijgt. Op het leidingwerk zit reeds voldoende marge om het extra debiet te kunnen opvangen. Uit de oorspronkelijke prijs van de pompen en de debietstijging kan de stijging van de investeringskost als volgt worden ingeschat:

Berekening		Eenheid	Opmerking
<i>Origineel ontwerp</i>			
Debiet pompen warmtenet	205	m ³ /h	Debiet per pomp - 2 x 3 pompen voorzien
Vermogen warmtepomp (secundair)	3,30	MW_th	
COP warmtepomp	3,50	-	
<i>Debiet warmtepomp oorspronkelijk ontwerp</i>			
Vermogen primaire zijde WP oorspronkelijk	2,36	MW_th	
Delta T primaire zijde WP oorspronkelijk	15,00	°C	
Debiet primaire zijde WP oorspronkelijk	135	m ³ /h	
<i>Debiet warmtepomp bij delta T = 10°C</i>			
COP warmtepomp	3,72	-	
Vermogen primaire zijde WP oorspronkelijk	2,41	MW_th	
Delta T primaire zijde WP oorspronkelijk	10,00	°C	
Debiet primaire zijde WP oorspronkelijk	208	m ³ /h	
<i>Debiet pompen warmtenet</i>			
Totale stijging ontwerpdebiet warmtenet	72	m ³ /h	
Stijging debiet per pomp warmtenet	36	m ³ /h	Pompen telkens 3 x 50%
Nieuw ontwerpdebiet pompen	241	m ³ /h	
<i>Prijsstijging pompen</i>			
Oorspronkelijk prijs pompen	€ 15.000,00		Per pomp
Nieuwe prijs pompen	€ 16.538,27		Per pomp - schalingsfactor 0,6
Aantal te vervangen pompen	6	-	
Stijging prijs pompen	€ 9.229,62		

6.5.1.4 Conclusie

Door de ingeschatte jaarlijkse energiebesparing te gaan vergelijken met de oorspronkelijke investeringskost van de pompen, kon worden afgeleid dat de extra investeringskost met zekerheid niet zal opwegen tegen de energetische winsten. De maatregel is derhalve weerhouden.

6.6 Niet-weerhouden maatregelen

In de volgende sub-paragrafen worden de niet-weerhouden maatregelen nader toegelicht.

6.6.1 MR2: Voorzien van een tweede warmtepomp op de koudwals

Korte technische omschrijving maatregel

Extra warmtepomp om een groter aandeel van de beschikbare restwarmte van de warmwals te kunnen hergebruiken in de koudwals.

Energetische besparingen

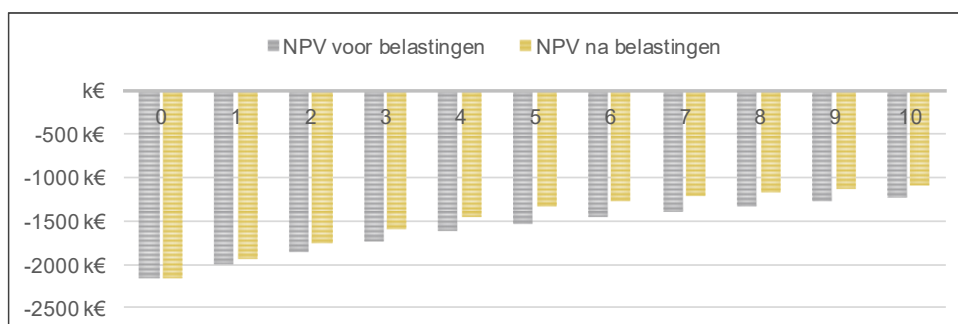
Energievector	Besparing	Primaire energie	CO ₂ -equivalent
Elektriciteit	-3.050 MWh _{el} /y	-27.450 GJ _p /y	-976 ton _{CO2} /y
Stoom	10.675 MWh _{bv,w} /y	38.558 GJ _p /y	2.417 ton _{CO2} /y
Stookolie	0 m ³ /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
-	0 /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
-	0 /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Totaal		11.108 GJ_p/y	1.441 ton_{CO2}/y
T.o.v. totalen in referentiejaar 2026		15,9%	53,0%

Kosten en baten

Kosten - Investering		Baten - Energiebesparing	
Equipment	2.150.000 EUR	Elektriciteit	-247.965 EUR/y
Installatie	0 EUR	Stoom	431.270 EUR/y
Engineering	0 EUR	Stookolie	0 EUR/y
Overige	0 EUR	CO ₂	0 EUR/y
		-	0 EUR/y
		-	0 EUR/y
Subtotaal	2.150.000 EUR	Subtotaal	183.305 EUR/y
Restwaarde - Investering		Kosten - O&M	
Restwaarde	0 EUR	O&M kost	0 EUR/y
Baten - CAPEX Subsidie		Baten - OPEX Subsidie	
Subsidie CAPEX	0 EUR	Subsidie OPEX	0 EUR/y
Totaal kosten		Totaal baten	
Totale investering	2.150.000 EUR	Totale besparing	183.305 EUR/y

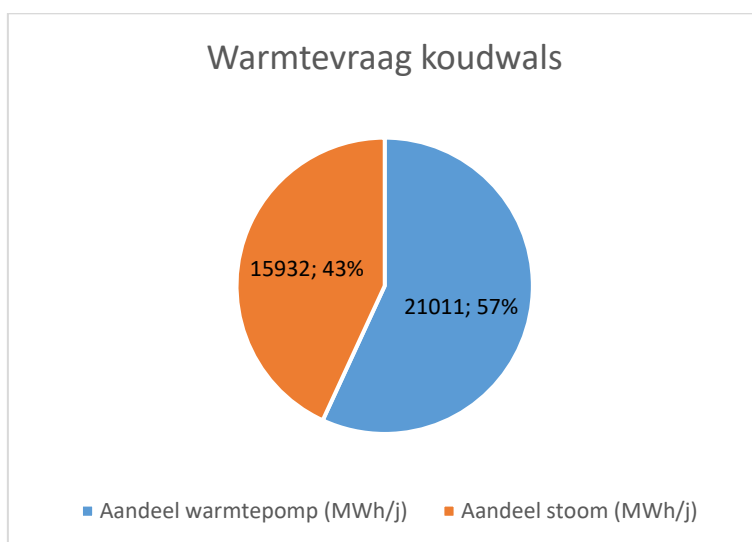
Economische analyse

Financiële parameters			
Levensduur	10 y	Prijsstijging energie	0,0% /y
Afschrijftermijn	5 y	Prijsstijging O&M	0,0% /y
Rentabiliteit maatregel			
LTVT	11,7 y	IRR voor belasting	-2,8% -
NPV na bel. (r=15%)	-1.099.669 EUR	IRR na belasting	-2,4% -



6.6.1.1 Toelichting maatregel

De warmtepomp voorzien voor de koudwals werd in het huidige ontwerp voorzien voor het dekken van de baseload. De pieken worden opgevangen door de bestaande stoomcondensor. Op die manier kan iets meer dan de helft van de stoomvraag voor de koudwals worden verminderd (zie Figuur 13). In deze maatregel werd onderzocht of het economisch rendabel zou zijn om een groter aandeel van de warmtevraag voor de koudwals in te vullen d.m.v. de warmtepomp. Omdat het echter niet mogelijk was om een warmtepomp met een groter vermogen te voorzien, werd gekeken naar de mogelijkheid om een tweede warmtepomp te voorzien. Bij de analyse van deze maatregel werd voor de eenvoud rekening gehouden met een tweede, identieke warmtepomp, dus $2 \times 3,3 \text{ MW}_{\text{th}}$.



Figuur 13 Invulling warmtevraag koudwals

6.6.1.2 Begroting energiebesparing

Het voorzien van een tweede warmtepomp heeft als gevolg dat een groter aandeel van de warmtevraag voor de koudwals kan worden ingevuld met restwarmte en dat dus een groter aandeel van de beschikbare restwarmte nuttig kan worden gebruikt. Hierdoor daalt de stoomvraag voor de koudwals, maar stijgt ook het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp.

Bovendien kan dit ook een invloed hebben op de stoomvraag voor het warmtenet in zijn geheel: aangezien de afname groter is, zullen periodes waarin de warmtevraag groter is dan het aanbod aan restwarmte frequenter voorkomen. In deze analyse zal hier echter abstractie van worden gemaakt. Dit wil dus zeggen dat de energiebesparing overschat zal zijn.

Op basis van de het warmtevraagprofiel van de koudwals over een jaar, kan eenvoudig worden ingeschat hoeveel de stoomvraag voor de koudwals kan worden gereduceerd in functie van het vermogen van de warmtepomp. De data was echter niet volledig: voor juni t.e.m. september werd de warmtevraag ingeschat door het gemiddelde te nemen van alle overige maanden.

Op deze manier werd een stoombesparing van $\pm 10\,700 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{j}$ bekomen. Doordat die moet worden geleverd door de warmtepomp stijgt het elektriciteitsverbruik met ongeveer $10\,700/3,5 = \pm 3050 \text{ MWh}_{\text{el}}/\text{j}$.

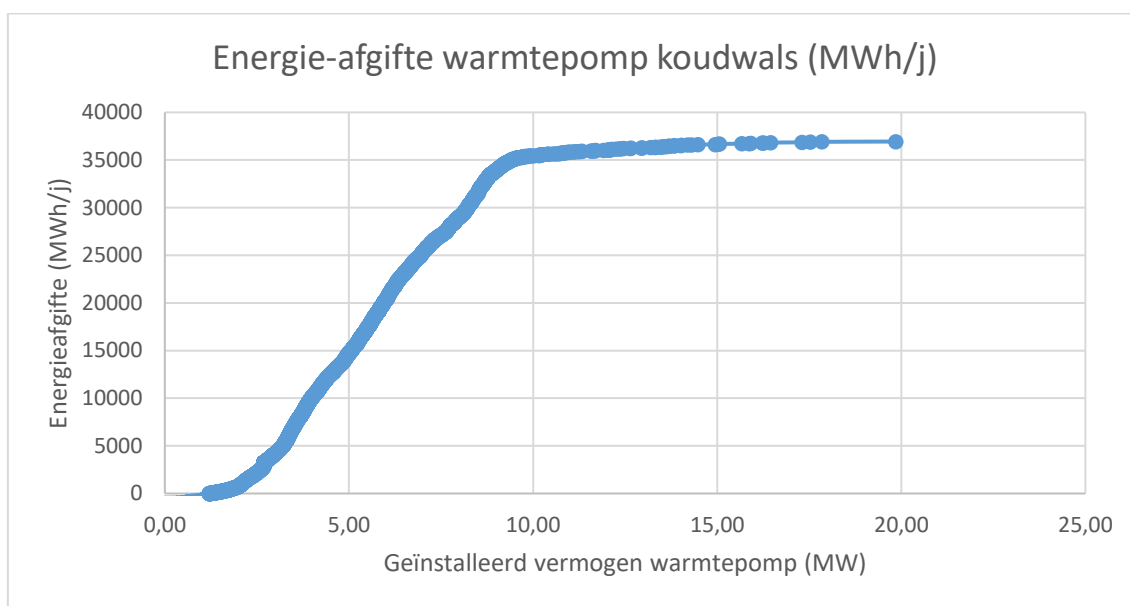
6.6.1.3 Preliminare kostenraming

De extra investeringskost wordt voornamelijk bepaald door de aankoop van een tweede warmtepomp en alle bijkomstigheden (elektrische aansluiting, hydraulische aansluiting, regeling etc.).

Een extra warmtepomp koppelen op het warmtenet heeft echter ook een invloed op het piekvermogen dat moet kunnen worden geleverd doorheen het net. Dit houdt in dat de warmtewisselaar, pompen, leidingen, eventueel ook de stoomcondensator etc. moeten worden vergroot.

In deze analyse zal enkel de aankoopkost van de warmtepomp in rekening worden gebracht. De prijs hiervan kan rechtstreeks worden gehaald uit de offerte voor het oorspronkelijk ontwerp ($\pm 2,15$ M€). Dit alleen is al voldoende om te zien dat deze maatregel niet rendabel is.

Men kan zich de vraag stellen of een kleinere warmtepomp eventueel een beter alternatief zou kunnen zijn. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als het aantal uur dat de koudwals een vermogen van $6,6 \text{ MW}_{\text{th}}$ vraagt vrij beperkt is. In dat geval zal bij een verlaging van het geïnstalleerd vermogen de stoombesparing langzamer dalen dan de prijs van de warmtepomp. Uit Figuur 14 blijkt echter dat ook de stoombesparing heel sterk daalt naarmate het vermogen daalt onder $6,6 \text{ MW}_{\text{th}}$. Deze daling is zelfs vrij constant tot een vermogen van $\pm 3 \text{ MW}_{\text{th}}$. Dit doet dus vermoeden dat zelfs een extra warmtepomp met een kleiner vermogen nooit rendabel zal zijn.



Figuur 14 Stoombesparing koudwals in functie van geïnstalleerd thermisch vermogen warmtepomp

6.6.1.4 Conclusie

Het voorzien van een tweede warmtepomp zou toelaten om een groter aandeel van de warmtevraag van de koudwals te kunnen leveren met restwarmte in plaats van met stoom. De prijs van de warmtepomp alleen (dus nog zonder elektrische en hydraulische aansluiting, regeling etc.) is reeds dermate hoog dat het geen rendabele optie is. De maatregel is derhalve niet weerhouden.

6.6.2 MR3: Implementatie van een warmtebuffer

Korte technische omschrijving maatregel

Buffer om verschillen warmteproductie - warmtevraag op te vangen

Energetische besparingen

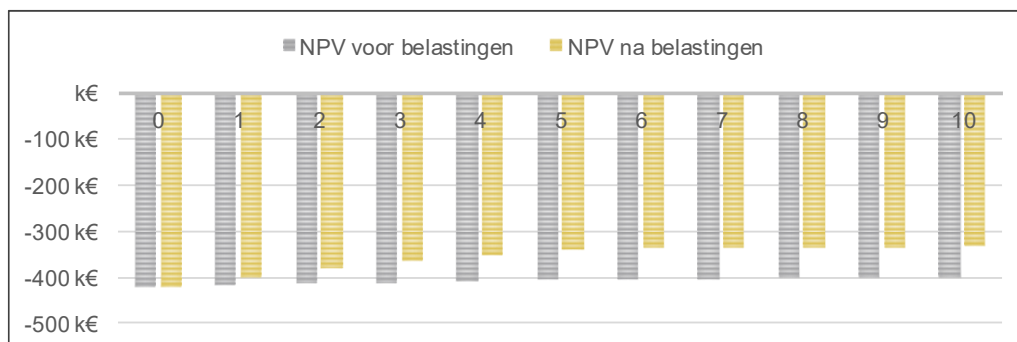
Energievector	Besparing	Primaire energie	CO ₂ -equivalent
Elektriciteit	0 MWh _{el} /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Aardgas	0 MWh _{bv,w} /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Stookolie	0 m ³ /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Stoom	116 MWh/y	418 GJ _p /y	26 ton _{CO2} /y
-	0 /y	0 GJ _p /y	0 ton _{CO2} /y
Totaal		418 GJ_p/y	26 ton_{CO2}/y
T.o.v. totalen in referentiejaar 2026		0,6%	1,0%

Kosten en baten

Kosten - Investering		Baten - Energiebesparing	
Equipment	337.064 EUR	Elektriciteit	0 EUR/y
Installatie	42.133 EUR	Aardgas	0 EUR/y
Engineering	42.133 EUR	Stookolie	0 EUR/y
Overige	0 EUR	CO ₂	0 EUR/y
		Stoom	4.670 EUR/y
		-	0 EUR/y
Subtotaal	421.330 EUR	Subtotaal	4.670 EUR/y
Restwaarde - Investering		Kosten - O&M	
Restwaarde	0 EUR	O&M kost	0 EUR/y
Baten - CAPEX Subsidie		Baten - OPEX Subsidie	
Subsidie CAPEX	0 EUR	Subsidie OPEX	0 EUR/y
Totaal kosten		Totaal baten	
Totale investering	421.330 EUR	Totale besparing	4.670 EUR/y

Economische analyse

Financiële parameters			
Levensduur	10 y	Prijsstijging energie	0,0% /y
Afschrijfmijn	5 y	Prijsstijging O&M	0,0% /y
Rentabiliteit maatregel			
LTVT	90,2 y	IRR voor belasting	-27,8% -
NPV na bel. (r=15%)	-333.133 EUR	IRR na belasting	-22,4% -



6.6.2.1 Toelichting maatregel

Uit de data blijkt dat er regelmatig meer restwarmte beschikbaar is dan wat gevraagd wordt van de warmteafnemers. Op andere momenten, bijvoorbeeld tijdens onderhoud, is er wel warmtevraag naar geen restwarmte beschikbaar. Het gebruik van een warmtebuffer kan dit gedeeltelijk oplossen, door warmte op te slaan en nadien weer vrij te geven.

Op de locatie van de warmtecentrale stond vroeger een stookolietank van 150 m³, waardoor er plaats zou zijn voor een warmtebuffertank van gelijkaardige grootte. De diameter van de sokkel voor de tank is 6 m. Wanneer er gerekend wordt met een bruikbaar volume van 90% en een temperatuurregime tussen 56,4 en 69,5 °C, is de thermische capaciteit van de buffer ongeveer 2 MWh.

6.6.2.2 Begroting energiebesparing

Om de energiebesparing te kunnen begroten, is een high-level simulatie opgesteld. De urengegevens voor beschikbaar vermogen en warmtevraag voor een volledig jaar werden naast elkaar geplaatst. Voor elk uur werd bepaald hoeveel warmte van en naar de buffer kan stromen, rekening houdend met de maximum capaciteit van 2 MWh.

Uit de analyse bleek dat er nog steeds een back-up warmtebron nodig was, namelijk via de stoomcondensor. Echter, het stoomverbruik vermindert zeer beperkt wanneer de warmtebuffer wordt toegevoegd. De totale benodigde stoom met warmtebuffer zou 3612 MWh zijn, zonder warmtebuffer is dit 3728 MWh, een verschil van 116 MWh (3% van totale stoombehoefte). In deze berekening is er nog niet van uit gegaan dat de warmtepomp wordt uitgeschakeld wanneer er langer dan 24 uur geen restwarmte beschikbaar is.

6.6.2.3 Preliminare kostenraming

Als startpunt voor de kostenraming werd vertrokken vanuit Sweco's kostendatabase. Deze is gebaseerd op offertes uit vergelijkbare projecten. Daarbij komen nog kosten voor de tankisolatie, leidingwerk, ventielen, kleppen, sensoren. Uiteindelijk werd een totale direct kostprijs van ongeveer € 337.000 bepaald. Hier dient men nog kosten bij te tellen voor de installatie en engineering, wat resulteert in een totaalbedrag van € 420.000.

Aangezien de stoomprijs op 40,4 €/MWh ligt, zou een jaarlijkse stoombesparing van 116 MWh resulteren in een jaarlijkse kostprijsbesparing van slechts € 4.670.

6.6.2.4 Conclusie

Een warmtebuffer plaatsen zou helpen in het optimaal valoriseren van de beschikbare restwarmte. Echter, het is effect is zeer beperkt, er zou slechts ongeveer 3% stoom bespaard worden. Door de grote investeringskosten en de beperkte energiewinsten is de IRR negatief.

7 Bijlage A: Longlist

Project number
2711689001
Client
Warmtenet Zelzate BV
Project
Energistudie WAMG

Author
Tom Franssens- William Mulkens - Italo Brunello
Subject
Longlist energiebesparende maatregelen
Document number

Revision
0.0
Date
27.02.2026

Legende

Maatregel blijkt uit eerste screening techno-economische haalbaarheid en besprekingen met de klant reeds technisch en/of economisch niet haalbaar.

Veelbelovende maatregel met beduidend (relatief) besparingspotentieel en positieve eerste screening van techno-economische haalbaarheid. Verdere evaluatie/vervolgstappen/acties aan de orde voor gegronde besluitvorming rond techno-economische haalbaarheid, waar nodig met aandacht voor interactie met andere maatregelen.

Maatregel die reeds met zekerheid wordt uitgevoerd.

Nr	Unit	Subsysteem / equipment	Vaststelling	Maatregel	Type	Screening techno-economische haalbaarheid	Shortlist
1	Koudwals	Warmtepomp	Huidige dT is 15°C op de primaire zijde van de warmtepomp.	Door het debiet aan de primaire zijde van de warmtepomp te verhogen zou de dT zakken en zou een hogere gemiddelde temperatuur worden bekomen. Dit resulteert in een hogere COP.		Opvoeren van het debiet tot een dT = 10°C: - CAPEX: grotere pompen warmtenet nodig wegens stijging debiet primaire zijde warmtepomp. - OPEX: -- Stijging verpompt debiet --> stijging OPEX circulatiepompen warmtenet -- Stijging COP --> daling elektriciteitsverbruik warmtepomp: --- gemiddelde temperatuur verdamperzijde huidig ontwerp: 0,5*(55+70) = 62,5 --- gemiddelde temperatuur verdamperzijde na aanpassing dT: 0,5*(60+70) = 65 --> stijging gemiddelde temperatuur verdamperzijde: 2,5°C --- COP stijgt met ±2,5%/°C indien brontemperatuur stijgt --> COP stijgt met ±6%; COP' = 1,06°COP --- Oorspronkelijk energieverbruik warmtepomp: 6000 MWh_el --> Reductie energieverbruik: (1-COP/(1,06°COP))*6000 = 340 MWh_el/j	MR1
2	Koudwals	Warmtepomp	- De warmtevraag van het warmtenet is doorgaans een stuk lager dan de beschikbare restwarmte. - Tegelijk is het vermogen van de warmtepomp niet voldoende om alle vermogen te leveren voor de koudwalserij	- Een tweede warmtepomp voorzien voor de koudwalserij - Aansluitend piekvermogen van het warmtenet opdrijven		- Beperkte beschikbare ruimte - Economisch rendabiliteit te onderzoeken	MR2
3	Warmwalserij	Koelerbank	Wegens het feit dat de koelerbank in serie staat met de wisselaar voor warmterecuperatie, gaat hierin een groot deel van de potentiële restwarmte verloren	Verlaag het debiet doorheen de koelerbank. Dit kan op twee manieren: - Voorzien van een bypass met regelkraan over de koelerbank. - De platenwisselaar en koelerbank in parallel ipv in serie zetten.		- Om afzetting van vervuiling op de warmtewisselaar in de koelerbank te voorkomen moet hier steeds een minimale stromingssnelheid door zijn. - Dit proces is dermate kritisch dat elke onderbreking van het productieproces zeer duur is. Wegens bedrijfszekerheid willen ze deze configuratie dus niet wijzigen	
4	Proces	Algemeen	Onderhoudswerken vallen nu in herfts/winter	Kan onderhoud worden ingepland in de zomer? Dan zal de warmtevraag kleiner zijn en zal er minder stoom nodig zijn voor de bijstook.		Operationeel onmogelijk; primaire productieprocessen krijgen voorrang. Hele werking van de site is nu afgestemd op dat onderhoud in november.	
5	Warmtenet	Leidingnet	Leidingen nu gedimensioneerd op een drukval van 150 Pa/m	Leidingen groter dimensioneren voor verminderd pompdebiet		Analyse grootte leidingen reeds doorgevoerd in ontwerp: - drukval van 300 Pa/m --> 200 Pa/m: lineaire terugverdiertijd: 1,3 jaar - drukval van 200 Pa/m --> 150 Pa/m (huidig scenario): lineaire terugverdiertijd: 9,6 jaar --> een verdere verlaging van de drukval zal economisch niet rendabel zijn	
6	Warmtenet	Waterpompen	De 3 pompen van het warmtenet zijn gedimensioneerd op 50% van het maximaal debiet (3 x 205 m³/h). Dit betekent dat hun minimumdebiet vrij hoog ligt. Op momenten dat het warmtenet ook op een debiet lager dan dit minimumdebiet zou kunnen werken, wordt een te groot debiet verpompt.	Een 4de pomp voorzien met een lager debiet. Deze heeft een lager minimumdebiet en kan het warmtenet voeden indien het benodigd debiet < minimumdebiet van de grote pompen.		Is bekeken geweest in ontwerp: - extra kleine pomp moet worden voorzien zowel op productie als verdeling - bekeken, niet economisch rendabel: -- ingeschatte CAPEX: 2 x €14000 (pompen, leidingwerk, kraanwerk, regeling, elektrische voeding) -- ingeschatte energiebesparing: 47 MWh/j (3800 €/j). Dit nog geen rekening houdend met het feit dat het warmtenet sowieso een minimumdebiet nodig heeft. - geen ruimte voor twee kleinere pompen	
7	Warmtenet	Leidingnet	Warmtevraag en productie zijn niet op elkaar afgestemd. Buffering kan dit verbeteren	Implementatie van een warmtebuffer		- De locatie van de vroegere stookolietank van 6 m diameter zou gebruikt kunnen worden voor een warmtebuffer van dezelfde omvang - Best-case kan je 2 MWh aan warmte opslaan, dit resulteert in een jaarlijkse stoombesparing van ongeveer 120 MWh, oftewel 3% van stoombehoefte (indien WP niet wordt uitgezet bij stilstanden langer dan 24u). - Dit dient te worden afgezet tegen de investeringskost om de rendabiliteit te bepalen.	MR3
8	Warmwalserij	Warmtewisselaar	Prevention of fouling on the heat exchangers?	Maatregel voorzien om fouling op de warmtewisselaar te vermijden		Er wordt een ultrasoon reinigingsstelsel van Harsonic voorzien om vervuiling van de warmtewisselaar te voorkomen	
9	Koudwals	Warmtepomp	Momenteel is er een luchtgekoelde vfd voor de warmtepomp. Watergekoeld is mogelijks interessanter	Voorzie een watergekoelde vfd voor de warmtepomp or recupereer deze warmte		Standaardtoestel, kan niet worden aangepast	
10	Koudwals	Warmtepomp	Er is een dry-cooler voorzien voorzien voor de compressor en motor van de warmtepomp op de juiste temperatuur te houden (60-70 kW max). Kan deze warmte gerecupereerd worden?	Recuperatie voorzien restwarmte compressor motor warmtepomp		Standaardtoestel, kan niet worden aangepast Restwarmtetemperatuur te laag	
11							
12							
13							
14							