

Projectplan Aquathermie ZGT, locatie Almelo

17 november 2022

Verantwoording

Titel	Projectplan Aquathermie ZGT, locatie Almelo
Opdrachtgever	Ziekenhuisgroep Twente
Projectleider	Simon Bos
Auteur(s)	Joris van de Ven
Tweede lezer	Geert van Rens
Projectnummer	1322122
Aantal pagina's	17
Datum	17 november 2022
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Syntraal
Kamperstraat 13021
Postbus 479
7400 AL Deventer
T +31 88 02 44 300
E info@syntraal.nl

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Beschrijving van het project.....	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Beschrijving projecttype	5
2.3	Additionaliteit.....	5
2.4	Beschrijving techniek en afbakening	6
2.4.1	Beschrijving techniek historische situatie.....	6
2.4.2	Beschrijving techniek nieuwe situatie	6
2.4.3	Afbakening.....	7
3	Monitoring	9
4	Baseline, projectemissies en CO ₂ -besparing	10
4.1	Baseline	10
4.2	Project specifieke emissie	13
4.2.1	Project emissie realisatie	13
4.2.2	Project emissie exploitatie	15
4.3	CO ₂ -besparing	15
4.4	Significante emissies realisatie.....	16
5	Risicobeheersing	17
5.1	Certificeringsrisico's	17
5.2	Technische risico's.....	17

1 Inleiding

Dit projectplan heeft betrekking op het aquathermieproject vanuit de Leemslagenplas voor de koeling van Ziekenhuisgroep Twente, locatie Almelo (verder: ZGT). Dit document behoort bij het Methodedocument 'Aquathermie ter vervanging van aardgas voor verwarming en/of koeling van gebouwen' in de versie 006 van 167 april 2022 (kenmerk: GDNK-Warmte-Rio-006), omdat sprake is van een water gerelateerde bron, die gebruikt wordt voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO).

Bij dit project zijn de volgende partijen betrokken:

- Stichting Ziekenhuisgroep Twente te Almelo als eigenaar van het gebouw
- NTP BV als eigenaar en exploitant van het winningssysteem en (deel van) het leidingnet
- De gemeente Almelo als eigenaar van de Leemslagenplas
- Syntraal BV als opsteller van het projectplan

Namens deze partijen is Syntraal BV gemachtigd om alle zaken betreffende de monitoring en certificering te behartigen. Zij treedt op als penvoerder van dit project.

In de realisatiefase was ook het Energiefonds Overijssel betrokken als medefinancier van de leiding. Dit betreft een bijdrage in de realisatie en niet in de exploitatie. Binnen de projectgrens speelt zij geen actieve rol en is als zodanig niet langer meer betrokken.

2 Beschrijving van het project

2.1 Algemeen

ZGT wint sinds het voorjaar van 2021 warmte met een zeer lage temperatuur (verder in dit projectplan aangeduid als koudewinning) uit de Leemslagenplas om het ziekenhuis in Almelo van koeling te voorzien. Dit systeem wordt Lake Source Cooling genoemd. Hiermee wordt voorzien in gebouwkoeling, luchtbehandeling alsmede de koeling voor diverse apparatuur zoals MRI en CT-scanners. Voorheen werden hiervoor twee warmtekrachtkoppelingen (WKK) ingezet, die met behulp van absorptiekoeling de benodigde koeling genereerden en daarnaast ook voorzagen in de warmte- en elektriciteitsbehoefte van het ziekenhuis. Met de koudewinning uit de Leemslagenplas is de absorptiekoeling komen te vervallen en is de inzet van één van de WKK's niet langer nodig, wat tot leidt een aanzienlijke gasbesparing op jaarbasis. De andere WKK wordt nog ingezet voor de productie van warmte en elektriciteit. De beoogde projectduur voor het genereren van CO₂ certificaten bedraagt 15 jaar. Na 15 jaar zal geëvalueerd worden of de installatie is afgeschreven of dat het gebruik kan worden voortgezet. Vanaf dat moment komt de installatie echter niet meer in aanmerking voor CO₂ certificaten.

2.2 Beschrijving projecttype

Dit project betreft het winnen van koude uit oppervlaktewater voor de koeling van het ziekenhuis. Dit is een vorm van aquathermie, zij het dat de benodigde temperatuur van een laag niveau is en er dus feitelijk geen warmte, maar koude wordt geleverd. Het project voldoet aan de criteria van het Methodedocument 'Aquathermie ter vervanging van aardgas voor verwarming en/of koeling van gebouwen': *"De in te zetten techniek is om middels een warmtewisselaar thermische energie (warmte en/of koude) uit het water te winnen en met een warmtepomp of pomp naar de gewenste gebruikstemperatuur te brengen"*.

2.3 Additionaliteit

Aquathermie is geen direct onderdeel van bestaand duurzaamheidsbeleid en kent een veel langere terugverdientijd dan 5 jaar, waarmee er vanuit het activiteitenbesluit en of vergunningen geen voorschrijvend kader is. Ook meerjarenafspraken bestaan niet meer. Er gelden verder ook geen andere wettelijke verplichtingen of beleidsmatige stimulansen om deze techniek toe te passen. Dit project is ook niet specifiek gerealiseerd met als doel om te voldoen aan de energielabel C verplichting, aangezien het geen kantoorgebouw betreft (de label C verplichting geldt enkel voor kantoorgebouwen).

Voor dit project is geen SDE of DEI subsidie toegekend. Wel is ondersteuning van het Energiefonds Overijssel ontvangen. Dit Energiefonds verstrekt echter financieringsinstrumenten in de vorm van participaties, (achtergestelde) leningen en garanties. Daarmee is er geen spraken van een subsidiëring van de activiteiten, maar van het aangaan van een bepaalde leenvorm voor de financiering.

Samenvattend is er geen sprake van enige vorm van subsidiëring, zodat gebruik gemaakt mag worden van de door de SNK af te geven certificaten.

2.4 Beschrijving techniek en afbakening

2.4.1 Beschrijving techniek historische situatie

Voorheen waren twee WKK's met een gekoppelde absorptiewarmtepomp de hoofdopwekkers van koude. Deze WKK's waren ook de hoofdopwekkers van warmte voor verwarming (en uiteraard elektriciteit). Daarnaast was er voor piekcapaciteit verwarming een gasketel aanwezig en een compressiekoelmachine voor koude.

De huidige WKK's betreffen 2 Caterpillar type G3512 SITA HT uit 1995 met een elektrisch vermogen van 768 kWe elk. Zij leveren elk 1034 kW potentieel nuttig in te zetten thermisch vermogen. Daarbovenop wordt er 144 kW weggekoeld uit de aftercooler, die niet nuttig wordt ingezet. Het elektrisch rendement van deze WKK bedraagt 34% en het nuttige thermisch rendement 46%, met een totaalrendement van 79% (door afronding van het elektrisch en thermisch rendement geen 80%).

De absorptiekoelmachine betreft een Carrier type 16JB047. De technische gegevens zijn uit de technische documentatie gehaald en gegeven in Tabel 4.1. Merk op dat de absorptiekoelmachine enigszins onder dit werkpunt draait, daar het beschikbare thermische vermogen 2068 kW bedraagt.

Tabel 2.1 Gegevens absorptiekoelmachine

	Vermogen (kW)
Koelvermogen	1.685
Elektrische input	5,9
Thermische input	2.422

Het koelvermogen met absorptiekoelmachine is naar beneden afgerond 1438 kW. Daar bovenop is koelvermogen met een elektrische compressiekoelmachine geïnstalleerd.

2.4.2 Beschrijving techniek nieuwe situatie

De WKK's zijn nog steeds aanwezig en zijn nog steeds de hoofdopwekker van verwarming en elektriciteit.

Voor koude is een nieuwe hoofdopwekker geplaatst. De warmtebron die voor dit project gebruikt wordt, is het water uit de diepe onderlaag van de Leemslagenplas. Vanaf bepaalde dieptes is de temperatuur voldoende om het ziekenhuis te kunnen koelen (circa 4 °C). Door middel van een groot aanzuigfilter wordt het koude water onttrokken. Met behulp van pompen die opgesteld staan in een pompkelder, wordt het water via een aanvoerleiding getransporteerd naar het installatiegebouw van ZGT. Hier wordt het water gecirculeerd over een drietal warmtewisselaars (TSA's), ingezet voor de benodigde koeling en vervolgens wordt het retourwater terug geloosd in de Leemslagenplas.

Voor dit project zijn de volgende zaken gerealiseerd:

- Aanleg van een aanvoer- en retourleiding tussen de Leemslagenplas en ZGT, inclusief aanzuigfilter en pompkelder. Deze installaties en leidingwerk tot aan de TSA's in het installatiegebouw van ZGT, zijn eigendom van NTP
- Installatie van een drietal TSA's in het installatiegebouw van ZGT, hiermee vindt warmte-uitwisseling plaats tussen het koude water uit de Leemslagenplas en het (gesloten) koelcircuit van het ziekenhuis. De TSA's en verdere downstream installaties zoals het koelcircuit zijn eigendom van ZGT

ZGT is de enige afnemer van koude uit dit systeem. De winningsinstallatie, inclusief de pompen in het pomphuis, valt daarmee volledig binnen de projectgrens.

Het koelvermogen van Lake-Source Cooling systeem bedraagt 2.300 kW en overschrijdt daarmee het koelvermogen van de absorptiekoelmachine.

De WKK's zijn nog steeds aanwezig en kunnen voor koude nog als back-up ingezet worden. Ook de compressiekoelmachine is nog aanwezig. Het is vanuit kostenbesparingsoogpunt logisch, dat als piekcapaciteit nodig is, de elektrische compressiekoelmachine wordt aangezet, aangezien de combinatie van WKK en absorptiekoelmachine vooral bij hoge vollast rendabel is. Als back-up kan zowel de compressiekoelmachine als WKK met absorptiekoeling worden ingezet. In het eerste geval valt deze buiten de scope, aangezien de WKK dan normaliter uit zal staan. In het tweede geval is er per definitie sprake van een situatie, waarbij het baseline scenario gelijk is aan de project scenario. Zoals eerder al gesteld is de verwarmingssituatie is dus niet veranderd ten gevolge van de komst van het koelsysteem.

2.4.3 Afbakening

Voor de projectafbakening is alleen gefocust op de situatie van koeling, daar de situatie van verwarming in zijn geheel niet gewijzigd is en daarmee buiten de scope valt.

Verder valt de situatie van een uitval van het Lake Source Cooling systeem en het inschakelen van de WKK buiten de scope, omdat het rendement van de WKK niet verandert door de aanwezigheid van het Lake Source Cooling systeem. Ook als de WKK vervangen wordt (en die beslissing wordt genomen op basis van verwarming en niet koeling), geldt dat het rendement van de WKK in de situatie met en zonder Lake Source Cooling helemaal niet anders is. Om die reden is het valide om deze situatie buiten de scope te plaatsen.

Verder stellen we de scope vast op een maximale koudelevering van het lake-source cooling system gelijk aan het maximaal te leveren energie door de absorptiekoelmachine gedurende 1 uur, (d.w.z. 5,1 GJ/uur (afrondding naar beneden)). De vervanging van koude uit de compressiekoelmachine met opgewekte elektriciteit door de WKK door het Lake Source Cooling systeem mag volgens het methode-document binnen de scope van de CO₂-certificaten vallen. Dit heeft echter dusdanig veel haken en ogen, dat het wijzer is om deze buiten scope te laten. Dit is conservatief.

Er is geen reden om aan te nemen dat een elektrische compressiekoelmachine extra ingezet wordt door toepassing van het Lake Source Cooling systeem, daar het opgestelde koelvermogen toegenomen is door toepassing van het Lake Source Cooling systeem.

De CO₂-emissie van de aanleg van het systeem valt conform het methodedocument formeel buiten de afbakening, maar op verzoek van de validator is toch gekozen om deze emissies mee te rekenen in de projectemissies. Dit omdat deze emissies in de referentiesituatie niet zouden hebben plaatsgevonden.

De vermeden broeikasgasemissies van lekverliezen van de absorptiekoeler en vervangingen die nodig zouden zijn geweest in de baseline situatie, zijn daarentegen niet meegenomen. Deze emissies zouden in theorie nog mogen worden opgeteld bij de besparing. Het niet meenemen van deze CO₂-emissies is een worst-case benadering die in ieder geval niet resulteert in een overschatting van de werkelijke CO₂ besparing.

3 Monitoring

Om de CO₂-reductie vast te kunnen stellen, is het van belang om de door de pompen geleverde koude vast te stellen en de CO₂-reductie uit vermeden gasverbruik te corrigeren voor het benodigde (extra) elektraverbruik van de pompen. De CO₂-reductie zal definitief vastgesteld worden door een erkend en gecertificeerd meetbedrijf dat energiemetingen verricht en de monitoring uitvoert. Op voorhand wordt uitgegaan van Fudura, die ook het eerder getoetste project in Wezep verzorgt. De monitoring bestaat uit de volgende werkzaamheden / onderdelen:

- Het opstellen van een standaard meetprotocol
- Het plaatsen van MID-gecertificeerde meters om de energie-inhoud van de input- en de outputstromen te kunnen bepalen (voor zover nog niet aanwezig). Concreet houdt dit in: het meten van het elektriciteitsverbruik van de pompen in de pompkelder en het meten van de energielevering (koude) door de leidingen van het Lake Source Cooling systeem. Laatstgenoemde wordt gemeten met een temperatuur- en debietmeting van de aanvoer- en retourleiding
- Het voorzien van alle metingen van telemetrie, die door het gecertificeerde meetbedrijf uitgelezen wordt en op uurbasis gerapporteerd wordt. Door deze methode van uitlezing worden afwijkingen en of storingen snel gesignaleerd en kan direct actie ondernomen worden
- Het valideren van de data die wordt uitgelezen en het continu berekenen van de CO₂-reductie
- Het maandelijks en jaarlijks opstellen van een rapportage met daarin de formele vaststelling van de gerealiseerde CO₂-reductie

Doordat de energiemeters voldoen aan de MID-certificeringseisen is de gevraagde betrouwbaarheid conform het methodedocument gegarandeerd. De energiemeting dient binnen de projectgrens te worden geplaatst, dus aan de Leemslagenplas-kant van de TSA's (en dus niet in het koudecircuit van het ziekenhuis). De meters worden zo dicht mogelijk bij de TSA's geplaatst in verband met eventuele koudeverliezen in de leiding. Door een wisselaar gaat in principe geen energie verloren. Er is hooguit sprake van een klein energieverlies (of eigenlijk extra opwarming) doordat de omgeving de warmtewisselaar wat warmer maakt. Bij koeling is de drijvende kracht sowieso al niet zo hoog (het koudecircuit is maar beperkt kouder dan de omgeving). Het verlies is kleiner dan 1 promille en daarmee verwaarloosbaar. Hierdoor wordt de werkelijk geleverde hoeveelheid koude gemeten en worden eventuele koudeverliezen niet meegenomen als 'duurzame' koude waarover CO₂ wordt bespaard.

4 Baseline, projectemissies en CO₂-besparing

4.1 Baseline

In de oude situatie werden twee aardgasgestookte WKK's ingezet voor drie doeleinden:

- Productie van warmte
- Productie van koude door middel van absorptiekoeling
- Productie van elektriciteit, die deels zelf wordt verbruikt en deels wordt terug geleverd aan het elektriciteitsnet

In de nieuwe situatie draaien één of meerdere WKK's niet meer voor de situatie van koeling. Voor verwarming worden zij, daar waar nodig nog steeds ingezet. De baseline case is dan ook louter de opwek van koude middels de absorptiekoelmachine met gelijktijdige elektriciteit opwek. De koude-opwek met een compressiekoelmachine met elektriciteit opgewekt door de WKK is buiten scope geplaatst.

Over de opwekking van elektriciteit door WKK zegt het methodedocument aquathermie het volgende:

“Wanneer de warmte- of koude-productie wordt gedaan middels een WKK wordt ook elektriciteit geproduceerd door deze WKK. Met deze elektriciteit worden de koelmachines gevoed. Indien er meer elektriciteit wordt opgewekt door de WKK dan voor de koelmachines noodzakelijk is, dan kan deze worden ingezet voor de eigen elektriciteitsbehoefte of kan deze aan het (externe) elektriciteitsnet worden geleverd. Wanneer een WKK wordt vervangen door een aquathermiebron dient men rekening te houden dat de elektra van de WKK vanaf dat moment extern wordt opgewekt / ingekocht. Hierbij zijn er drie mogelijkheden:

- 1) *De elektriciteit die in de baselinesituatie door de WKK is opgewekt én ingezet wordt voor interne benutting, dient gecompenseerd te worden volgens de SNK-regels, omdat deze hoeveelheid elektriciteit in de nieuwe situatie extra ingekocht moet worden.*
- 2) *De elektriciteit vanuit de WKK die in de baselinesituatie voor de koelmachines nodig was, hoeft niet gecompenseerd te worden. Deze komt binnen de projectgrens te vervallen, omdat in de nieuwe situatie de pompen in de koude voorzien. De elektriciteitsbehoefte van deze pompen vormt onderdeel van het project / valt binnen de projectgrens en dient om die reden wel gecompenseerd te worden.*
- 3) *Tenslotte hoeft de elektriciteit vanuit de WKK die in de baselinesituatie aan het externe net is geleverd niet gecompenseerd te worden, omdat deze door gas vanuit de WKK opgewekte elektriciteit vervalt en juist extra ruimte genereert op het elektriciteitsnet.*

Het bovenstaande dient uitgewerkt te worden in het projectplan, waarbij aangegeven dient te worden hoe de gas en elektra vanuit de WKK in de baseline werden benut.”

Voor ZGT zijn situaties 1, 2 en 3 van toepassing. De elektriciteit die voorheen werd opgewekt door de WKK werd deels ingezet voor interne benutting (1), waaronder (2) in de absorptiekoelmachine en werd deels teruggeleverd aan het externe net (3).

Voor de berekening van de baseline en de daaruit volgende CO₂ besparing is uitgegaan van 100% inzet voor interne benutting, zodat alle voorheen opgewekte elektriciteit moet worden gecompenseerd bij de project-emissie. De hoeveelheid elektriciteit die wordt benut in de absorptiekoelmachine wordt hiervan afgetrokken. Dat is een conservatieve aanname, waarbij er zeker niet te veel certificaten worden afgegeven.

Voor de baseline zijn geen specifieke data voorhanden van het aardgasverbruik van de WKK's en geleverde GJ aan koude voor het ZGT van de afgelopen jaren.

De huidige WKK's betreffen 2 Caterpillar type G3512 SITA HT uit 1995 met een elektrisch vermogen van 768 kWe elk. Zij leveren 1034 kW potentieel nuttig in te zetten thermisch vermogen. Daarbovenop wordt er 144 kW weggekoeld uit de aftercooler, die niet nuttig wordt ingezet. Het elektrisch rendement van deze WKK bedraagt 34% en het nuttige thermisch rendement 46%, met een totaalrendement van 79% (door afronding van het elektrisch en thermisch rendement geen 80%). Dit is relatief laag. Wanneer de warmte uit de aftercooler nuttig ingezet zou worden komt daar een additionele 6% bij en komt men op het typische kental van 85% nuttig ingezette energie bij een WKK. De WKK's zullen normaal gesproken in 2025 vervangen worden (voor zowel baseline als project case). Om niet met twee baseline getallen te moeten rekenen is vervolgens gekeken wat het effect van het rendement van de WKK is op de CO₂-besparing om een (in termen van CO₂-certificaten) **conservatieve** baseline vast te stellen.

Het blijkt dat hoe hoger het elektrisch rendement, hoe lager de CO₂-besparing door het Lake Source Cooling systeem is. Omdat het totaalrendement (optelsom van thermisch en elektrisch rendement) van een WKK vrijwel altijd gelijk is aan 85% geldt dat een WKK met hoog elektrisch rendement en laag thermisch rendement het gunstigste uitvalt. Er wordt aangenomen dat voor de vervanging een WKK met vergelijkbaar vermogen wordt gekozen en met state-of-the-art rendement. Dit zou een Caterpillar type CG-132B-16 kunnen zijn. Dit is één van de blokken ontwikkeld in de tijd dat het nog MWM was, welk merk bekend stond om haar hoge elektrische rendementen. Er wordt gerekend met 43,5% elektrisch rendement (en dus 41,5% thermisch rendement). De invloed van rendement is weergegeven in Bijlage 1.

De absorptiekoelmachine betreft een Carrier type 16JB047. De technische gegevens zijn uit de technische documentatie gehaald en gegeven in Tabel 4.1. Merk op dat de absorptiekoelmachine enigszins onder dit werkpunt draait, daar het beschikbare thermische vermogen 2.068 kW bedraagt.

Tabel 4.1 Gegevens absorptiekoelmachine

	Vermogen (kW)
Koelvermogen	1.685
Elektrische input	5,9
Thermische input	2.422

Kenmerk R001-1322122JVN-V01-ygl-NL

Het rendement (coëfficiënt of performance, COP) van de AKM wordt bepaald door de volgende formule:

$$COP = \frac{\text{koelvermogen (kW)}}{\text{warmte input (kW)}} \quad \text{Vergelijking 4.1}$$

Dit resulteert in de volgende COP:

$$COP_{AKM} = \frac{1.685}{2.422} = 0,6957 \quad \text{Vergelijking 4.2}$$

En het volgende specifieke elektriciteitsverbruik:

$$e_{AKM} = \frac{5,9}{1685} = 0,0035 \quad \text{Vergelijking 4.3}$$

Merk op dat zowel COP_{AKM} als e_{AKM} dimensieloos zijn.

Conform het methodedocument kan de CO_2 emissie in de baseline situatie worden berekend met de volgende formule:

$$CO_{2baseline\ jaar\ x} = E_{k,jaar\ x} \times SpecCO_{2baseline} \quad \text{Vergelijking 4.4}$$

Met $E_{k,jaar,x}$ het koudeverbruik in GJ en $SpecCO_{2baseline}$ de baseline-emissie in kg CO_2 /GJ koude. De index k is toegevoegd om duidelijker onderscheid te maken tussen energie in de vorm van koude en elektriciteit, die bovendien in verschillende eenheden worden gebruikt.

Waarbij:

$$SpecCO_{2baseline} = \frac{CO_{2gas}}{\eta_{WKK, thermisch} \times h} \times \frac{1000}{COP_{AKM}} \quad \text{Vergelijking 4.5}$$

Met CO_{2gas} de CO_2 emissiefactor van gas in kg CO_2 /Nm³ ("Well To Wheel") en COP_{AKM} de bovenstaande COP definitie van de absorptiekoelmachine, $\eta_{WKK, thermisch}$ het thermisch rendement van de WKK en h de verbrandingswaarde van aardgas in MJ/Nm³, in dit geval onderwaarde (31,65 MJ/Nm³).

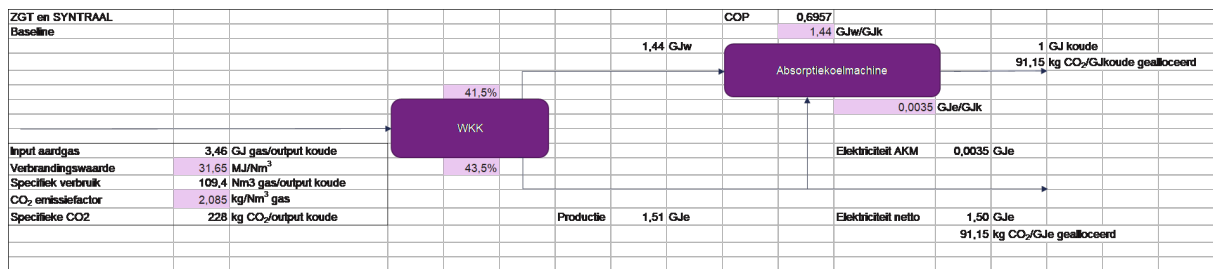
In het specifieke geval van ZGT resulteert dit in een baseline van:

$$SpecCO_{2baseline} = \frac{CO_{2gas}}{41,5\% \times 31,65} \times \frac{1000}{0,6957} = 109,4 \times CO_{2gas} \quad \text{Vergelijking 4.6}$$

Merk op dat de term 109,4 het gasverbruik (in Nm³ per GJ koude) omschrijft. Naast koude wordt met het gas echter ook elektriciteit opgewekt. Uitgaande van een CO_2 emissie van 2,085 kg CO_2 /m³ voor

Kenmerk R001-1322122JVN-V01-ygl-NL

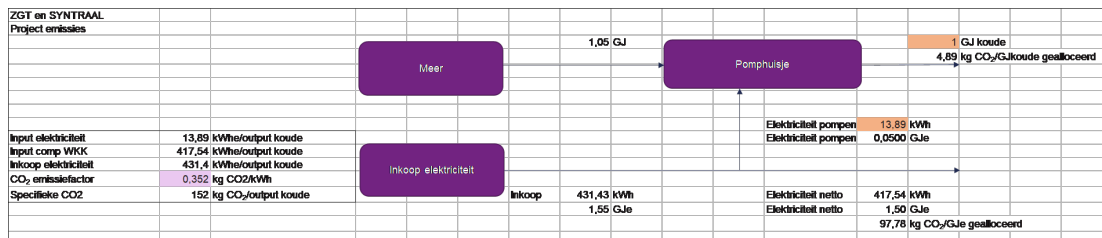
aardgas conform de huidige CO₂ emissiefactoren (peil 14-1-2022)¹ resulteert dit in een specifieke baseline van **228 kg CO₂ voor 1 GJ koude en 1,5 GJ netto elektriciteit.**



Figuur 4.1 Schema berekening baseline-situatie

4.2 Project specifieke emissie

De hoeveelheid koude opgewekt door het Lake Source Cooling systeem wordt gemeten. Ook het elektriciteitsverbruik door de pompen van het Lake Source Cooling systeem wordt meten. Daarnaast wordt in de project situatie elektriciteit van het net gebruikt, die anders door de WKK opgewekt zou worden. Deze elektriciteit is onderdeel van de project situatie, ook al kan deze niet gemeten worden. Deze wordt teruggerekend op basis van parameters van de baseline situatie.



Figuur 4.2 Schema berekening project specifieke emissie

In de nieuwe situatie is de project emissie:

$$CO_{2,project} = CO_{2,exploitatie} + CO_{2,realisatie,jaar}$$

Vergelijking 4.7

4.2.1 Project emissie realisatie

De project specifieke emissies voor de realisatie van het Lake Source Cooling systeem zijn eenmalig en hoeven niet jaarlijks te worden (her)berekend. Immers, het systeem wordt maar één keer aangelegd. De emissies dienen op basis van de levensduur te worden verrekend naar een CO₂ emissie per jaar:

$$CO_{2,realisatie,jaar} = \frac{CO_{2,realisatie,totaal}}{levensduur\ systeem}$$

Vergelijking 4.8

¹ www.co2-emissiefactoren.nl

Kenmerk R001-1322122JVN-V01-ygl-NL

Met de levensduur in jaren en $CO_{2,realisatie,totaal}$ de totale eenmalige emissies voor de aanleg van het systeem in kg CO_2 -equivalenten. Merk op dat hier wordt gerekend met CO_2 -equivalenten, omdat bij de aanleg van het systeem ook andere broeikasgassen vrijkomen.

De $CO_{2,realisatie,totaal}$ is bepaald aan de hand van kentallen en bestaat uit twee hoofdcomponenten:

- Diesilverbruik per uur van de graafmachine
- Broeikasgasemissie per kg PE-leiding

De overige componenten van aanleg (bijv. pompen, trilplaat etc.) hebben een verwaarloosbaar kleine bijdrage aan de totale realisatie-emissies en zijn daarom niet meegenomen. Dit valt in de marge van de gehanteerde kentallen.

De koelleiding van de Leemslagenplas naar ZGT betreft een PE-buis met een nominale diameter van 350 mm, een dikte van 35 mm en een totale leidinglengte van 2.000 meter. Met een dichtheid van 940 kg/m^3 komt dit neer op 36,2 kg per meter oftewel 72.351 kg PE in totaal. Voor de aanleg van deze leiding is circa 13 dagen graafwerkzaamheden nodig à 8 uur per dag.

Voor een PE-leiding variëren de kengetallen tussen de 1,10 – 5,39 kg CO_2 per kg PE. De emissies voor de graafwerkzaamheden variëren tussen de 40,24 – 61,07 kg CO_2 -equivalent per uur. In beide gevallen zijn we hier worst-case uitgegaan van de hoogste waarde.

De genoemde kengetallen zijn geraadpleegd in DuboCalc. DuboCalc is een rekeninstrument ontwikkeld en beheerd door Rijkswaterstaat specifiek voor de Aanpak Duurzaam Grond Weg en Waterbouw (GWW). DuboCalc berekent de milieueffecten van materiaal, een bouwwerk- of bouwmethode. De hele levenscyclus komt daarbij in beeld, vanaf de winning tot en met de sloop.

Dit resulteert in de volgende totale CO_2 emissies voor de aanleg van het Lake Source Cooling systeem:

	Specifieke emissie (kg CO_2 -eq)	per eenheid	aantal	totale uitstoot (kg CO_2 -eq)
Graafwerkzaamheden	61,07	uur	104	6.351
Materiaal PE leiding	5,39	kg PE leiding	72.351	390.095
Totale emissies				396.446

De levensduur van de koudeleiding is 50 jaar (vergelijkbaar met riolering). Dit resulteert in de volgende rekensom:

$$CO_{2,realisatie,jaar} = \frac{396.446}{50} = 7.929 \text{ kg } CO_2 \text{ per jaar}$$

Vergelijking 4.9

4.2.2 Project emissie exploitatie

De projectemissie in de exploitatie wordt bepaald door:

$$CO_{2,exploitatie} = CO_{2e} \times (E_{e,LSC,jaar\ x} + E_{e,intern_WKK}) \quad \text{Vergelijking 4.10}$$

Met $E_{e,LSC,jaar\ x}$ het gemeten elektriciteitsverbruik in jaar x van het lake source cooling systeem in kWh, CO_{2e} de emissiefactor van elektriciteit (conform afspraak de emissie van een moderne gascentrale) in kg CO_2/kWh en $E_{e,intern,WKK}$ de hoeveelheid elektriciteit die anders opgewekt zou zijn door de WKK en die nu ingekocht moet worden in kWh.

$$E_{e,intern,WKK} = \frac{E_{k,jaar\ x}}{COP_{AKM}} \times \frac{\eta_{WKK, elektrisch}}{\eta_{WKK, thermisch}} \times 277,78 - E_{k,jaar\ x} \times e_{AKM} \times 277,78 \quad \text{Vergelijking 4.11}$$

$$E_{e,intern,WKK} = E_{k,jaar\ x} \times \left(\frac{1}{COP_{AKM}} \times \frac{\eta_{WKK, elektrisch}}{\eta_{WKK, thermisch}} - e_{AKM} \right) \times 277,78 \quad \text{Vergelijking 4.12}$$

Deze formule wijkt licht af van het methode-document in termen van de berekening van de te compenseren hoeveelheid elektriciteit van de WKK, daar het het meest zuiver is om de elektriciteitsproductie van de baseline case te corrigeren voor het elektriciteitsverbruik van de absorptiekoelmachine in de baseline case.

De term 277,78 is genoemd in het methodedocument. Dit is de omrekeningsfactor van GJ naar kWh. Deze zou ook als onafgeronde term meegenomen kunnen worden: $1.000.000/3600 \cdot \eta_{WKK, elektrisch}$ het elektrische rendement van de WKK. Overige termen zijn reeds genoemd in bovenstaande formules. Voor het voorbeeld van 1 GJ kan afgelezen worden dat $E_{e,intern,WKK}$ 417,54 kWh/GJ koude bedraagt voor de situatie bij ZGT. In het voorbeeld is aangenomen dat het elektriciteitsverbruik 5% is van de geleverde koude, maar de daadwerkelijke waarde zal gemeten worden en gebruikt worden in de besparingsberekening.

4.3 CO₂-besparing

De CO₂-besparing wordt berekend door de CO_{2, project} van de CO_{2, baseline} af te trekken, oftewel

$$CO_{2,besparing} = CO_{2,baseline} - CO_{2,project} \quad \text{Vergelijking 4.13}$$

In formulevorm geeft dat de onderstaande formule:

$$CO_{2,besparing} = E_{k,jaar\ x} \times \frac{CO_{2,gas}}{\eta_{WKK,thermisch} \times h} \times \frac{1000}{COP_{AKM}} - CO_{2e} \times \left(E_{e,LSC,jaar\ x} + E_{k,jaar\ x} \times \left(\frac{1}{COP_{AKM}} \times \frac{\eta_{WKK, elektrisch}}{\eta_{WKK, thermisch}} - e_{AKM} \right) \times 277,78 \right) \quad \text{Vergelijking 4.14}$$

Of anders gegroepeerd:

$$CO_{2,besparing} = \left(\frac{CO_{2,gas}}{\eta_{WKK, thermisch} \times h} \times \frac{1000}{COP_{AKM}} - CO_{2e} \times \left(\frac{1}{COP_{AKM}} \times \frac{\eta_{WKK, elektrisch}}{\eta_{WKK, thermisch}} - e_{AKM} \right) \times 277,78 \right) \times E_{k,jaar\ x} - CO_{2e} \times E_{e,LSC,jaar\ x}$$

Vergelijking 4.15

Vervolgens kunnen de parameters van de baseline ingevuld worden, waardoor de formule significant versimpeld:

$$CO_{2,besparing} = (109,43 \times CO_{2,gas} - 417,55 \times CO_{2e}) \times E_{k,jaar\ x} - CO_{2e} \times E_{e,LSC,jaar\ x}$$

Vergelijking 4.16

De $CO_{2,besparing}$ kan dan bepaald worden door het gemeten elektriciteitsverbruik voor Lake Side Cooling in kWh en de gemeten koude in GJ in te vullen in de formule en de emissiefactoren voor gas, respectievelijk elektriciteit op te zoeken.

Omdat het koelvermogen in de nieuwe situatie hoger is dan het koelvermogen van de baseline-situatie waarvoor gecorrigeerd wordt, moet de CO_2 -besparingsformule iets worden aangepast tot:

$$CO_{2,besparing} = \sum_{uur=0}^n (109,43 \times CO_{2,gas} - 417,55 \times CO_{2e}) \times \min(E_{k,uur\ n}; 5,1) - CO_{2e} \times \min(E_{e,LSC,uur\ n}; E_{e,LSC@5,1GJ})$$

Vergelijking 4.17

Met "min" het minimum. In het geval van de eerste term is dat het minimum van de gemeten hoeveelheid koude (in GJ) en de maximaal door de absorptiekoelmachine te leveren koude (5,1 GJ). En de tweede term is het minimum van het elektriciteitsverbruik van "E_{e,LSC}" in kWh en het elektriciteitsverbruik in kWh bij levering van 5,1 GJ koude in een uur. Deze waarde zal in de praktijk vastgesteld worden.

4.4 Significantie emissies realisatie

In de statistiek en wetenschappelijke standaarden wordt veelal maximaal 2% of 5% genoemd als grens tussen wel en niet-verwaarloosbaar. Binnen de SNK-regels zijn hierover geen specifieke afspraken gemaakt, zodat ervan uitgegaan wordt dat een emissie(deel) te verwaarlozen is wanneer dit minder is dan 2% van de verwachte jaarlijkse CO_2 reductie. De emissies van dat onderdeel mogen dan verder genegeerd worden. Ten aanzien van de emissies van de realisatie betekent dit het volgende.

Op basis van de emissiefactoren van 2022 (<https://www.co2emissiefactoren.nl/liijst-emissiefactoren/>) kan de $CO_{2,besparing}$ worden vastgesteld op 76,31 kg CO_2 per geleverde GJ koude-output. Het koudeverbruik van ZGT in 2019 en 2020 bedroeg 13.950 respectievelijk 11.484 GJ. Dit resulteert in een CO_2 besparing tussen de 876.000 – 1.065.000 kg CO_2 per jaar (afgerond), afhankelijk van het exacte verbruik per jaar.

Zoals berekend in vergelijking 4.9, paragraaf 4.2.1 bedraagt de jaarlijkse CO_2 emissie van de realisatie van het systeem 7.929 kg CO_2 per jaar. Dit is minder dan 1% van de verwachte jaarlijkse CO_2 reductie en is dus verwaarloosbaar. De emissies van de realisatie hoeven derhalve niet te worden opgeteld bij de exploitatie-emissies in vergelijking 4.7.

5 Risicobeheersing

5.1 Certificeringsrisico's

De jaarlijkse CO₂-emissiereductie wordt achteraf (ex post) vastgesteld en de hieraan gekoppelde certificaten zullen ook achteraf toegekend worden. Dit betekent dat er vanuit het certificeringsproces geen (proces)risico's zijn en er in dat kader ook geen sprake is van nodige risicobeheersing.

5.2 Technische risico's

Er kunnen een aantal risico's optreden, die gevolgen kunnen hebben voor het functioneren van het systeem. Sommige van deze risico's hebben wel gevolgen voor de koudelevering maar zullen niet of nauwelijks bijdragen aan een verkeerde CO₂-reductiebepaling. Voorbeelden hiervan zijn:

- Tekort aan wateraanvoer om koude te winnen
- Falen van de pompen
- Vervuiling van de warmtewisselaar

Dergelijke risico's zullen ertoe leiden dat de pompen niet kunnen voorzien in de benodigde koudebehoefte waardoor de back-up voorziening (WKK met AKM of compressiekoeling) ingeschakeld dient te worden. Dit heeft tot gevolg dat meer gas verbrand zal worden dan is voorzien, en dat er dus minder duurzame koude geleverd wordt, met uiteraard directe gevolgen voor de CO₂-reductie. Deze risico's zijn weliswaar niet wenselijk, maar op het bepalen van de daadwerkelijke CO₂-reductie hebben zij geen invloed. Bovendien geven deze voorvallen direct een positieve prikkel voor een technisch zo goed mogelijk werkend systeem, omdat hiermee inkomsten uit CO₂-certificaten worden misgelopen.

Daarnaast zijn er nog enkele technische risico's die wél een effect kunnen hebben op de (juistheid van) CO₂-reductiebepaling. In het onderstaande overzicht zijn deze risico's weergegeven en is aangegeven op welke manier deze worden beheerst door ZGT.

Tabel 5.1 Risico's met invloed op bepaling CO₂-reductie

Risico	Gevolg	Beheersmaatregel
Meters zijn onnauwkeurig	Onjuiste CO ₂ -reductiebepaling	Alleen MID gecertificeerde meters zijn toegestaan en deze worden tijdig gekalibreerd, zoals vereist volgens de voorschriften.
Meters vallen in storing	Geen CO ₂ -reductiebepaling	Door uurbasis-rapportage wordt dit snel gesignaleerd en is reparatie snel mogelijk. Aan niet-geregistreerde koude wordt geen CO ₂ -reductie toegekend.

Bijlage 1 Invloed van rendement WKK in baseline op CO₂ besparing

Op basis van de omschreven methodiek is voor de baseline een aantal verschillende waarden ingevuld voor het rendement van de WKK, waarbij het totale rendement gelijk gehouden wordt op 85% en het elektrisch rendement gevarieerd wordt tussen 30% en 45%. Het thermisch rendement varieert diensgevolge tussen de 55% en 40%. Het is belangrijk deze grafiek correct te interpreteren. Deze grafiek zegt, dat des te hoger het elektrisch rendement van de WKK is, des te lager is de CO₂-besparing ten gevolge van het Lake-source cooling system. Deze grafiek beschrijft louter de situatie met absorptie-koelmachine.

