

Warmte en CO2 levering aan glastuinbouw Zeeland

Eind Rapport

Uitgevoerd door: **Process Design Center, Breda**
 Ir. E. van der Pol
 Ir. E. den Dekker

In opdracht van: **Dienst Landelijk Gebied Zeeland**
Datum : **Maart 2000**

Inhoudsopgave

1	SAMENVATTING.....	2
2	INLEIDING	4
3	OPZET INVENTARISATIE.....	5
4	ZUID-BEVELAND WEST	6
4.1	Hercules / De Vitrite	6
4.1.1	Hercules	6
4.1.2	De Vitrite.....	6
4.2	Pechiney.....	6
4.3	Elf Atochem.....	7
4.3.1	Atochem	7
4.3.2	Metablen Company	7
4.3.3	Schoonmaak chemicaliën plant.....	7
4.3.4	Afvalverbrandingsinstallatie	7
4.3.5	Flare	8
4.4	Industrieel Park Vlissingen (IPV).....	8
4.5	Thermphos	8
4.5.1	Fosforfabriek.....	8
4.5.2	Fosforzuurfabriek.....	9
4.5.3	Zoutfabriek.....	9
4.6	Seaway Chemicals Processing	9
4.6.1	TAED (ex Mare Chem)	10
4.6.2	Alkaansulfonaat (ex Mare Chem)	10
4.6.3	Slibverwerking	10
4.7	KoSa Netherlands B.V.....	11
4.8	Total Raffinaderij Nederland	11
4.9	EPZ 12	
5	KANAAL-ZONE	13
5.1	Dow Benelux	13
5.2	WKK Elsta.....	14
5.3	Philips Lighting.....	14
5.4	De Hoop	14
5.5	Outokumpu.....	15
5.6	Elopak.....	15
5.7	Broomchemie.....	15
5.8	Hydro Agri Sluiskil.....	15
5.9	WKK ZePower	17
5.10	Cerestar Benelux B.V.	19
5.10.1	Satelite-1	19
5.10.2	Satelite-2	19
5.10.3	Satelite-3	19
5.10.4	wkk-installaties	20

5.10.5 Bijwarmte	20
5.11 Zuid-Chemie	20
5.12 Sidmar NV	21
5.12.1 Sinterfabriek	21
5.12.2 Warmwalserij	21
5.12.3 Hoogovens	21
Staalfabriek	22
6 REIMERSWAAL	23
6.1 BASF 23	
6.2 WKK-installatie Electrabel	23
7 EVALUATIE GEÏNVENTARISEERDE BRONNEN	25
7.1 Verklaring parameters en methodiek	25
7.2 Conclusies Zuid-Beveland West	26
7.3 Conclusies Kanaalzone	26
7.4 Conclusies Reimerswaal	27
7.5 Conclusies m.b.t. de 3 locaties	27
7.6 Selectie van scenario's	27
8 MILIEU-EFFECT	28
8.1 Uitgangspunten van de modellen	28
8.1.1 Oppervlak indeling	28
8.1.2 Gewasverdeling en bijbehorende energie en CO2-vraag	29
8.1.3 Referentie case m.b.t. invulling energievoorziening glastuinbouw	29
8.1.4 Referentie case m.b.t. gasverbruik voor CO2-bemesting	29
8.1.5 Referentie case m.b.t. warmte-dekkingspercentage van WKK	31
8.2 Resultaat milieueffect: Model-1a, referentie case	31
8.3 Resultaat milieueffect: Model-1b, referentie case (met aangepast elektrisch-rendement)	32
8.4 Resultaat milieueffect: Model-2, referentie case	32
8.5 Milieueffect van verschillende scenario's	33
8.5.1 Uitgangspunten model-2	33
8.5.2 Resultaten	35
9 KOSTEN BATEN ANALYSE	37
9.1 Uitgangspunten	37
9.2 Systeemgrenzen	37
9.3 Resultaten kosten-baten analyse	38
10 REFERENTIES	39

1 SAMENVATTING

Als onderdeel van de MER glastuinbouw Zeeland is, in opdracht van de Dienst Landelijk Gebied Zeeland, door het ingenieursbureau Process Design Center (kortweg PDC) een verdiepingsstudie uitgevoerd voor de 3 nog in beeld zijnde potentiële glastuinbouwlocaties, Reimerswaal, Zuid-Beveland West en de Kanaalzone.

De nadruk van deze studie lag op het zo volledig mogelijk in kaart brengen van alle mogelijke bronnen van restwarmte, bijwarmte en CO₂-rijke stromen. Hierbij zijn ook nieuwe ontwikkelingen (zoals plannen voor toekomstige wkk-installaties) meegenomen. Uit het totaal aan geïnventariseerde restwarmtestromen (zie bijlage 3 t/m 5), bleek dat er voor alle drie de locaties ook op hogere temperatuurniveaus (van 90 °C of meer) significante hoeveelheden aan rest- en bijwarmte beschikbaar is.

Uit de inventarisatie kon geconcludeerd worden dat met betrekking tot het gebruik van restwarmte en bijwarmte, de Kanaalzone de meeste potentie heeft, zowel wat betreft het totale aanbod als wat betreft de variatie mogelijkheden in denkbare scenario's.

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde inventarisatie, zijn voor alle drie de locaties een aantal van de mogelijke scenario's geselecteerd en verder uitgewerkt met betrekking tot het te verwachten milieueffect en de economische haalbaarheid. De resultaten hiervan zijn in onderstaande tabel samengevat.

Resultaten		Referentie	Hydro Agri	Dow Chemical	Dow Chemical + WKK Elsta	Total Raffin.	Total Raffin. + EPZ kolencentr	Total Raffin. + Thermphos + EPZ	BASF (8 km)	BASF (8 km) + WKK Electabel	BASF (12 km) + WKK Electabel	notes
			1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	
Invulling warmtevraag												
Restwarmte	%	0%	33%	35%	35%	23%	23%	48%	20%	20%	20%	
Bijwarmte	%	0%	39%	0%	36%	0%	37%	12%	0%	52%	52%	
WKK	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	
Ketel	%	80%	8%	44%	8%	57%	8%	8%	59%	8%	8%	
Brandbaar gas	%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	12%	0%	0%	0%	
Invulling CO₂-dosering												
Ketel	ton/jr	65514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CO ₂ -gas import	ton/jr	0	505001	138886	509546	99343	327078	327078	93621	509546	509546	
Energieverbruik												
Aardgas verbruik	Mm ³ /jr	245	76	143	76	166	76	76	171	76	76	
Electra verbruik	MWh/jr	0	22531	13666	22583	5676	22531	23486	9583	22531	22531	
Primair energie	TJ/jr	8589	2844	5117	2828	5865	2828	2835	6076	2828	2828	
%-besparing			67%	40%	67%	32%	67%	67%	29%	67%	67%	
Emissies (netto)												
CO ₂	ton	440450	-359139	123516	-364516	201446	-182067	-181711	217988	-364535	-364535	
NO _x	kg	156097	70052	104100	69807	114422	69792	70069	118417	69792	69792	
Economie												
Investerings	Mfl		37.2	110.2	111.8	53.1	62.8	92.8	41.8	59.7	102.9	
exploitatiekosten	Mfl/jr		17.1	22.1	13.0	8.9	11.9	21.7	16.1	11.6	11.6	
TVT (ex subsidie)	jr		2.2	5.0	8.6	5.9	5.3	4.3	2.6	5.2	8.9	
Overall oordeel			++	-	--	o	+	--	+	-	--	

De globale basis en betekenis van de in de tabel vermelde getallen zijn achtereenvolgens:

- Netto kasoppervlak: 416 ha
- Gewasverdeling: 60% groenten (onderverdeeld in: 40% tomaat, 33% paprika, 15% komkommer) en 40% bloemen (onderverdeeld in: 32% roos, 27% chrysant, 8% fresia)
- Voor de elektriciteitsintensieve teelten (roos en chrysant) worden voor de energievoorziening (klein schalige) wkk's toegepast met een gemiddelde warmtedekkingsgraad van 60%, terwijl voor de overige gewassen de warmtevoorziening plaatsvindt met behulp van aardgas gestookte ketels.
- In de referentie case wordt geen restwarmte, bijwarmte, en/of CO₂ van derden geïmporteerd. Voor aanvullend CO₂-bemesting in met name de zomermaanden wordt gebruik gemaakt van de ketels.

- In de andere scenario's wordt wel gebruik gemaakt van restwarmte en/of bijwarmte, waardoor er bespaard kan worden op aardgasverbruik in de ketels. De ingezette hoeveelheid **restwarmte**, variërend tussen de circa 40 MWth voor BASF en ruim 90 MWth voor de combinatie Total+Thermphos+EPZ, wordt in een aantal scenario's nog verder aangevuld met **bijwarmte** tot circa 140 MWth. Onder bijwarmte wordt hier verstaan: benutting ('aftappen') van lage druk stoom.
- Met toenemende inzet van restwarmte en bijwarmte, komt er minder CO2 uit de wkk's en ketels beschikbaar ten behoeve van de aanvullende CO2-bemesting. Voor alle scenario's is er vanuit gegaan dat er in de CO2-behoefte wordt voorzien middels het importeren van CO2-rijk gas van derden. Voor de bepaling van de benodigde **import aan CO2-gas** is een relatie afgeleid als functie van de totale hoeveelheid aan ingezette restwarmte en bijwarmte (zie § 8.5.1). Omdat deze relatie echter gebaseerd is op vrij summiere uitgangsgeschiedenis, zijn de berekende hoeveelheden aan CO2-gas import in absolute zin enigszins onzeker, doch de geschetste trend is duidelijk. Aangezien voor alle scenario's dezelfde berekeningsmethode is gehanteerd, kunnen de scenario's met voldoende nauwkeurigheid onderling vergeleken worden.
- Het **aardgasverbruik** is de som van het gasverbruik van de wkk's en ketels ten behoeve van de energievoorziening, vermeerderd met de hoeveelheid gas welke specifiek verstoekt wordt ten behoeve van de aanvullende CO2-bemesting.
- Het **netto elektriciteitsverbruik** is de som van de specifieke elektriciteitsvraag van de gewassen en de elektriciteitsvraag voor transport, verminderd met de elektriciteitsproductie door de wkk's. Voor de referentie situatie is het E-verbruik 0, omdat het E-rendement van de wkk's dusdanig afgestemd is dat er juist voldaan kan worden aan de gemiddelde elektriciteitsvraag van alle gewassen (groenten + bloemen tezamen). Voor de overige scenario's is het elektriciteitsverbruik steeds positief, aangezien hierin het E-verbruik van pompen en compressoren ten behoeve van het transport van warmwater en CO2 zijn verdisconteerd.
- Bij het **primaire energieverbruik** zijn het aardgas- en elektriciteitsverbruik teruggerekend naar hoeveelheden tera-joules.
- Aangezien er bij derden, bij een CO2-levering aan de glastuinbouw, minder CO2 geëmitteerd zal worden, is in de berekening van de **netto CO2-emissie** deze 'bespaarde' hoeveelheid aan emissie bij derden volledig afgetrokken van de in de glastuinbouw geproduceerde hoeveelheid CO2 (in ketels en wkk's). De netto CO2-emissie valt hierdoor in een aantal gevallen negatief uit.
- De geraamde **investeringskosten** hebben voornamelijk betrekking op het traject van de leverancier tot aan het glastuincomplex. Verdisconteerd zijn de kosten die betrekking hebben op de warmte-uitkoppeling (plaatsing van ww's bij leveranciers en afnemers, warmwaterbuffer, ombouw van bestaande installaties), kosten voor transport (pompen, compressoren, transportleidingen), eventueel te overwinnen passages (bv. autowegen, waterwegen) en een benodigd opwerkingsproces ingeval er een onzuiver CO2-rijk gas beschikbaar is. Investeringskosten in het glastuinbouwgebied zelf, zoals bijvoorbeeld voor de distributiesystemen van warmwater en CO2, zijn niet meegenomen. Ook de kosten voor het aanleggen van een warmwater circuit op het terrein van de leverancier zijn buiten beschouwing gelaten, aangezien hiervoor in dit stadium onvoldoende betrouwbare gegevens beschikbaar zijn.
- De exploitatiekosten zijn bepaald door de opbrengsten als gevolg van vermeden aardgasverbruik voor warmteopwekking (door inzet van restwarmte en bijwarmte) en vermeden aardgasverbruik voor CO2-bemesting (door import van CO2-rijk gas) te verminderen met de inkoopkosten van CO2-rijk gas en de inkoop van bijwarmte. In tegenstelling met de inzet van restwarmte is er voor de inzet van bijwarmte wel gerekend met een kostprijs, dit om de leverancier te compenseren voor het verlies aan opgewekt E-vermogen. Als basis is hierbij gehanteerd dat van het totaal geleverde vermogen aan bijwarmte circa 17.3% kan worden toegekend als zijnde het verlies aan elektriciteitsproductie (uitgangspunt: 120 °C verzadigde stoomaftap uit LD-turbines). Voor de gedeelde inkomsten aan elektriciteitsproductie bij de leverancier, is gerekend met dezelfde standaard kostprijs als voor de inkoop van elektriciteit. De gehanteerde standaard kostprijzen zijn achtereenvolgens: aardgas = 0.25 €/Nm³, elektriciteit = 0.15 €/kWh, CO2 = 10 €/ton CO2.
- De in de tabel vermelde economische data dienen niet als absolute waarden te worden geïnterpreteerd, omdat niet alle investeringskosten zijn meegenomen. De berekende terugverdientijden, welke dus als relatieve waarden dienen te worden beschouwd, kunnen echter wel gebruikt worden ten behoeve van een ranking op economische haalbaarheid.

Opmerkingen (bij tabel)

- 1) *Hydro Agri kan in principe de volledige vraag dekken, zowel wat betreft restwarmte, bijwarmte als de CO₂-vraag (vrijwel 100% zuiver CO₂!). Bij een maximum inzet van 140 MWth aan warmte is er zelfs nog een klein overschot. Er hoeft in principe dus geen beroep gedaan te worden op bijwarmte vanuit de toekomstige ZePower WKK-installatie. Deze installatie kan wel als back-up faciliteit fungeren ten behoeve van extra zekerheid. Ten opzichte van andere scenario's heeft Hydro Agri het voordeel dat een aantal faciliteiten reeds in de nabijheid aanwezig zijn (aardgasleiding, voormalige cokes-leiding met bijbehorende compressorstation), dat de transportafstand het kortst is (directe levering van hete rookgassen zou in principe zelfs tot de mogelijkheden kunnen behoren), terwijl door de procesactiviteiten van Hydro Agri (een kunstmestfabriek!) verdergaande integratiemogelijkheden aanwezig zijn.*
- 2) *In vergelijking met de CO₂-behoefte, kan de CO₂-levering door Dow iets aan de krappe kant zijn. De transportleidingen zullen ergens onder het kanaal van Gent naar Terneuzen door moeten. In hoeverre nieuwe Schelde-tunnel bij Terneuzen belemmerend werkt op het transporttracé, is onduidelijk. De inzet van meer restwarmte (dan de 70 MWth) is in principe mogelijk doch het aantal locaties voor warmteutkoppeling neemt dan aanzienlijk toe. Effecten op de economie kan onderwerp zijn van een meer gedetailleerde optimalisatiestudie.*
- 3) *Naast 70 MWth aan restwarmte van Dow, wordt in dit scenario circa 70 MWth bijwarmte van Elsta afgenomen. De levering van bijwarmte door Elsta vormt echter een onzekerheid (stoomlevering aan Dow heeft eerste prioriteit). De investeringskosten zijn de grootste van alle scenario's. Aan de CO₂-behoefte kan door Dow niet meer worden voldaan. Er zal additioneel CO₂ moeten worden ingekocht en/of bijgestookt. Met betrekking tot de economie is hiermee rekening gehouden door de CO₂-kostprijs te verdubbelen ten opzichte van de standaard gehanteerde kostprijs (20 i.p.v 10 fl/ton CO₂).*
- 4) *In deze optie wordt uitsluitend restwarmte geleverd door de Total Raffinaderij ter grote van circa 45 MWth (in potentie is er mogelijk nog meer restwarmte beschikbaar, doch hiervoor is een meer gedetailleerde studie benodigd). Omdat geen CO₂ geleverd wordt, zal deze moeten worden ingekocht en/of zelf opgewekt. In de economische berekeningen is er van uitgegaan dat de CO₂ wordt ingekocht tegen een kostprijs van 100 fl/ton CO₂ (verhoogde druk).*
- 5) *Bij deze optie wordt naast restwarmte ook een CO₂-rijk brandbaar gas (24 MWth) geleverd door Total, terwijl vanuit de kolencentrale van EPZ een hoeveelheid bijwarmte wordt geleverd van circa 70 MWth. In dit onderzoek is (o.a. met betrekking tot het milieueffect) verder geen onderscheid gemaakt in de levering van bijwarmte door een kolencentrale (in principe een minder milieu-vriendelijk alternatief) en de levering van bijwarmte door een moderne WKK-centrale met hoge energie-efficiency en relatief zuivere brandstof (zoals bv. de geplande wkk van ZePower bij Hydro Agri en de wkk van Electrabel bij BASF).*
- 6) *Extra restwarmte (met een maximum van 48 MWth) zou in theorie nog kunnen worden betrokken van Thermphos, doch deze warmteutkoppeling is technisch gezien zeer moeilijk te bewerkstelligen (ook de leverancier ziet hier niet zoveel heil in), zodat dit scenario praktisch nauwelijks realiseerbaar is te noemen.*
- 7) *De restwarmtelevering ter grootte van 39 MWth is nog enigszins onzeker (vergt nog een nadere intern onderzoek). CO₂-levering (in vrijwel zuivere vorm) is echter geen enkel probleem. Indien voor het langere tracé 12.3 km i.p.v 8 km) gekozen moet worden, dan zal dit een negatief effect hebben op de economische haalbaarheid.*
- 8) *De kans van daadwerkelijke levering van bijwarmte vanuit de geplande nieuwe wkk wordt als niet al te groot ingeschat (leverancier ziet dit niet zo zitten; de levering van een relatief grote hoeveelheid stoom aan BASF heeft de eerste prioriteit). Dit scenario lijkt daarom minder realistisch.*
- 9) *Idem als 8)*

Conclusie

Uit de tabel kan geconcludeerd worden dat in de Kanaalzone met Hydro Agri als (hoofd-)leverancier, per te investeren gulden, de meest positieve milieueffecten verkregen kunnen worden, terwijl gelijktijdig ook de economische haalbaarheid als beste uit de bus komt.

Ook wat betreft de welwillendheid van de leverancier, de te verwachten zekerheid cq. betrouwbaarheid en de kwantiteit/kwaliteit van de levering van restwarmte, bijwarmte en CO₂-gas, scoort dit scenario optimaal.

2 INLEIDING

In aansluiting op de afgeronde MER glastuinbouw Zeeland [1] is, in opdracht van de Dienst Landelijk Gebied Zeeland, door het ingenieursbureau Process Design Center (PDC) een verdiepingsstudie uitgevoerd voor de 3 nog in beeld zijnde potentiële glastuinbouwlocaties, Reimerswaal, Zuid-Beveland West en de Kanaal-zone.

Aanleiding hiervoor was dat in de MER, waarin de milieueffecten van een grootschalige glastuinbouwgebied (500-700 ha) worden beschreven, werd vastgesteld dat de aanwezigheid van bronnen van restwarmte en CO2 in de nabij gelegen industrieterreinen voor alle drie de locaties interessante mogelijkheden biedt om dit milieueffect te verbeteren. Met deze bronnen zouden namelijk de emissies van CO2 en NOx aanzienlijk kunnen worden gereduceerd. Tevens werd in de MER vastgesteld dat er, ten tijden van de afronding van de MER, nog veel onduidelijkheden en onzekerheden waren ten aanzien van de potentiële levering van restwarmte en CO2.

Aangezien de Provincie Zeeland er waarde aan hecht om het milieueffect zo goed mogelijk in kaart te brengen, heeft men besloten om deze verdiepingsstudie te laten uitvoeren om zodoende meer duidelijkheid en zekerheid te verkrijgen.

De nadruk van deze studie ligt op de volledigheid (het in kaart brengen van alle mogelijke bronnen), waarbij ook zoveel mogelijk de nieuwe ontwikkelingen zijn meegenomen.

Het inventariserend onderzoek wordt in de hoofdstukken 2 t/m 6 besproken.

In de daarop volgende hoofdstukken worden op basis van de inventarisatiegegevens een aantal concepten voorgesteld met betrekking tot de praktische uitvoering (o.a. methode van warmte-uitkoppeling). Een belangrijke randvoorwaarde die hierbij werd gesteld is dat de zekerheid van realisatie zo groot mogelijk dient te zijn, d.w.z. zoveel mogelijk toepassingen van technisch bewezen technologie, economisch aantrekkelijke investering, grote leveringszekerheid en een voor de leverancier en tuinder aantrekkelijke leveringsprijs.

Naast een indicatieve berekening van de economische haalbaarheid, is per systeem ook de emissie van CO2 en NOx en het verbruik van fossiele brandstoffen berekend, op basis waarvan conclusies getrokken kunnen worden ten aanzien van het minst milieubelastende systeem.

3

OPZET INVENTARISATIE

Voor de locaties Zuid-Beveland West en de Kanaalzone is in eerste instantie een lijst van bedrijven opgesteld, met de bijbehorende bedrijfsactiviteiten (zie bijlage 1).

Aan de hand van deze lijst is een voorselectie gemaakt op basis van de ontplooidde activiteiten, met als doel uitsluitend de potentieel meest interessante bedrijven over te houden voor het verdere inventarisatieonderzoek.

Voor de locatie Reimerswaal is, in overleg met het projectteam, geen uitgebreidere inventarisatie uitgevoerd naast de 2 reeds bekende potentiële bronnen (BASF Antwerpen en de nieuw te bouwen W/K-installatie op het terrein van BASF). Immers, andere potentiële leveranciers van restwarmte zullen in eerste instantie op het industrieel complex bij Antwerpen gezocht moeten worden, waar meerdere grote (petro-)chemische bedrijven zijn gevestigd. Hiervoor wordt de totale transportafstand echter groter dan 10 km (de grens van 10 km vormt een uitgangspunt).

Het resultaat van de voorselectie is weergegeven in onderstaande tabellen. In deze tabellen is in de 4^e kolom de resultaten aangegeven van de inventarisatie onderzoeken uitgevoerd door Arcadis [1] respectievelijk Ingenieursbureau Het Noorden [2]. De gehanteerde codering hebben de volgende betekenis: ja = benaderd én restwarmtestromen aanwezig; nee = niet benaderd óf wel benaderd doch geen reactie terug ontvangen.

Bedrijf	Type/activiteit	Locatie	Grontmij	PDC
Elf Atochen Vlissingen BV	Chemie	haven	ja	benaderd
Kosa Netherlands BV			ja	benaderd
Seaway Chemical Processing	Chemie		ja	benaderd
Hercules BV	Chemie	Arnhem	nee	benaderd
Industrieel park Vlissingen BV			nee	benaderd
Pechiney Nederland bv	Aluminium industrie	haven	nee	benaderd
Metablen Company bv	chemie	haven	nee	benaderd
EPZ NV	Electr. Centrale (kolen)	haven	ja	bezoek
Total Raffinaderij Nederland NV	petrochemie	haven	ja	bezoek
Thermphos International bv	chemie	haven	nee	bezoek

Bedrijf	Type/activiteit	Locatie	Arcadis	PDC
De Hoop	Betonwaren	Terneuzen	nee	benaderd
Philips	Lightning	Terneuzen	nee	benaderd
Elopak	Verpakkingsdrukkerij	Terneuzen	nee	benaderd
Dow Benelux	Chemie	Terneuzen	nee	benaderd
Elsta	WKK	Terneuzen	nee	benaderd
Broomchemie	Chemie	Terneuzen	nee	benaderd
Outokumpu	Staalverwerking	Sluiskil	nee	benaderd
Hydro Agri Sluiskil	Chemie + WKK	Sluiskil	ja	bezoek
Zuid-chemie	Chemie	Sas van Gent	nee	benaderd
Cerestar	Agro chemie + WKK	Sas van Gent	ja	bezoek
Sidmar	Staalproducent	Zelzate/Gent	nee	bezoek

Mede gezien het karakter van deze verdiepingsstudie is er voor gekozen om de geselecteerde bedrijven op een actieve manier te benaderen, in eerste instantie telefonisch en, na gebleken potentie voor restwarmtelevering, in een aantal gevallen ook middels een bedrijfsbezoek. De bedrijven die dor PDC zijn bezocht, zijn in de 5^e kolom van de tabel aangegeven middels de codering 'bezoek'.

Voor enkele bedrijven (Hercules, Broomchemie, Hydro Agri) heeft Process Design Center (tot voor kort nog onder de naam Keuken & de Koning) in het verleden reeds energiebesparingsstudies uitgevoerd. Ook deze studies zijn gebruikt als informatiebron.

4 ZUID-BEVELAND WEST

Gezien de geografische ligging van de bedrijven Hercules en De Vitrite (niet in het havengebied van Vlissingen-oost, maar nabij Arnemuiden), worden deze twee bedrijven in het navolgende onder dezelfde sub-paragraaf behandeld.

4.1 Hercules / De Vitrite

4.1.1 Hercules

Door Hercules worden diverse zgn. hars-derivaten geproduceerd. Op de locatie kunnen een 8-tal verschillende plants worden onderscheiden (HCR1, HCR2, hydrogenatie HCR, Resin ester Kettel, hydrogenatie Chinese gum resin, distillatie-plant, methylatie-plant en een H₂-plant.

In het verleden is hier door Keuken & de Koning bij Hercules een energiebesparingsstudie uitgevoerd [4]. Uit deze pinch-studie kwam naar voren dat het theoretisch maximaal haalbare besparingspotentieel circa 3,8 MW bedroeg. Gezien dit relatief klein potentieel vermogen (wat bovendien deels nog intern kan worden hergebruikt door toepassing van proces-integratie), kan op voorhand reeds gesteld worden dat de mogelijkheid voor restwarmtelevering minimaal is. Bovendien is de gehanteerde procesvoering deels batch-gewijs, wat natuurlijk een negatief effect heeft ten aanzien van de constantheid van restwarmtelevering.

Opmerkingen:

1. Uit het proces komt een calorie-rijke stof vrij (solfenol), welke momenteel als brandstof wordt ingezet in de fornuizen. Vanwege de aanwezigheid van chloor, is het waarschijnlijk dat men dit in de toekomst niet meer zelf mag verbranden, maar als chemisch afval moet afvoeren, bv. naar AVR. Een andere afzetmogelijkheid zou het toekomstige slibverwerkingsproces van Seaway Chemical Processing kunnen zijn.

4.1.2 De Vitrite

De Vitrite is een niet al te groot glasproductiebedrijf van Philips. Potentiële restwarmtebronnen zijn reeds in een voorgaand onderzoek geïnventariseerd [2].

De beschikbare potentiële restwarmtebronnen zijn weergegeven in het overall-overzicht (zie tabel hoofdstuk 6).

Opmerkingen:

1. Zelfs de grootste beschikbare restwarmtestroom (de rookgassen uit de glasovens) is wat betreft vermogen relatief gering (ca. 1 MW), zodat bij voorbaat gesteld kan worden dat een warmte-uitkoppeling bij De Vitrite weinig zinvol is.
2. Bovendien bevatten de betreffende rookgassen agressieve/corrosieve componenten, waardoor een warmte-uitkoppeling nog minder interessant wordt (specifiek materiaal voor ww nodig).

4.2 Pechiney

De productie van aluminium wordt uitgevoerd in electrolyse-ovens, met aluminium-oxide (bauxiet erts) als grondstof. In totaal zijn er 512 ovens aanwezig, verdeeld over 4 grote gebouwen. De procesgassen uit de verschillende ovens worden afgezogen en na voorbehandeling en stofafvangst in doekenfilters, afgevoerd naar de schoorsteen (gelokaliseerd aan de oostzijde van het terrein). Het transport van de procesgassen (van afzuiging tot de 'trek' in de schoorsteen) wordt verzorgd door een groot aantal ventilatoren.

De procesvoering is vol-continu. Periodiek onderhoud vindt plaats gedurende de normale productie (er zijn dus geen tussentijdse stops).

- De totale stroom aan procesgassen uit de electrolyse-ovens bedraagt ca. 2 miljoen m³/hr met een afvoertemperatuur van 70-80°C.
- Het rookgasdebiet uit de homogenisatieovens (gebruikt ten behoeve van structuurverbetering) is enerzijds hoger in temperatuur (ca. 200°C) doch anderzijds beduidend lager wat betreft hoeveelheid. Uit de verstookte hoeveelheid aardgas (5 miljoen m³/jr) kan een rookgas hoeveelheid berekend worden van ca 5500 m³/hr.

- De rookgassen van de branders uit de bakovens zijn relatief gering wat betreft hoeveelheid en ze komen bovendien discontinu vrij. Gebruik t.b.v. restwarmte is daarom niet interessant.

Opmerkingen:

1. De procesgassen zijn kleverig, schurend en corrosief van karakter, wat bij uitkoppeling extra problemen en kosten m.b.t. de warmteuitwisseling zal te weeg brengen. Kleverig t.g.v. koolstofverbindingen zoals PAK's; Schurend t.g.v. nog resterend zeer fijn stof, met name van aluinaarde en vaste fluorverbindingen; Corrosief t.g.v. de aanwezigheid van componenten als SO₂ en HF.
2. De aangewezen plaats voor eventuele uitkoppeling van restwarmte, is in de directe nabijheid van de schoorsteen (na samenkomst van de gassen uit de afzonderlijke ovens).
3. Extra blowers zullen benodigd zijn voor het overwinnen van de dP over de WW en het handhaven van de 'trek' in de schoorsteen.
4. De zekerheid van warmte-levering is groot doordat de procesvoering vol-continu is. Over de jaren heen beschouwd, is de productiecapaciteit echter afhankelijk van de markt-situatie (wordt opgelegd door het moeder bedrijf in Frankrijk). Voor de jaren '92 t/m '97 heeft men op 75% van de capaciteit gedraaid; vanaf '98 tot heden, draait men echter weer op de volle 100%.

4.3 Elf Atochem

Op de site zijn drie productie-plants aanwezig, namelijk de zgn. Atochem fabriek, Metablen Company BV en een fabriek voor de productie van schoonmaak chemicaliën. Daarnaast is er een afvalverbrandingsinstallatie (incinerator) en een fakkel aanwezig.

4.3.1 Atochem

In deze plant vindt de productie plaats van organische tinverbindingen (t.b.v. anti-fouling in verf, katalysatoren, glas-coating) en van organische fosforverbindingen (o.a voor gewasbescherming). De meeste van de reacties die in deze plant optreden zijn exotherm. De hierbij vrijkomende warmte wordt weggekoeld met koelwater. De productieprocessen zijn allen batch-processen.

Als gevolg van de batchgewijze procesvoering, komt de koelenergie van de exotherme reacties 'pieks-gewijs' vrij. Mede hierom is deze warmtebron niet interessant als restwarmte.

4.3.2 Metablen Company

In deze fabriek (een joint-venture, waarvan Atochem voor 50% eigenaar is) worden zogenaamde slagvastheids verbeteringsproducten gemaakt voor kunststoffen. De procesvoering van deze plant is semi-batch.

Het aanbod van restwarmte/CO₂ is vrijwel nihil. In [2] wordt melding gemaakt van een hoeveelheid vrijkomende rookgassen van 40000 m³/hr bij een temperatuur van ca. 50 °C

4.3.3 Schoonmaak chemicaliën plant

Deze plant is, in vergelijking met de andere twee plants, een relatief kleine fabriek. De productie vindt volledig batch-gewijs plaats.

Er is geen noemenswaardig aanbod van restwarmte/CO₂

4.3.4 Afvalverbrandingsinstallatie

De aanwezige incinerator wordt gebruikt voor de verwerking van organische afvalstoffen welke voornamelijk afkomstig zijn van de Atochem-plant. De incinerator is vol-continu in bedrijf.

Het rookgas debiet bedraagt 3000 Nm³/hr, de uittree-temperatuur van de rookgassen is 59°C. Deze rookgastemperatuur is zo laag, omdat reeds aan warmte-terugwinning wordt gedaan (opwekking van stoom van 6 bar; ten behoeve van eigen verbruik).

In de loop van het jaar 2000 zal een 2^e verbrandingsinstallatie in gebruik worden genomen, gebaseerd op hetzelfde principe (dus eveneens gecombineerd met stoom-opwekking). Het bedrijf verwacht dat ook na de ingebruikname van deze nieuwe incinerator er geen sprake zal zijn van een overschot aan restwarmte. Immers, de met beide incinerators opgewekte hoeveelheid stoom van 6 bar, zal voor slechts circa 5% voorzien in de totale stoomvraag van de site (veruit het merendeel van de stoombehoefte wordt aangeleverd door IPV in de vorm van stoom van 20 bar).

4.3.5 Flare

De grondfakkel brandt continu, doordat deze gevoed wordt met een basislast aan aardgas. De organische fractie van de afgezogen procesgassen, welke vrijkomen tijdens het 'venten' van de batchprocessen, worden verbrand in de grondfakkel.

Aangezien de basislast aan aardgas gering is en de ventgassen slechts discontinu vrijkomen, is de flare geen interessante bron voor potentiële restwarmte-levering.

4.4 Industrieel Park Vlissingen (IPV)

Industrieel Park Vlissingen (kortweg IPV) is in principe het facilitair bedrijf voor de ex-Hoechst bedrijven (Thermphos, Kosa, Mare Chemicals), doch men levert ook nog wat stoom en gas aan Atochem. Naast de energiedistributie (zowel inname als levering van stoom/gas), wordt door het bedrijf diverse diensten ontplooit, zoals biologische afvalwaterbehandeling, perslucht voorziening, laboratorium metingen (kwaliteitsmetingen grondstoffen en produkten), IT-diensten (storingdienst, geluids- en radioactiviteitsmetingen), kantine- en kleedkamer faciliteiten etc.

- De aanwezige stoomketels zijn in principe de enige bron voor potentiële restwarmtelevering. Men heeft de beschikking over in totaal 4 stoomketels, waarvan 2 ketels van 30 ton/hr (20 bar, 300 °C) en 2 ketels van 15 ton/hr. De temperatuur van de hierbij vrijkomende rookgassen is relatief laag (100 °C), omdat de rookgassen eerst nog worden benut voor demi-water preheating. De vrijkomende hoeveelheid rookgassen is variabel, aangezien de stoomproductie zo goed als mogelijk wordt afgestemd op de vraag (o.a. van Kosa en Thermphos).
- Een deel van de rookgassen (ca. 4500 m³) is sowieso niet beschikbaar als restwarmtebron, aangezien dit gas als een "inert-gas" geleverd wordt aan de afnemers.
- In geval van een eventueel overschot aan stoom in de distributienetten, wordt aan Kosa de opdracht gegeven om stoom af te blazen, aangezien men hier de laagste stoomkwaliteit gebruikt (stoomdruk slechts iets boven de 1 bar). Omdat dit stoomafblazen slechts sporadisch voorkomt, kan deze bron niet toegepast worden t.b.v. restwarmte levering.

Opmerkingen:

1. Uit bovenstaande blijkt dat er nauwelijks sprake is van enige restwarmte bij IPV. De maximale capaciteit van de stoomketels wordt in het algemeen echter lang niet volledig benut. Deze overcapaciteit van de ketels zou in principe aangewend kunnen worden voor de levering van bijwarmte (stoom-levering).
2. Men heeft nog de beschikking over een WKK-installatie (stoomturbine gekoppeld aan stoomketel van 60 ton/hr, 80 bar; uit de jaren 80), welke echter niet meer wordt gebruikt (de installatie is te koop). In potentie zou deze installatie nog van pas kunnen komen bij de aanleg van een nieuwe glastuinbouw complex (bv. als back-up installatie), aangezien de investeringskosten relatief beperkt zullen zijn.

4.5 Thermphos

Op de site van het ex-Hoechst bedrijf Thermphos kunnen een 3-tal plants onderscheiden worden, namelijk: 1) fosforfabriek 2) fosforzuurfabriek 3) zoutfabriek (Na-tri-polyfosfaat)

4.5.1 Fosforfabriek

Deze fabriek kan ruwweg onderverdeeld worden in 3 deel-processen, nl. een voorbereiding (sinterfabriek), de fosforproductie (P-fabriek) en een nabewerkingsproces (zuivering en sproeitorens). In de sinterfabriek wordt van het ruwe fosfor-erts onder toevoeging van een klei/water suspensie en (van te voren gedroogde) cokes pellets gemaakt. Deze pellets worden in de fosforfabriek onder toevoeging van grint in een 3-tal electro-thermische reductieovens omgezet tot fosfor. De optredende endotherme reactie kan als volgt weergegeven worden:



Het fosfor en CO-rijke gas uit de ovens wordt op een temperatuur variërend tussen 200-700 °C naar de fosforcondensators gestuurd, om het fosfor uit gasstroom af te scheiden. Het resterende CO-rijke gas uit de fosfor-ovens (globale samenstelling na passage van de electro-filters en sproeitorens: max 94% CO, N₂ met verder sporen fosfor, fosfine, HCN en H₂S) wordt voor het merendeel hergebruikt in de processen

als brandstof (recycling naar sinterfabriek) en voor circa 1/3 deel als bijstookgas via een pijpleiding wordt geleverd aan de kolencentrale van EPZ. De uit het proces vrijkomende slak wordt door van Pelt en Hooikaas vermarkt (afzet in de wegenbouw).

De volgende potentiële restwarmtebronnen kunnen worden onderscheiden:

- De gevormde slakken worden uit de fosfor-ovens via een 2-tal aftappunten batch-gewijs afgevoerd op een temperatuur van 1500 °C met een hoeveelheid van circa 600.000 ton/jr. De slakken worden, na gestort te zijn m.b.v. wagentjes in zgn. 'pannen', in de openlucht afgekoeld door zeewater (ca. 850.000 m³/jr) over de pannen uit te sproeien (een deel van het water verdampt, de rest verdwijnt als 'warm-water' in de bodem). Op basis van een gegeven jaarproductie van 80.000 ton fosfor/jr met een E-verbruik van 13 MWhr / ton P, waarvan circa 40% toegerekend kan worden naar de slakken, kan een potentieel warmtevermogen worden berekend van circa 1500 TJ/jr ofwel circa 47.5 MWth (de over het temperatuurtraject gemiddelde soortelijke warmte bedraagt dan ca 1.8 kJ/kg).
- In de fosforfabriek wordt demi-water van IPV ingezet als koelwater, waarbij het demi-water wordt opgewarmd tot 70-90 °C. Aangezien de vrijkomende koelwarmte al nuttig gebruikt wordt, kan deze warmte niet aangemerkt worden als restwarmte.
- Het overschot aan CO-rijk gas, wat momenteel aan EPZ wordt geleverd, zou voor de glastuinbouw een potentiële CO₂-bron kunnen zijn, doch de in het gas aanwezige verontreinigingen vormen een belemmering ten aanzien van de praktische haalbaarheid.

4.5.2 Fosforzuurfabriek:

In deze fabriek ondergaat fosforgas in aanwezigheid van lucht en water een oxidatieve reactie, waarbij uiteindelijk een kwalitatief hoogwaardig fosforzuur wordt gevormd.

- De reactie is sterk exotherm en de vrijkomende reactiewarmte wordt gebruikt voor opwekking van hoge druk stoom (180 bar, 360 °C; equivalent met 6.8 miljoen Nm³/jr Gron. aardgas). Deze hoge druk stoom wordt in eerste instantie geleverd aan Kosa (voor het op temperatuur houden van santotherm-systeem) om vervolgens in het stoomsysteem van IPV terecht te komen.
- Het geproduceerde fosforzuur wordt gekoeld via een bedrijfskoelwater-circuit, welke weer wordt gekoeld met zeewater (40°C → 30 °C). De potentieel beschikbare hoeveelheid restwarmte is echter vrij beperkt, omdat het om een relatief laag temperatuurniveau gaat.

4.5.3 Zoutfabriek:

In de zoutfabriek wordt ruw fosforzuur ingekocht, welke na een zuiveringsstap (o.a. met kalk) te hebben ondergaan wordt gebruikt voor de productie van het zout Na-tri-polyfosfaat (een product wat wordt toegepast in vaatwasmiddelen).

- Uit de indampers/drogers komt een dampvormige restwarmtestroom vrij, overeenkomend met een hoeveelheid warmwater van 1000 m³/dag op een temperatuurniveau van ca. 80°C.

Opmerkingen:

1. Met name de uit de ovens vrijkomende hete slakken vormen in potentie een relatief grote restwarmtebron, doch de praktische mogelijkheden voor warmte-uitkoppeling zijn momenteel niet al te groot. In Duitsland blijkt er een bedrijf zijn, waarbij de hete slakken direct in een 'water-quench' terecht komen. Op basis van deze technologie is het betrekkelijk eenvoudig om restwarmte terug te winnen, doch om deze techniek voor Thermphos te introduceren vergt grote aanpassingen aan het huidige proces. Op voorhand kan gesteld worden dat de hiermee gepaard gaande investeringskosten niet zullen opwegen tegen de potentiële benefits.

4.6 Seaway Chemicals Processing

Seaway Chemicals Processing is een nieuw bedrijf wat eind december 1999 ontstaan is door overname van Mare Chemicals Vlissingen BV (ex-Hoechst). De bedrijfsopzet verkeert momenteel nog een soort conceptuele fase.

4.6.1 TAED (ex Mare Chem)

De productie-plant van TAED (tetra acetyl ethyldiamine, een product wat als bleekmiddel activator toegevoegd wordt aan wasmiddelen) is volledig gesloten en zal in de toekomst ook niet meer in bedrijf worden gesteld.

4.6.2 Alkaansulfonaat (ex Mare Chem)

De productie van alkaansulfonaat ligt op dit moment stil (men heeft tot ca sept. 1999 nog geproduceerd). In hoeverre de productie in de toekomst eventueel nog hervat zal gaan worden, is op dit moment niet bekend (men is nog bezig met te onderzoeken wat de marktperspectieven zijn).

- Bij de reactie-stap (met als grondstoffen: paraffine, water, NaOH O₂-gas en SO₂-gas) komt geen noemenswaardige hoeveelheid restwarmte vrij, aangezien deze plaatsvindt bij lage temperatuur (ca. 38 °C).
- Bij de verdere productopwerking (water uitdampen, verdampen van paraffine) komen wel processtappen van hogere temperatuur voor (ca. 100 °C bij water uitdamping; tot ca 280 °C bij de terugwinning van paraffine, m.b.v. een hot-oil circuit). Volgens inschatting van de dhr de Wit, is de hoeveelheid restwarmte die bij de opwerking eventueel zou kunnen vrijkomen, slechts marginaal van omvang (het betreft immers een niet al te groot proces).
- Men beschikt over een koelwater-circuit, waarbij de opgenomen warmte wordt weggekoeld in koeltorens. Het temperatuur-niveau van dit koelwatercircuit is echter laag (25-35 °C).
- Bij het proces komen geen afgassen vrij (en dus ook geen CO₂-rijk gas)

4.6.3 Slibverwerking

Verwerking van slib (en andere afvalstromen) is een volledig nieuwe activiteit die men wil gaan opstarten. De startnotitie MER ligt reeds ter inzage. De planning is dat eind 2000 alle benodigde vergunningen binnen zijn, zodat begin 2001 met de bouw begonnen kan gaan worden en omstreeks halverwege 2001 met de productie een aanvang kan worden genomen.

In eerste instantie wil men zich richten op de verwerking van baggerslib (verontreinigd met zware metalen; de geplande slib-opslag in Terneuzen zou hierdoor overbodig worden). Men verkeert momenteel nog in een onderhandelingsstadium met betrekking tot leveringscontracten van slib.

Met betrekking tot de procesinstallatie (roterende oven, met na de 'droog-fase' een sinter-fase), dient er nog een keuze gemaakt te worden uit 2 alternatieven. Beide procédés zijn thermische verwerkingsprocessen, doch bij het ene proces zal de reactietemperatuur circa 1200 °C bedragen, terwijl bij het andere procédé sprake is van een nog iets hogere temperatuur nl. 1400-1500 °C.

- De beschikbare energie (de organische fractie in het slib en de energie-inhoud van de rookgassen, eventueel aangevuld met andere calorierijke afvalstoffen) zullen zoveel mogelijk in het proces zelf benut worden, met name voor de primaire processtap (het drogen van het aangeleverde natte slib). De hoeveelheid restwarmte welke uit het ovenproces onttrokken zou kunnen worden, wordt op dit moment als minimaal ingeschat.
- Als product van de thermische verwerkingsstap zal een stookgas (synthese-gas) vrijkomen, met een verwachte samenstelling van: 60% CO en 40% H₂. In eerste instantie zal het gaan om een geschatte hoeveelheid van circa 4000 Nm³/hr, doch in de verdere toekomst kan deze hoeveelheid naar verwachting nog wat toenemen tot circa 5000 à 6000 Nm³/hr.

Opmerkingen

1. Met betrekking tot de afzet van het stookgas uit de slibverwerkingsovens, is men op dit moment nog bezig de mogelijkheden te onderzoeken. Een deel van dit stookgas zou hergebruikt kunnen worden in het eigen proces. Andere mogelijkheden waar men aan denkt zijn: levering aan derden (EPZ, Delta Nuts, IPV) of electriciteitsopwekking in eigen beheer (als onderdeel van het eigen proces). Ten aanzien van de mogelijkheid voor levering van stookgas aan de tuinbouw, zijn de gedachten positief.
2. In een later stadium wil men verder uitbereiden tot een 'complex van verwerkingstechnieken', waarbij ondermeer gedacht wordt aan: a) de verwerking van zogenaamd ONO-slib en andere industriële afvalstromen; b) de verwerking van autobanden (carbon recycling); c) recovery van kunststoffen
3. In principe zullen de meeste van de te verwerken stromen in de categorie verontreinigd cq. 'chemisch afval' vallen (dus bijvoorbeeld geen verwerking van GFT-afval). Naast de thermische verwerking, zal er in de toekomst ook sprake zijn van fysisch/chemische scheidingstechnieken. Van deze laatste activiteiten zal naar verwachting echter geen restwarmte en/of CO₂ beschikbaar komen.

4.7 KoSa Netherlands B.V.

Kosa is ontstaan in december 1998 toen Koch Industries Inc en IMASAB S.A. de polyester-tak van Hoechst hebben overgenomen. KoSa produceert bulk en specialty polyester producten en is onderverdeeld in de volgende 5 business-units: Textile Fibers, Technical Filament, Tire Cord, Intermediates en Polymer en tot slot Packaging Resins

Op de locatie in Vlissingen wordt uitsluitend DMT (dimethyl terephthalaat) geproduceerd, een grondstof voor de productie van polyester. De plant is wat betreft energie reeds vrij goed geïntegreerd, waardoor de mogelijkheden voor restwarmte levering niet groot zijn. Het productieproces is vol-continu, doch de productiecapaciteit varieert tussen de circa 75-100%, afhankelijk van de vraag en marktsituatie.

- Het reactieproces voor DMT is exotherm. Met de vrijkomende warmte wordt stoom opgewekt van 4.5 bar, welke voor een deel wordt hergebruikt in het eigen proces. Het overschot aan stoom (maximaal 20 ton/hr) wordt geleverd aan het 4 bar stoomnet van IPV, waarbij de geleverde hoeveelheid stoom intern met IPV wordt verrekend met de door KoSa van IPV afgenomen stoom. Omdat men voor het overschot aan stoom al een afnemer heeft, kan deze stroom niet als restwarmte worden aangemerkt.
- Er is een fornuis aanwezig voor het op temperatuur houden van het hot-oil circuit. De warmte-input voor het fornuis is afkomstig van hetzij het verstoken van aardgas (max. 1000 m³/hr gas), hetzij van hoge druk stoom (180 bar) welke opgewekt wordt in de fosforovens van Thermphos. De hoeveelheid rookgassen die bij dit fornuis vrijkomen is enerzijds sterk wisselend in de tijd en anderzijds dusdanig klein wat betreft hoeveelheid, dat een benutting voor restwarmte levering niet zinvol is.
- In het proces wordt nog een (relatief kleine) hoeveelheid lage druk stoom opgewekt (1.1 bara) en warmwater. Deze stromen zijn echter niet beschikbaar als restwarmte aangezien ze nuttig worden hergebruikt in het eigen proces.
- Het interne koelwatercircuit is van een te laag temperatuurniveau om interessant te zijn (koelwater van 40 °C wordt teruggekoeld met Scheldewater tot een temperatuur van 30 °C).

4.8 Total Raffinaderij Nederland

In de Total raffinaderij te Vlissingen wordt ruwe olie geraffineerd tot diverse halffabrikaten en producten als benzine, diesel etc. Potentiële restwarmtestromen zijn reeds in kaart gebracht door IHN [2]. In het onderstaande wordt nog enige aanvullende informatie gegeven.

- Restwarmte is ondermeer beschikbaar bij diverse luchtkoelers. De luchtkoelers worden gebruikt om producten in de fabriekseenheden af te koelen vóórdat deze producten naar de opslagtanks verpompt worden. In onderstaande tabel zijn de betreffende stromen in meer detail weergegeven.

Processtroom	inlaat temp. °C	rundown temp °C	vermogen GJ/hr	vermogen MW	Opm.
LGO	120	40	14	3.9	
MGO	130	40	19	5.3	
HGO	160	80	12	3.3	1)
AR	130	85	26	7.2	1)
DHC-LN	140	40	8	2.2	
DHC-jet	150	40	18	5.0	
DHC-diesel	160	40	12	3.3	
VDU-fluxed res.	150	85	27	7.5	2)
TOTAAL			136	37.8	
1) en 2): Deze producten worden gekoeld met een waterkoeler, waarbij het water wordt opgewarmd tot ca. 70 °C. Dit opgewarmde water wordt vervolgens gekoeld door middel van een luchtkoeler en weer teruggeleid naar de waterkoelers (gesloten koelwatersysteem). De producten HGO en AR hebben samen een gecombineerd gesloten koelwatersysteem.					

- Luchtkoelers, die geïntegreerd zijn in het proces (bv. condensors van waaruit refluxen, pump-arounds etc. gevoed worden) zijn niet meegenomen in bovenstaande lijst. In potentie zouden hier nog mogelijkheden kunnen liggen voor additionele restwarmte. Om de mogelijkheden hiertoe na te gaan, is een meer gedetailleerd onderzoek benodigd aangezien men dan wezenlijk gaat ingrijpen in het proces.

- In principe is er ook warm condensaat beschikbaar (ca. 100 °C), doch deze warmte is echter niet gratis beschikbaar. Om welke hoeveelheden het zou kunnen gaan, kan men nog niet

Opmerkingen:

1. Op dit moment heeft men geen concrete plannen voor een WKK-installatie (bv. in combinatie met Pechiney), maar voor de toekomst sluit men dit niet uit. Total is immers een relatief grote warmteverbruiker (stoomverbruik: ca. 100-110 ton/hr op een druk van 35-40 bar) en wil hun warmte-opwekking natuurlijk zo efficiënt mogelijk laten plaatsvinden. Bovendien zijn hun huidige ketels (ca. 20 jaar oud) binnen niet al te lange termijn aan een vervanging toe. Mede vanwege dit gegeven staat men zeer positief tegenover een meer geïntegreerde aanpak van de energievoorziening, met in begrip van levering aan een grootschalig glastuinbouwgebied.
2. De leveringszekerheid is in principe groot, doch men dient er mee rekening te houden dat er eens in de 2 jaar een turn-down plaatsvindt, waarbij de productie (en dus ook eventuele restwarmte levering) gedurende 2 á 3 weken volledig stil ligt.

4.9 EPZ

In het Sloe-gebied heeft EPZ zowel de beschikking over een kolengestookte centrale als over een kern-energie centrale. In de afgelopen periode is de kolencentrale niet altijd vol in bedrijf geweest (met name in de nachtelijke uren). De toekomst ten aanzien van de kernenergiecentrale te Borselle is op dit moment nog onzeker. Gezien de recente ontwikkelingen is het echter zeker niet ondenkbeeldig dat deze installatie nog een 10-tal jaren in bedrijf zal zijn.

- Potentiële restwarmte in de vorm van koelwater (op een zeer laag temperatuurniveau van 15-25 °C) en rookgassen (op een temperatuur van ca. 90 °C), is reeds door IHN in kaart gebracht.
- Naar aanleiding van het beschikbaar stellen van het IHN eind-rapport [2], kwam EPZ met een reactie [7], waarin te kennen werd gegeven dat men (naast boven genoemde restwarmtestromen) ook de mogelijkheid heeft om 'lage temperatuur stoom' uit de stoom-cyclus te gebruiken om een gesloten heet-watercircuit voor de glastuinbouw op temperatuur te houden. De levering van een (continu) thermisch vermogen van 200-300 MWth vormt voor de kolencentrale BS12 geen noemenswaardig probleem (totaal thermisch vermogen van de centrale is immers voldoende groot, n.l. 1200 MWth). In principe hoeft er slechts een extra warmtewisselaar geplaatst te worden om het gevraagde hete water te kunnen leveren.

Opmerkingen:

1. Het mag duidelijk zijn dat bij gebruik van lage temperatuur stoom, er in principe geen sprake is van restwarmte maar van 'bijwarmte'. Immers, door het aftappen van lage temperatuur stoom, zal het totaal elektrisch vermogen wat met de LD-stoomturbines kan worden opgewekt enigszins afnemen. Voor dit verlies aan E-vermogen zal men middels een bepaalde leveringsvergoeding gecompenseerd willen worden.
2. Voor de toekomst (circa in het jaar 2005) heeft men plannen om ook biomassa (o.a. houtafval) in de kolencentrale als bijstook te gaan inzetten.
3. EPZ is betrokken geweest bij een haalbaarheidsstudie betreffende een nieuw glastuinbouwcomplex bij Kromstrijde (in de buurt van Moerdijk), waarbij restwarmte zou worden geleverd door Shell en de resterende warmtevraag verder zou worden aangevuld door de nabij gelegen EPZ-centrale. In deze studie, waarbij voor de warmtevraag een kental van 15 TJ/ha werd gehanteerd, werd voor de kassen uitgegaan van speciale lage-warmtenetten. Hierdoor dacht men in staat te zijn om bij de tuinders het aangeleverde warme water tot een relatief lage temperatuur (30-40°C) te kunnen uitkoelen. Het voordeel wat met een dergelijke ver uitkoelen zou kunnen worden bereikt, is dat men in staat is om een relatief grotere hoeveelheid restwarmte 'op te pikken' uit de industrie (bij Shell zou het retour-water worden opgewarmd tot 60-70 °C), alvorens het water via de E-centrale op de gewenste supply-temperatuur (80-90 °C) te brengen.

5 KANAAL-ZONE

5.1 Dow Benelux

Op het terrein van Dow in Terneuzen worden in een groot aantal plants een uitgebreid scala aan producten gemaakt, welke gerangschikt kunnen worden onder de categorieën plastics, chemische en agrarische producten.

Uit een allereerst telefonisch contact met Dow, kwam naar voren dat er op de site diverse mogelijkheden voor restwarmtelevering aanwezig zouden moeten zijn. Als voorbeelden van potentiële bronnen waar men in eerste instantie aan dacht, werden genoemd:

- Rookgassen van metname de oudere fornuizen. Het merendeel van de nieuwere (kraak)fornuizen zijn voorzien van economisers en hebben een rookgasuitlaattemperatuur van ca. 140 °C. De oudere fornuizen zijn daarentegen wat minder efficiënt en hebben nog een rookgastemperatuur van 180 á 200 °C.
- Condensaat stromen gaan voor het merendeel retour naar Elsta op een temperatuurniveau van 80-100°C. De retourtemperatuur mag echter niet te hoog zijn i.v.m. de werking van de 'polishers' (ionenwisselaars werken op circa 50 °C), zodat dit een potentiële restwarmte bron is.
- Vanwege het temperatuurniveau van 100°C, is de CO₂-rijke afgasstroom uit de CO₂-stripper van de EO-plant in principe een warmtebron (soort lage druk stoom), waaruit restwarmte kan worden teruggewonnen. Voor de mogelijkheid van hergebruik van deze warmte binnen Dow, is in het verleden als eens onderzoek verricht doch de haalbaarheid hiervan bleek gering.
- De EO-plant (ethyleen-oxide) is, afgezien van de diverse fornuizen en ketels op de site, de belangrijkste bron voor potentiële CO₂-levering. De betreffende gasstroom (ca. 100.000 ton/jr) is vrij zuiver doch 'drijfmat' als gevolg van het bijmengen van stoom (samenstelling ruwweg: 50% CO₂, 50% water, aangevuld met restanten aan ethyleen en enkele andere organische componenten). De uit de EO-plant, welke is gelegen aan de oostkant van het Dow-complex, vrijkomende gasstroom heeft een temperatuur van 100 °C en wordt momenteel, na opmenging met lucht, toegevoerd aan een katalytische naverbrander om de nog aanwezige organische componenten zo volledig mogelijk te verbranden.

Ten behoeve van het verkrijgen van een overall beeld van de hoeveelheid restwarmte welke op de site van Dow in Terneuzen in potentie beschikbaar is, is er op verzoek van PDC een nader onderzoek uitgevoerd door technologen van Dow. Als uitgangspunt voor dit (intern) onderzoek is gebruik gemaakt van de pinch-studie welke in 1996 is uitgevoerd (de flows en temperatuurniveaus uit deze studie zijn onlangs nog geactualiseerd, mede in verband met de aankomende bench-marking).

Door het tellen van de laagwaardige warmtestromen met temperaturen boven de 90 °C, kwam men tot het volgende resultaat:

- Om tot 100 MW te komen: 15 bronnen
- Om tot 150 MW te komen: 38 bronnen
- Om tot 170 MW te komen: 55 bronnen
- Om tot 190 MW te komen: 98 bronnen

Zoals uit bovenstaand overzichtje valt af te leiden, zijn er bij Dow een scala van mogelijkheden voor de uitkoppeling van restwarmte op een temperatuurniveau van meer dan 90 °C. Aangezien er echter niet sprake is van één grote leverancier van restwarmte, zal de uitkoppeling van de restwarmte zeer decentraal op de site moeten plaatsvinden, wat een negatief effect zal hebben op de economische haalbaarheid (aanleggen van een uitgestrekt warm-water circuit en plaatsing van vele warmtewisselaars op het terrein van Dow).

Om een beter beeld te krijgen van de praktische uitvoerbaarheid van de warmte-uitkoppeling, is aan Dow gevraagd om van de eerste 15 bronnen (met een gezamenlijk vermogen van ca. 100 MW) wat meer specifieke data aan te leveren, zoals flows en temperaturen. De resultaten van de geïnventariseerde stromen zijn weergegeven in de overzichtstabel (zie hoofdstuk 7).

5.2 WKK Elsta

De aardgas gestookte WKK-centrale Elsta, een volledig separate onderneming bij Dow, heeft een elektrisch vermogen van 450 MWe en is opgebouwd uit 3 gasturbines van 125 MWe (type: Frame-9 van general electric) en een stoomturbine van 65-75 MWe (hangt af van de stoomafname van Dow).

De installatie is vol-continu in bedrijf, waarbij in de winter de geleverde capaciteit iets hoger is dan in de zomer (450 resp. 405 MWe).

- Koeling van de condensor, generator en de smeerolie van de turbines vindt plaats op een laag temperatuurniveau (30-40 °C), en is dus niet interessant als restwarmte bron
- De rookgassen worden naar de omgeving afgevoerd op een temperatuurniveau van 120 °C, met een flow welke berekend kan worden uit het gemiddeld gasverbruik (110 kNm³/hr) en het O₂% (ca 13.4 vol%).

Opmerking:

1. Bij benutting van de rookgassen voor restwarmtelevering, dient er mee rekening gehouden te worden dat door de plaatsing van een warmtewisselaar in het rookgaskanaal een extra drukval in het afgassenkanaal geïntroduceerd wordt. Aangezien dit het elektrisch rendement van de centrale negatief beïnvloedt, zal middels een leververgoeding dit verlies gecompenseerd moeten worden.
2. Aangezien Elsta reeds in vol bedrijf is, zal het plaatsen van een extra warmtewisselaar in het rookgaskanaal extra complicaties met zich meebrengen. Op voorhand kan reeds gesteld worden dat de inpassing en de hiermee gepaard gaande investeringskosten beduidend hoger zullen uitvallen, dan voor nog nieuw te bouwen WKK-installaties (zoals bij BASF en Hydro Agri).
3. Zoals in principe bij de meeste WKK-installaties, zou ook Elsta in aanmerking kunnen komen voor de levering van additionele warmte. Deze warmte (zgn. bijwarmte), kan beschikbaar worden gesteld door het aftappen van stoom uit de LD-stoomturbines. Om het hiermee gepaard gaande verlies aan opgewekte elektriciteit te compenseren, zal een bepaalde leververgoeding voor deze bijwarmte betaald moeten worden.
4. Een extra randvoorwaarde waar bij een eventuele warmte-uitkoppeling uit de Elsta-centrale mee rekening gehouden dient te worden, is dat de stoomvoorziening van Dow ten alle tijden voorop staat en dus nooit door de additionele warmte-aftap in gevaar mag worden gebracht.

5.3 Philips Lighting

Bij Philips Lighting in Terneuzen vindt een bewerking plaats van glas in kleine elektrische ovens (het glas wordt hier in gesmolten). Het betreft echter een relatief klein proces.

- Er zijn geen noemenswaardige energieoverschotten aanwezig (hoogstens in zomer een klein beetje).

Opmerkingen:

1. Philips is onlangs voor hun elektriciteitsinname overgeschakeld van EPZ naar Electrabel.

5.4 De Hoop

De Hoop is een bedrijf wat voornamelijk producten aanlevert voor de bouw (betonwaren, grind etc). Uitsluitend in de betonfabriek wordt stoom (middendruk) verbruikt, zei het in relatief kleine hoeveelheden.

- Er is geen potentieel voor de levering van restwarmte en/of CO₂ aanwezig

5.5 Outokumpu

Op de locatie van Outokumpu in Terneuzen wordt roestvast staal verwerkt (verknippen van rollen), wat door het moederbedrijf vnl. per schip wordt aangeleverd.

- Bij het proces komt helemaal geen warmte aan te pas.
- Het bedrijf heeft geen stoomketels of andere energie-opwekkingsinstallaties.

5.6 Elopak

Elopak is een verpakkingsdrukkerij (bedrukken van melkpakken). Het bedrijf beschikt over 2 grote offset-persen. De ene pers werkt volgens het UV-offset procede, de ander volgens het oplosmiddelen flexodruk. De productie is 5 dagen vol-continu (3 ploegen-dienst), doch liggen in het weekend meestal stil.

- Restwarmte komt vrij vanuit de droging én vanuit de koeling van equipment. Aangezien het koelwater echter nergens boven de 60 °C uitkomt, is de potentiële levering van restwarmte vrijwel nihil
- Er zijn geen stoomketels, incinerators e.d. op het terrein aanwezig.

Opmerking:

1. Bij het bedrijf komt nu nog een brandbare afgassenstroom vrij (afkomstig van de afzuiging van flexodruk procede), doch deze pers gaat in de nabije toekomst vervangen worden door een UV-offset pers.

5.7 Broomchemie

Bij Broomchemie worden diverse chemische halffabrikaten en eindproducten gemaakt, welke voor het merendeel gehalogeneerd zijn (chloor, broom en fluor).

In het verleden is hier door Keuken & de Koning bij Broomchemie een energiebesparingsstudie uitgevoerd [5].

- Uit deze pinch-studie kwam naar voren dat er bij Broomchemie geen noemenswaardige grotere restwarmtebronnen aanwezig zijn.

Opmerking

1. De productieprocessen zijn in het algemeen relatief kleinschalig en veelal batch-gewijs van aard. Met betrekking tot de continuïteit van een eventuele restwarmtelevering, heeft dit sowieso een negatief effect op de praktische haalbaarheid van een warmte-uitkoppeling.

5.8 Hydro Agri Sluiskil

Op de locatie van Hydro Agri in Sluiskil (HAS), worden half- en eindproducten ten behoeve van de kunstmeststoffen-industrie geproduceerd. Als een nevenproduct komt uit de ammoniakfabriek tevens CO₂ vrij, welke in vrijwel zuivere vorm (> 99.8 % CO₂) zowel gasvormig als in vloeibare vorm aan de afnemers kan worden aangeboden.

Ook voor Hydro Agri Sluiskil is in het verleden door Keuken & de Koning een energiebesparingsstudie uitgevoerd [6]. Uit deze studie kwam naar voren dat er voldoende potentie aanwezig is voor de levering van restwarmte. Daarom is aan Hydro Agri gevraagd om, met de uitgevoerde pinchstudie als uitgangspunt, binnen hun processen te inventariseren welke (proces-)stromen procestechnisch gezien redelijker wijs in aanmerking komen voor eventuele restwarmtelevering en van deze stromen enige kwantitatieve procesinformatie aan te leveren.

De uit deze inventarisatie resulterende afzonderlijke stromen waarvoor restwarmtebenutting technisch mogelijk wordt geacht, zijn opgenomen in de overzichtstabel van potentiële restwarmtebronnen (zie hoofdstuk 6).

Samengevat, gaat het om het volgende potentiële restwarmtebronnen:

- Restwarmte uit vloeistromen: 59.5 MW (bij max. benutting tot T_{eind})
- Restwarmte uit gasvormige stromen: 20.8 MW (bij max. benutting tot T_{eind})

Daarnaast kan ook een vrij aanzienlijk hoeveelheid 'bijwarmte' worden geleverd, te weten:

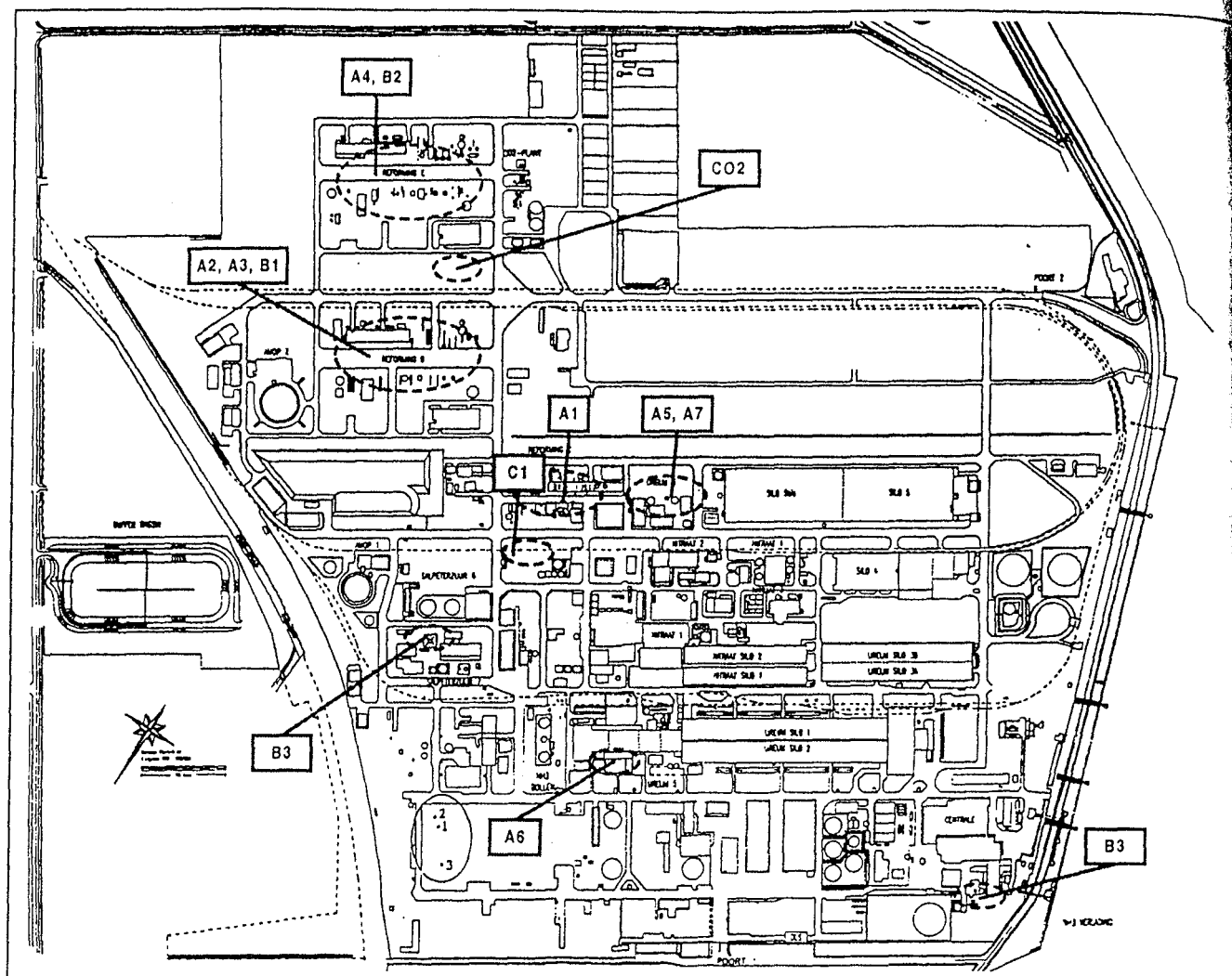
- Bijwarmte (als LD-stoom): 80.2 MW (bij max. benutting tot T_{eind} = 70 °C)

Hydro Agri kan ook grote hoeveelheden vrijwel zuiver CO₂ leveren, welke zonder verdere stappen direct in de kassen kan worden geïnjecteerd. Momenteel wordt circa 2/3 deel van de uit het ammoniakproces vrijkomende CO₂ intern hergebruikt (ureum). Het resterende deel wordt deels vloeibaar gemaakt (na een opwerkingsstap waarbij inerte gassen als H₂ worden uitgestript) en afgezet naar ondermeer de voedingsmiddelenindustrie en deels (ca. 500.000 ton/jr) naar de lucht afgeblazen.

- Hydro Agri kan dus gemakkelijk in de totale CO₂-vraag van het toekomstig glastuinbouwcomplex (CO₂ behoefte < 200.000 ton/jr) voorzien. De CO₂-stroom zoals het uit het proces vrijkomt heeft een zuiverheid > 99.8 %, is verzadigd met water bij een druk van 1.4 bar en 40 °C.

Opmerkingen

1. In onderstaande figuur zijn de locaties aangegeven waar de diverse bronnen op het terrein van HAS zich bevinden. De gehanteerde codering houdt verband met de gehanteerde onderverdeling (A = restwarmte uit vloeistofstromen, B = restwarmte van gasvormige stromen, C = bijwarmte). Welke specifieke stromen bij de nummers behoren, is terug te vinden uit de overzichtstabel van hoofdstuk 6.
2. Hydro Agri heeft de beschikking over een eigen aardgasleiding (lopend parallel aan de 'noord-zuid' weg langs het geplande glastuinbouwgebied), welke afkomstig is van de LNG-terminal van Zeebrugge. Ter hoogte van Westdorpe, bevindt er zich een aftakking van deze leiding naar Cerestar.
3. Vanwege de relatief korte afstand tot de geplande nieuwe glastuinbouw locatie, zal de directe levering van gasvormig CO₂ uit de bestaande ammoniakinstallaties geen grote problemen opleveren. Met betrekking tot het transport, is het niet noodzakelijk om de CO₂ eerst vloeibaar te maken (extra elektriciteitsverbruik ten behoeve van de compressie kunnen hierdoor dus vermeden worden) en vervolgens per vrachtwagen over de weg te transporteren. Dit vloeibaar maken wordt momenteel door Hydro Agri wel toegepast voor de CO₂-levering aan andere glastuinbouwbedrijven.
4. Naast het terrein van Hydro Agri is de voormalige cokesfabriek gelegen, welke onlangs (medio vorig jaar) is gesloten. Volgens mede-eigenaar Sidmar (de staalproducent te Zelzate, België) beschikt de cokesfabriek nog over een compleet compressorstation (incl. diverse faciliteiten nog maar 8 jaar neergezet voor ca. Fl. 100 miljoen), waarmee cokesgas via een transportleiding (lopend langs de weg, pal grenzend aan het geplande tuinbouwgebied) werd geleverd aan Sidmar. Betreffende compressiestation en transportleiding staan in principe te koop. In potentie zou deze apparatuur dus (tegen vermoedelijk relatief geringe investeringskosten) kunnen worden benut voor de levering van restwarmte en/of CO₂ aan het glastuinbouw gebied. Ter achtergrond informatie: de totale lengte van de transportleiding bedraagt ca. 18 km (incl. een extra omleiding bij Zelzate); diameter = 300 mm; ontworpen voor een maximale van 14 bar; bij nominale condities werd 17000 m³/h cokesgas van 4.5 bar getransporteerd.
5. Naast aardgas, restwarmte en CO₂, vormen meststoffen ook een belangrijke grondstof voor de glastuinbouw. Vanuit dit oogpunt bezien, is een kunstmestfabriek pal naast een grootschalig glastuinbouw gebied te beschouwen als een 'ideaal plaatje', aangezien vraag en aanbod van diverse grondstoffen en producten dicht bij elkaar zijn gebracht. Mogelijkheden voor verdergaande integratie van activiteiten (bv. op het terrein van waterbehandeling) zijn niet ondenkbaar. In het algemeen kan gesteld worden dat dergelijke vormen van integratie een positief effect zullen hebben op het milieu (bijvoorbeeld de vermeden emissies in verband met transport).
6. Op dit moment is er nog weinig zicht op wat er in de toekomst met het bedrijven van de voormalige cokes fabriek gaat gebeuren. Mogelijk kunnen zich hier in de toekomst nog additionele restwarmteleveranciers gaan vestigen.

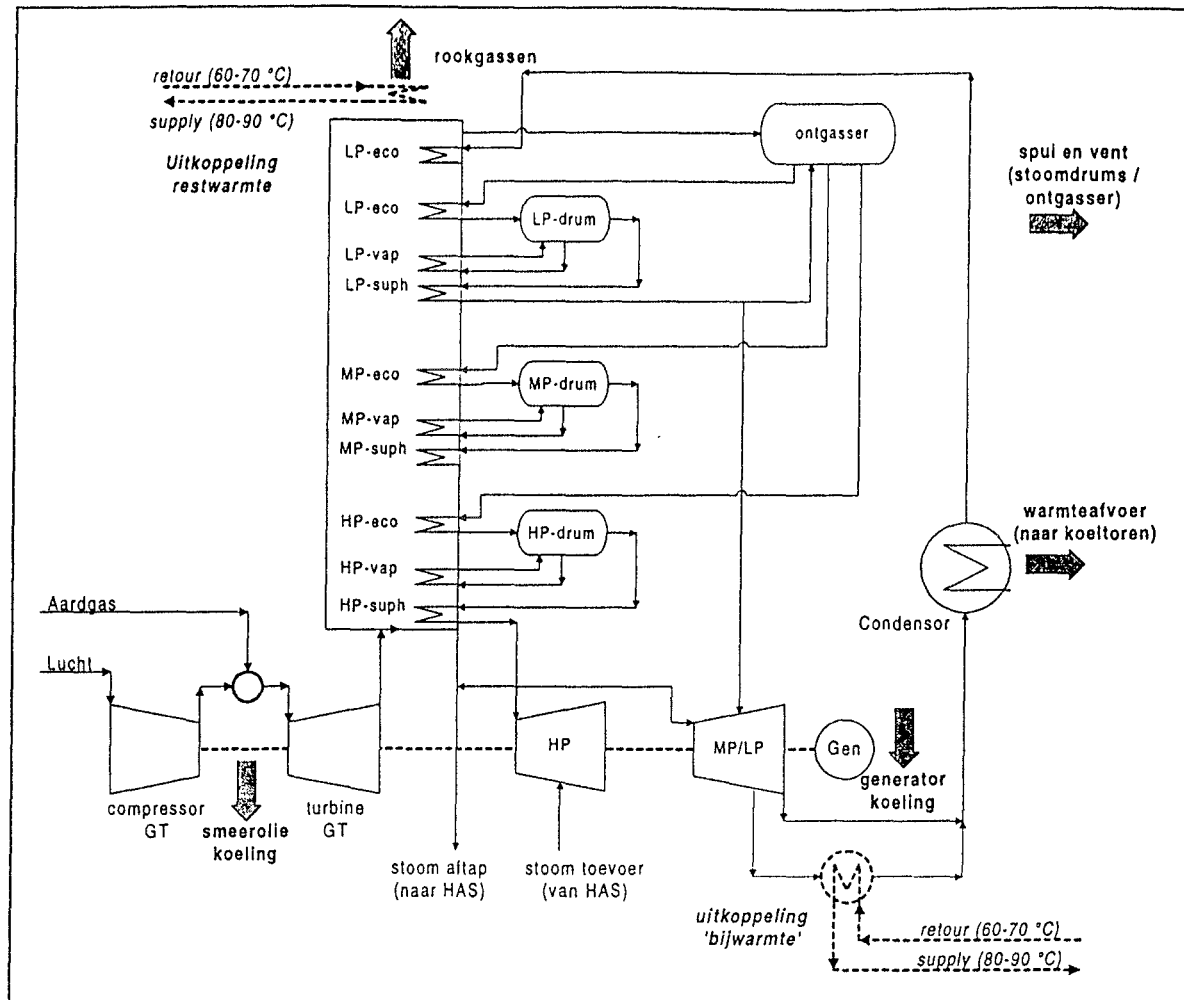


5.9 WKK ZePower

ZePower, een 50%-50% samenwerkingsverband tussen Hydro Agri Sluiskil en Delta Nuts Bedrijven, heeft het voornemen om op het industrieterrein van Hydro Agri een nieuwe WKK-centrale (gasgestookte STEG) te bouwen en te exploiteren.

In de lopende vergunningaanvraag, wordt melding gemaakt dat van een totaal gepland vermogen van 820 MWe, waarbij de realisatie zal worden uitgevoerd in 2 fasen (vermogen voor 1^o fase: 410 MWe). Een deel van de opgewekte elektriciteit zal worden afgenomen door de fabrieken van HAS en voor de rest geleverd aan het net. De stoomlevering van/aan HAS zal mede afhankelijk zijn van de actuele marktsituatie (bij levering aan HAS volgens ontwerp maximaal ca. 100 ton/hr; bij afname van stoom door HAS maximaal in de orde grootte van 50 ton/hr).

Waar de globale mogelijkheden liggen voor uitkoppeling van rest- en/of bijwarmte, kan worden verduidelijkt aan de hand van onderstaande schematische weergave van een dergelijke installatie.



- Restwarmte onttrekken vanuit het smeerolie- en generator koelcircuit, is minder voor de hand liggend, vanwege het in het algemeen relatief lage temperatuurniveau.
- Restwarmte onttrekking uit de hoofdcondensor is eveneens niet interessant (temperatuurniveau naar verwachting ca. 35 – 40 °C).
- Warmte onttrekking uit de spui en vent van de stoomdrums resp. ontgasser ligt lastig, enerzijds vanwege het soms discontinue karakter van het beschikbaar zijn van deze warmtebronnen, anderzijds omdat dat deze stromen in aanmerking komen voor warmte-integratie in de stoomcyclus zelf.

Voor benutting van de warmte uit de rookgassen kunnen er in principe 2 mogelijkheden worden onderscheiden:

- Uitkoppeling van restwarmte uit de rookgassen door middel van plaatsing van een extra ww-bundel in het rookgaskanaal. De totale drukval in de afgassenketel zal hierdoor enigszins toenemen wat uiteindelijk resulteert in een overall geringere E-opbrengst. Voor het corresponderende verlies aan elektrisch vermogen zal men gecompenseerd willen worden middels een bepaalde leveringsvergoeding.
- Gezien de niet al te grote afstand t.o.v het kassencomplex, behoort echter ook de directe levering van warme rookgassen tot de mogelijkheden. In wezen is deze situatie te vergelijken met de plaatsing van een grote WKK-installatie in het kassencomplex zelf, doch met als verschil dat er nog een extra transportafstand moet worden overbrugd. Ter beperking van de benodigde investeringskosten ('lage' druk rookgastransportleiding met grote diameter + compressievermogen) is het zeker voor deze optie van belang om de transportafstand zo minimaal mogelijk te houden en de WKK dus zo dicht mogelijk bij de glastuinbouw te plaatsen.
- Bij een directe levering van warme rookgassen, vindt gelijktijdig ook CO₂-levering plaats.

Opmerkingen

1. Het streven is om de installatie (1^e-fase) eind 2003 in bedrijf te hebben. Men verkeerd momenteel (maart 2000) in een offerte-fase (de 'invitations to bid' moeten nog verzonden worden).
2. Mede gezien het feit dat de engineering van het project nog gaande is, staan een aantal aspecten van de installatie nog niet vast. Zo moet nog een definitieve keuze gemaakt worden ten aanzien van het uiteindelijk te installeren vermogen (alleen 410 MWe of de aanvankelijk geplande 820 MWe). Deze keuze zal mede afhankelijk zijn van de verwachting hoe de electriciteits-markt zich in de nabije toekomst zal gaan ontwikkelen. Indien bijvoorbeeld de kerncentrale van EPZ in Borselle, in tegenstelling tot eerdere plannen, wél gedurende een langere periode in bedrijf blijft, lijkt de mogelijkheid voor het uitsluitend plaatsen van een eenheid van 400 MWe een reëlere optie te zijn dan de plaatsing van het maximaal geplande vermogen van 800 MWe.
3. De nieuwe WKK-installatie is gepland om op het terrein van Hydro Agri gebouwd te gaan worden. Met betrekking tot de eventuele warmtelevering, zou het echter interessant kunnen zijn om de installatie dicht bij het glastuinbouwgebied (bijvoorbeeld halverwege) of helemaal in het kassen-complex) neer te zetten. In hoeverre deze optie (nog) bespreekbaar is, is op dit moment onduidelijk. Volgens een informatiebron zou HAS er echter sterk aan hechten om de installatie op eigen bedrijventerrein te houden, mede om een goede uitgangspositie te behouden voor de bedrijfsvoering op de Sluiskil-locatie in de verdere toekomst.
4. De geplande installatie zou op termijn een deel van de bestaande opwekeenheden bij HAS kunnen gaan vervangen. HAS maakt thans gebruik van 5 min of meer verouderde opwekinstallaties (leeftijd variërend tussen 20 – 70 jaar) waarvan de energetische efficiency relatief gering is en welke een hoge milieubelasting per geproduceerde kWh veroorzaken

5.10 Cerestar Benelux B.V.

Cerestar, onderdeel van Eridania Béghin-Say, is producent van zetmeel en zetmeelderivaten (o.a. glucose) uit met name mais en geringere mate uit tarwe.

Op de site in Sas van Gent worden een drie-tal min of meer separate fabrieken onderscheiden, te weten Satellite 1, 2 en 3.

Restwarmte komt voornamelijk beschikbaar uit de diverse drogers en de rookgassen van wkk-installaties en zullen in het onderstaande nader worden toegelicht.

5.10.1 Satellite-1

In deze fabriek vindt de verwerking plaats van maiszetmeel (zetmeel-slurry).

- Restwarmte is beschikbaar uit de afgassen van de drogers, met een hoeveelheid van ca 30.000 m³/hr bij 100°C (dauwpunt 60-65 °C; geringe hoeveelheid stofdeeltjes aanwezig)

5.10.2 Satellite-2

In deze fabriek wordt maiszetmeel (uit Satellite-1) op diverse manieren gemodificeerd tot specifieke zetmeelderivaten. Beschikbare restwarmte betreft:

- Warme lucht uit grote luchtdroger (120.000 m³/h, 60 °C, dauwpunt ca 40 °C)
- Drooglucht van 2 kleinere drogers (gezamenlijk ca. 100.000 m³/h, 60 °C)

5.10.3 Satellite-3

Uit deze tarwezetmeelfabriek, zijn de volgende restwarmtebronnen beschikbaar:

- Afgassen uit 1^e hete lucht droger (120.000 m³/h, 60 °C). De drooglucht wordt verkregen middels opwarming via een ww op stoom.
- Afgassen uit 2^e hete lucht droger (150.000 m³/h, 60 °C). Momenteel wordt de drooglucht verkregen middels een directe verbranding van aardgas. Medio 2000 zullen hiervoor echter de afgassen van de nieuwe wkk's (ca. 130 °C) voor worden gebruikt.

5.10.4 wkk-installaties

Voor de energievoorziening beschikt Cerestar over een aantal wkk-installaties

- WKK-1 is de oudste en betreft een gasturbine + stoomketel combinatie van 10 MWe. De afgassen uit de wkk worden direct benut in de kiemdroger (t.b.v. drogen van mais kiemen) en komen dus niet in aanmerking voor restwarmtelevering
- WKK-2 (GT + stoomketel), met een nominaal vermogen van 5 MWe, heeft een afgassenstroom van ca. 80.000 m³/h op een temperatuur van 130 °C ter beschikking (de afgassen worden niet benut in drogers, maar direct afgevoerd naar de lucht).
- WKK 3 + 4 betreft 2 nieuwe installaties (met luchtkoeling i.p.v. waterkoeling) welke volgens planning begin april 2000 in bedrijf worden genomen. In beide gevallen betreft het eveneens een GT + stoomketel combinatie met ieder een nominaal vermogen van 6,5 MWe. De rookgassen zullen rechtstreeks benut gaan worden in de glutendroger van satellite-3, zodat deze niet in aanmerking komen voor restwarmte benutting.

5.10.5 Bijwarmte

In principe zou er een hoeveelheid bijwarmte kunnen worden geleverd door de beschikbare overcapaciteit van de wkk's uit te nutten. Volgens inschatting zou het hier om een hoeveelheid kunnen gaan van maximaal 10 t/h stoom van 40 bar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze overcapaciteit niet constant beschikbaar is, aangezien deze mede afhankelijk is van optredende fluctuaties in de procesvraag.

Opmerkingen

1. De zetmeeldrogers van Satellite-2 werken niet helemaal vol-continu omdat er af en toe moet worden overgeschakeld op een ander produkt. Dergelijke overschakeling vindt gemiddeld circa 1x per dag plaats. De overige drogers werken wel vol-continu.
2. De 2 oudere wkk's staan opgesteld aan de zuidkant van het Cerestar terrein, de 2 nieuwe installatie daarentegen aan de noordkant. De onderlinge afstand tussen deze 2 locaties bedraagt ca. 500 m.
3. De gemiddelde operatingstemperaturen van de processen liggen in de orde van 40 °C, zodat uit de processtromen zelf nauwelijks potentie voor restwarmte benutting aanwezig is.
4. Diverse koelwaterstromen zijn beschikbaar, doch zoals doorgaans gebruikelijk voor koelwater is ook hier het temperatuurniveau laag (30-40 °C).
5. Cerestar beschikt niet over aparte stoomketels en/of incinerators
6. In het verleden is al eens de haalbaarheid bekeken van de levering van stoom aan Zuid-Chemie (o.b.v. een leiding langs de bestaande spoorlijn). Dit project bleek echter nauwelijks levensvatbaar te zijn.

5.11 Zuid-Chemie

Bij Zuid-chemie worden kunstmeststoffen geproduceerd door middel van mengen van halffabrikaten, welke voor een belangrijk deel worden aangeleverd door het moederbedrijf uit Frankrijk. Na opmenging van de halffabrikaten (voornamelijk fosforzuur, ammonium-nitraat, ammoniak en zwavelzuur) in een bepaalde verhouding, wordt de verkregen natte productstroom gedroogd in drogers.

- De vrijkomende warme drooglucht uit de drogers wordt voor het merendeel gerecupereerd t.b.v. het droogproces. Daardoor is er nauwelijks sprake van enig overschot aan restwarmte uit de drogers.
- De gedroogde produktstroom, met nog een temperatuur van 70-80°C, wordt afgekoeld met lucht. Doordat de door deze luchtstroom opgenomen warmte wordt aangewend ten behoeve van de klimaatbeheersing van de pakhuizen, is ook hier geen sprake van een restwarmte aanbod.
- Het bedrijf beschikt over een kleine stoomketel (12 t/hr stoom), doch uit de rookgassen (uittretemperatuur: 60-70 °C) kan geen noemenswaardige hoeveelheid restwarmte worden teruggewonnen, aangezien er in het rookgaskanaal al een economiser is geïnstalleerd.
- Bij Zuid-Chemie komt geen CO₂-rijke stroom vrij

5.12 Sidmar NV

Sidmar NV (Gent, België) is een grote ijzer- en staalproducent, onderdeel uitmakend van de Arbed Group. Door de recente allianties met Stahlwerke Bremen (Duitsland) en Aceralia (Spanje) is deze groep een van de grootste staalproducenten ter wereld geworden.

Binnen Sidmar heeft men bij een aantal productieprocessen restwarmteoverschotten op een temperatuurniveau van 100 °C en meer, zelfs oplopend tot 300 °C. Uit een 1^e ruwe verkenning werd het restwarmteaanbod vanuit de cokes- en staalfabriek als gering en dus weinig interessant bestempeld. In het onderstaande wordt in het kort de belangrijkste potentiële restwarmtebronnen besproken.

5.12.1 Sinterfabriek

In principe worden alle ertsgrondstoffen voor de hoogovens gesinterd. Sidmar beschikt dan ook over 2 sinterfabrieken die een gezamenlijke capaciteit hebben van ongeveer 16.000 ton/dag. Het te sinteren materiaal wordt tezamen met fijn verdeelde cokes gelijkmatig op een traag bewegende rosster gestort tot een totale hoogte van ca. 45 cm. M.b.v. branders boven de sinterlaag, wordt de sinter van boven naar beneden toe helemaal doorbakken, om vervolgens te worden afgekoeld (ten behoeve van het breken en afzeven). De sinterfabrieken werken vrijwel vol continu.

- Uit de rondkoeler van de Sinterfabriek is 245.000 m³/h koellucht beschikbaar op een temperatuurniveau van ca. 300 °C.

5.12.2 Warmwalserij

In de warmwalserij moeten de gegoten plakken eerst opnieuw opgewarmd worden tot de vereiste walstemperatuur (ca. 1200 °C). Dit vindt plaats in 1 van de 3 doorschuifovens of in de hefbalkoven. Betreffende ovens worden aardgas en/of stookolie gestookt. De ovens van de warmwalserij zijn niet helemaal vol-continu in bedrijf. Op jaarbasis zijn ze ongeveer 2 weken uit bedrijf ten behoeve van onderhoud, terwijl ze ook bij het omwisselen van de walsen uit bedrijf genomen worden. De totale bedrijfstijd wordt geschat op circa 7000 hr/jr.

- Uit de hefbalkoven komt een hoeveelheid rookgassen vrij ter grote van ca. 200.000 m³/h en een temperatuur van 300 °C

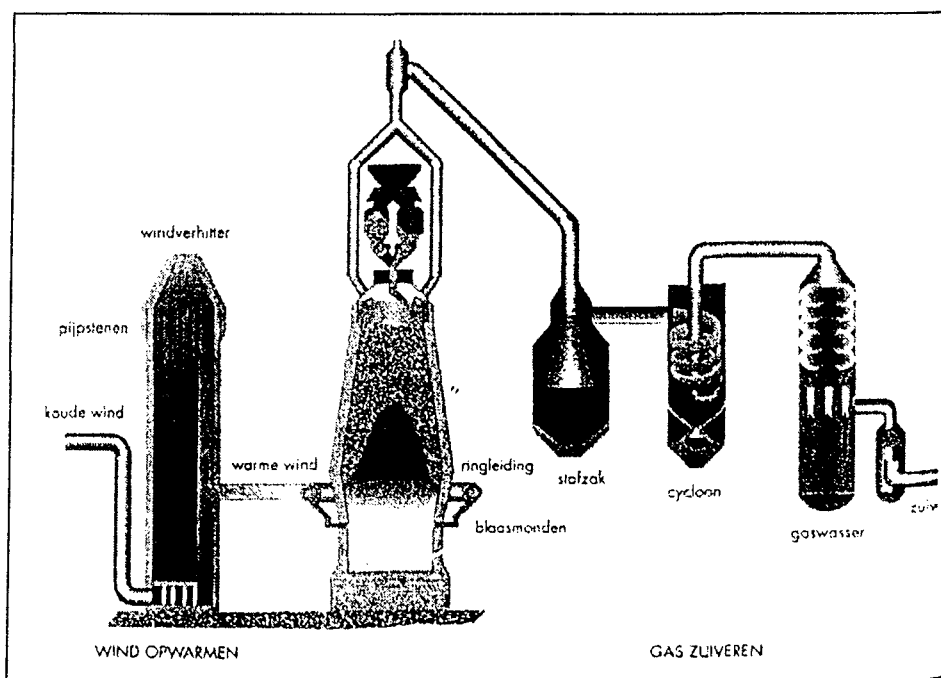
5.12.3 Hoogovens

In de hoogovens wordt middels een reductieproces vloeibaar ruwijzer geproduceerd door de sinter (incl. smeltmiddelen) tezamen met cokes en ingeblazen hete lucht (opgewarmd in zgn. windverhitters) te

verbranden. Bij dit proces komt, naast de nodige hoeveelheid warmte om de erts af te smelten, een hoeveelheid reductiegas vrij welke boven aan de hoogoven ontsnapt langs 4 leidingen. Dit hoogovengas wordt na een zuiveringsproces (stofzakken, cycloon, gaswasser en droger) te doorlopen hebben, afgevoerd naar de verschillende verbruikers.

Momenteel wordt het hoogovengas voor een klein deel hergebruikt in het eigen productieproces en voor het merendeel via een pijpleiding van grote diameter (ca. 5 km lengte) geleverd aan de nabijgelegen elektriciteitscentrale van

Electrabel (Rodenhuize), waar het zo volledig mogelijk wordt verbrand (volledige omzetting van CO is immers belangrijk in verband met potentieel gevaar). Voor het laag calorische hoogovengas wordt door Sidmar een bepaalde vergoeding ontvangen.



- Als potentiële CO₂-bron (en/of brandstof) komt een hoeveelheid hoogovensgas vrij van ca 460.000 m³/h en een samenstelling van 22.8 vol% CO, 22.1 vol% CO₂, 3.6 vol% H₂ en 51.4 vol% N₂. De calorische waarde is 3.4 MJ/Nm³ en het energetisch vermogen ca. 435 MW.

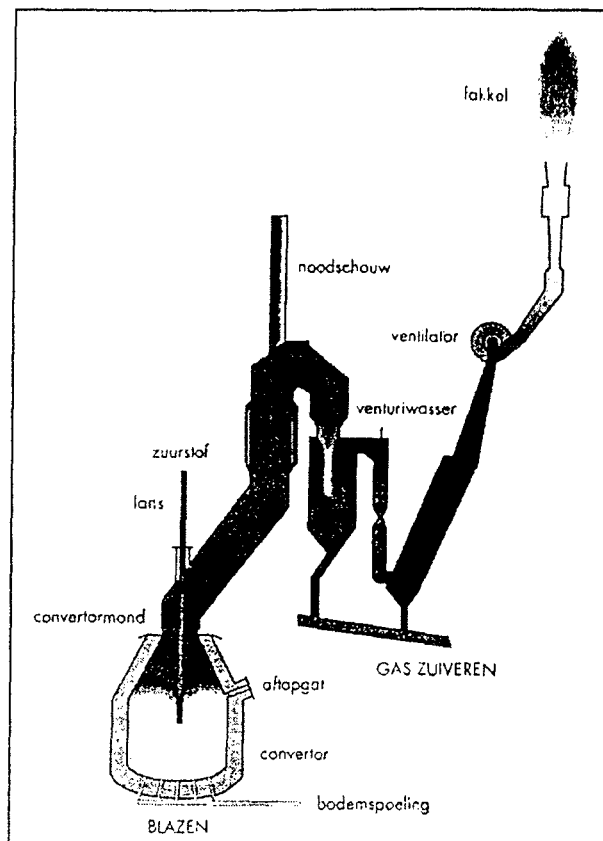
5.12.4 Staalfabriek

In de staalfabriek wordt in de zgn. converter (zie figuur) het ruwijzer afkomstig van de hoogovens omgezet tot staal door toevoeging van specifieke additieven en het met zuivere zuurstof verbranden van onzuiverheden (vnl. de koolstof uit het ruwijzer).

Het vrijkomende convertorgas wordt momenteel, na ontstoft te zijn, nog gewoon afgeakkeld.

Het productieproces verloopt batch-gewijs en Sidmar heeft de beschikking over 2 converter-ovens. De gemiddelde jaarlijkse bedrijfstijd wordt ingeschat op zo'n 8000 hr/jr.

- Als potentiële CO₂-bron (en/of brandstof) komt een hoeveelheid convertorgas vrij van ca. 53.000 m³/h met een calorische waarde van ca. 8.5 MJ/m³ (energetische waarde ca. 125 MW). In vergelijking met het hoogovensgas, is het CO₂-potentieel wat vrijkomt na volledige verbranding relatief hoog, gezien de samenstelling: 70 vol% CO, 20 vol% CO₂ en voor de rest een mengsel van N₂, H₂ en H₂O.
- Als een uitkoppeling van het convertorgas niet haalbaar blijkt te zijn (zie ook onderstaande opmerkingen), dan zou uit de rookgassen bij het affakkelen in theorie warmte kunnen worden teruggewonnen ten behoeve van restwarmtelevering.



Opmerkingen:

- In het verleden (begin jaren '80) is er eens een onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van restwarmtelevering aan een glastuinbouw gebied in de nabijheid van Gent. Het resultaat van die studie was dat toentertijd de haalbaarheid gering was, voornamelijk als gevolg van de kosten met betrekking tot de transportleidingen.
- Op voorhand kan reeds gesteld worden dat de inzet van hoogovensgas als potentiële CO₂ bron vanuit technisch oogpunt gezien minder aantrekkelijk is, aangezien dit gas voor een belangrijk deel uit inert ballast gas (> 50% N₂) bestaat. Dit voor de glastuinbouw 'nutteloos' gas zou echter wel voor een groot deel het op te brengen compressievermogen (en dus kosten) ten behoeve van transport 'opslurpen'.
- Met name voor het convertorgas (in tegenstelling tot het hoogovensgas) staat men positief tegenover een eventuele levering aan de glastuinbouw (hoog CO en CO₂-gehalte met relatief weinig ballastgas). Voor de converter is men momenteel nog bezig met het uitvoeren van een haalbaarheidsstudie om het convertorgas te recupereren, bijvoorbeeld voor de inzet als brandstof bij de windverhitters van de hoogovens of voor levering aan Electrabel (analoog aan het hoogovensgas). Met de huidige pijpleiding naar Electrabel zal men echter niet de volledige hoeveelheid convertorgas kunnen afvoeren, zodat er mogelijk nog een nieuwe zal moeten worden aangelegd. Als een voorlopige indicatie uit de haalbaarheidsstudie, werd geraamd dat het ongeveer FL 75 miljoen aan investering zou kosten om het convertorgas uit de oven ter beschikking te krijgen. Hierbij inbegrepen zijn: het weggeleiden van de fakkel, koeling, gashouder (voor het afvlakken van het debiet), electrofilter (om stofgehalte beneden de 20 mg/l te krijgen) en het opdrukken naar 50-60 mmbar.
- Zoals in § 4.8 reeds is opgemerkt, is Sidmar voor 50% mede-eigenaar van de voormalig cokesfabriek in sluis (de overige 50% is van het Franse staalbedrijf Ucinor) en heeft dus nog de beschikking over de bestaande pijpleiding. Betreffende pijpleiding zou kunnen worden ingezet voor transport van het convertorgas. De bij de voormalige cokesfabriek staande compressoren zouden dan tevens nog nuttig gebruikt kunnen worden (na verplaatsing naar Sidmar).

6 REIMERSWAAL

6.1 BASF

BASF is een groot chemisch complex (circa 50 verschillende plants op een totaal oppervlak van de site van 600 ha), welke wat betreft het soort van processen en producten enigszins te vergelijken is met een combinatie van Hydro Agri en Dow Chemical.

Volgens de technoloog binnen BASF is er op dit moment geen goed overall-beeld van hoeveel restwarmte (met name de laagwaardige) op welke locatie vrijkomt, aangezien dit nog nooit in detail is bekeken. Volgens de huidige inzichten, zou er echter sprake zijn van de volgende beschikbare stromen:

- Via koelwater wordt een grote hoeveelheid warmte afgevoerd (500 – 1000 MWth), afgevoerd via het koelwater, doch het temperatuurniveau is relatief laag (40-50 °C).
- Vanuit de EO/EG-installatie komt op een hoger temperatuurniveau een hoeveelheid restwarmte beschikbaar ter grootte van circa 20 MW.
- Vanuit de steamcracker (welke onlangs nog in capaciteit vergroot is) kunnen er naar verwachting nog enkele bronnen worden ingezet, te weten stromen van respectievelijk 13 MW, 3.5 MW, 1.5 MW en 1,3 MW.
- Vrijwel zuiver CO₂-gas (ca. 99 vol% CO₂ met nog wat sporen van H₂ en H₂O), kan geleverd worden vanuit de ammoniakfabriek. De productiecapaciteit van deze plant is onlangs (1999) nog uitgebreid. Een deel van de uit de plant vrijkomende CO₂-stroom wordt gerecupereerd ten behoeve van de kunstmeststoffen fabriek. Het overschot (80 ton/hr) wordt volledig afgevoerd naar de lucht (dit in tegenstelling met Hydro Agri Sluiskil, welke het overschot nog deels benut voor de productie van vloeibaar CO₂). Het CO₂-gas kan (althans wat betreft de technoloog) gratis ter beschikking worden gesteld.
- Een 2^o CO₂-rijke gasstroom kan verkregen worden uit de EO/EG-plant (ethyleenoxide / ethyleenglycol), zij het in wat minder zuivere vorm (vnl. restanten van ethyleen, glycol en enkele andere organische componenten).

Opmerkingen:

1. Momenteel loopt er nog een studie omtrent de haalbaarheid (en afzetmogelijkheden) van vloeibare CO₂-productie.
2. Op basis van de geïnventariseerde restwarmtestromen bij Hydro Agri en Dow Chemical, lijkt het erop dat er ook bij BASF beduidend meer restwarmte van een hoger temperatuurniveau beschikbaar moet zijn, dan de in het bovenstaande genoemde 35-40 MW. Om meer en beter gedefinieerde restwarmtestromen boven water te krijgen, zal er echter eerst een meer gedetailleerde energieonderzoek moeten worden uitgevoerd (bijvoorbeeld een total-site pinchstudie).

6.2 WKK-installatie Electrabel

Voor een nieuw te bouwen w/k-installatie (gasgestookte STEG) aan de noord-zijde van het bedrijfsterrein van BASF, is door de exploitanten (Electrabel / RWE Energie AG) eind 1999 de startnota MER opgesteld.

De geplande w/k-installatie zal een nominaal elektrisch vermogen hebben van 800 MWe. Een definitieve keuze voor de toe te passen combinatie aan gas- en stoomturbines moet in de loop van 2000 nog gemaakt worden, na analyse van de offertes (momenteel heeft men reeds een aantal offertes binnen, welke men nu nader gaat bestuderen). Ook de definitieve drukk niveaus van de stoom (LD, MD en HD) dienen nog nader bepaald te worden. De rookgassenketel zal achtereenvolgens bestaan uit een oververhitter, verdampers, economiser en een voorverwarmer voor het opwarmen van ketelwater. Door toepassing van 'low Nox' branders zal naar verwachting de uitstoot aan Nox niet hoger zijn dan 75 mg/Nm³ bij een O₂ van 15%.

De installatie is gepland om in het jaar 2003 in bedrijf te gaan. Op dit moment is nog niet bekend of dat dan ook de volle capaciteit van 800 MWe zal zijn of dat de inbedrijfsname gefaseerd zal gaan plaatsvinden (bv. een eenheid in 2003 en een andere eenheid een of enkele jaren later).

Op verzoek van PDC, is door Electrabel (Rene Kwiks) een nader onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor (rest)warmtelevering van de w/k-installatie aan het potentieel glastuinbouwcomplex bij Reimerswaal. De resultaten hiervan zijn:

- De installatie is dermate efficiënt ontworpen, dat de uitlaattemperatuur van de rookgassen nog slechts 95-100 °C zullen zijn. Volgens dhr Kwiks zou het maximaal potentieel aan restwarmte ca. 15 MW bedragen bij toepassing van een ww in het rookgaskanaal. De berekeningen zijn hierbij gebaseerd op de volgende uitgangspunten: wateropwarming 45(90°C, rookgaskoeling: 99(76°C; rookgashoeveelheid 2350 ton/hr (in de installatie wordt ca. 50 ton/hr hoog calorisch aardgas verstoekt met een energie-inhoud van 40 MJ/Nm³).
- Een andere mogelijkheid voor restwarmtewinning die bekeken is, is het toepassen van een zgn. 'quench-toren' voor de rookgassen (in wezen een soort open koeltoren waarin het op te warmen water door verneveling in direct contact gebracht wordt met de warme rookgassen). Electrabel heeft reeds een installatie werkend volgens dit procedé op de locatie in Zeebrugge, waar de rookgassen kunnen worden teruggekoeld tot ca. 40°C (dus incl. benutting van de condensatiewarmte van water) tegen koelwater (opwarming: 15 (50 à 60°C). De door het koelwater opgenomen warmte wordt daarbij aangewend voor verdamping van het vloeibare gas van de LNG-terminal bij Zeebrugge. Voor Reimerswaal is een dergelijke optie echter niet haalbaar, gezien de andere ligging van de verschillende temperatuurniveaus.
- De door de installatie opgewekte stoom wordt deels afgenomen door BASF, volgens het huidige ontwerp: 300 t/h stoom van 25 bar. De resterende hoeveelheid stoom wordt aangewend voor de productie van elektriciteit (volgens ontwerp: 300 MWe afgenomen door BASF, rest geleverd aan het elektriciteitsnet). De installatie is dusdanig flexibel ontworpen, dat ook in het geval de stoomafname van BASF (tijdelijk) lager is dan de nominale waarde van 300 t/h de 'overtollige' stoom volledig wordt benut voor elektriciteitsproductie. In principe zal er dus nooit sprake zijn van een capaciteitsoverschot. Door de dhr Kwiks wordt de mogelijkheid van een inkoppeling in de stoomcyclus ten behoeve van warmtelevering (feitelijk dus bijwarmte) vrijwel uitgesloten geacht. Dit zal immers de rentabiliteit van de installatie aantasten, aangezien de productie van elektriciteit lucratiever is dan de productie van laagwaardige warmte.

Opmerkingen:

1. Het door Electrabel berekende potentieel van 15 MWth aan restwarmte wat nog uit de rookgassen gehaald zou kunnen worden, lijkt in de praktijk nogal aan de optimistische kant. Indien de water retourtemperatuur vanuit de glastuinbouw bv. 60 °C bedraagt i.p.v. de aangenomen 45°C, dan zal het restwarmte potentieel (meer dan) evenredig verminderen (dus 10 MW of minder).
2. Door de plaatsing van een extra ww in het rookgaskanaal neemt de rookgaszijdige drukval toe, waardoor het elektrisch rendement van de installatie negatief beïnvloed wordt. Enerzijds om deze drukval te minimaliseren en anderzijds omdat er relatief maar een kleine delta-T ter beschikking is voor de warmteoverdracht, zullen de investeringskosten voor een dergelijke uitkoppeling zeer aanzienlijk zijn.

7 EVALUATIE GEÏNVENTARISEERDE BRONNEN

Vrijwel zonder uitzondering, vertoonden de bedrijven een grote bereidheid tot het geven medewerking en nadere informatie. Een aantal bedrijven merkten echter wel op dat de door hun gegeven informatie omtrent restwarmtestromen zoveel mogelijk vertrouwelijk dient te worden behandeld, om oneigenlijk gebruik van de gegevens te voorkomen.

Een overzicht van de geïnventariseerde stromen die bij de diverse bedrijven beschikbaar zijn, is weergegeven in bijlage 3 (Zuid-Beveland West), bijlage 4 (Kanaalzone) en bijlage 5 (Reimerswaal). Hierbij is er een onderscheid gemaakt in restwarmtebronnen, bijwarmte en CO₂-rijke bronnen. Deze zijn weergegeven in aparte tabellen. Naast de herkomst van de stromen (bedrijf, omschrijving van installatie en medium) zijn van de betreffende stromen de procesdata weergegeven voor zover bekend. In het onderstaande volgt een korte uitleg van een aantal parameters:

7.1 Verklaring parameters en methodiek

- Met **T_{start}** wordt bedoeld: de temperatuur waarop de stroom beschikbaar komt uit het proces.
- In een aantal gevallen is ook een **T_{eind}** aangevuld. **T_{eind}** is de temperatuur waartoe een bepaalde processtroom in het proces moet worden afgekoeld
- Indien door de leverancier een indicatie is afgegeven omtrent de verwachte tijd dat betreffende bron beschikbaar is, is dit aangegeven in de kolom **bedrijfstijd**. Soms is aangegeven dat het om batch-gewijs of discontinu proces gaat. Dit betekent dat de betreffende bron relatief weinig (bv. 4000 uur/jr of minder) beschikbaar is en in het algemeen ook zeer variabel met de tijd (pieks-gewijze vermogensafgifte). Voor restwarmtelevering zijn dergelijke bronnen in het algemeen ongewenst (tenzij het om voldoende grote vermogens gaat zodat het nog interessant kan zijn om iets met warmtebuffers te doen).
- De **druk** is alleen voor een gasvormige processtroom een relevante parameter en ingevuld voor zover bekend
- Onder kolom '**Duty**' is het thermisch vermogen van de bron weergegeven zoals opgegeven door de leverancier
- Onder het kopje **restwarmte** is het vermogen van de betreffende warmtebron op gegeven indien die wordt afgekoeld tot de opgegeven **T_{eind}**. In de meeste gevallen is voor deze **T_{eind}** een **ondergrens** gehanteerd van **90 °C** (tenzij de door de leverancier opgegeven **T_{eind}** hoger is). De gehanteerde ondergrens van 90 °C is hierbij uitsluitend als een referentie temperatuur gehanteerd, dit om een onderscheid te krijgen in bronnen die wel gebruikt kunnen worden voor een directe warmteuitkoppeling en bronnen waarvoor dit nauwelijks of helemaal niet mogelijk is. Hierbij wordt als uitgangspunt gehanteerd dat de restwarmtelevering zal geschieden middels een warm-water circuit met en waterretour temperatuur van de tuinders van 70 °C en een watersupply temperatuur naar de tuinders van 90 °C. Op basis van de gekozen ondergrens van 90 °C, vallen restwarmtebronnen met een **T_{start}** temperatuur < 90 °C dus bij voorbaat af. In de kolom '**Duty**' is dit dan aangegeven met de term "**NVT**", waarmee wordt bedoeld: niet van toepassing cq. Niet interessant.
- Voor gasvormige stromen is de dichtheid afhankelijk van: druk, temperatuur en samenstelling. Omdat niet van alle stromen deze procesdata bekend zijn, is gerekend met een constante dichtheid.
- Indien van toepassing, is in de kolom **Cp** (= soortelijk warmte) aangegeven met welke gemiddelde **Cp** het vermogen is berekend. Voor water en organische vloeistoffen zijn in het algemeen waarden gehanteerd van 4.2 resp. 2.1 kJ/kg.K. Voor gassen mag men echter niet zonder meer met een constante **Cp** rekenen. Voor gassen is de **Cp** immers afhankelijk van de samenstelling (in mindere mate) en van de temperatuur (in belangrijke mate). Omdat de meeste gasvormige restwarmtebronnen rookgassen zijn (of daar enigszins mee te vergelijken) is voor gasvormige bronnen uitgegaan van een samenstelling overeenkomend met de stoichiometrische verbranding van Gronings aardgas (luchtfactor $n = 1$). Voor deze samenstelling is een temperatuur afhankelijkheid afgeleid, waarmee de gemiddelde **Cpm** van (rook-)gassen voor uiteenlopende temperatuurtrajecten vrij nauwkeurig kan worden berekend:

$$Cpm(T) = 1.214E-04 \cdot T + 1.093$$

- Voor de gevallen waarbij een restwarmte potentieel is berekend, is deze betrokken op een bedrijfstijd van 8760 uur/jr.

- Onder kolom **opmerkingen** is aangegeven waarom een bepaalde bron eventueel niet interessant is. Indien een referentie is aangegeven, betekent dit dat betreffende stroom reeds in een eerder onderzoek geïnventariseerd is geweest.

7.2 Conclusies Zuid-Beveland West

3. Voor de locatie Zuid-Beveland West is er op een temperatuurniveau van 90 °C of meer, in ieder geval een restwarmte potentieel van in totaal ruim 100 MW.
4. Bij Thermphos zou in theorie een aanzienlijke hoeveelheid restwarmte (ca. 48 MW) voor de glastuinbouw beschikbaar kunnen komen, doch de warmteinhoud van deze stroom (fosforslakken) is in de praktijk dermate moeilijk uitkoppelbaar (hetzij middels ingrijpende veranderingen aan het huidige proces en dus hoge investeringskosten) dat deze optie vooralsnog weinig kans van slagen heeft.
5. Wat dan nog van het totaal potentieel overblijft, zijn de reswarmtebronnen afkomstig van de Total raffinaderij, in totaal circa 52 MW. Gezien de beschikbare kwantiteit, lijkt voor de levering van restwarmte aan de glastuinbouw voor de locatie Zuid-Beveland West Total de enige serieuze mogelijkheid te zijn, zeker gezien het feit dat er in potentie nog meer restwarmte te halen kan zijn, indien bijvoorbeeld ook de procesgeïntegreerde luchtkoelers bij de warmtelevering betrokken zouden kunnen worden. De mogelijkheid hierop zal echter nader bekeken moeten worden in een aparte studie bij Total, aangezien men dan ook in het proces gaat ingrijpen.
6. Bijwarmte kan in grote hoeveelheden (200-300 MWth is in principe geen probleem) aangeleverd worden door EPZ, middels het aftappen van lage druk stoom uit de LD-turbines van de kolencentrale. Eventueel kan Total nog wat bijwarmte leveren in de vorm van warmcondensaat (de exacte hoeveelheid is niet bekend, doch dit zal niet veel meer zijn dan een 10-tal MW's). Ook IPV zou nog wat bijwarmte kunnen leveren uit de overcapaciteit van de ketels, doch om voor deze kleinere hoeveelheid een aparte leiding aan te leggen lijkt weinig zinvol, zeker gezien het feit dat het aanbod ook nog niet constant is (de spare-capaciteit is immers afhankelijk van de stoomvraag van de diverse afnemers).
7. De belangrijkste CO₂-bron vormt het purge gas van de waterstofplant van Total, met een CO₂-gehalte van 44 vol%.

7.3 Conclusies Kanaalzone

1. Voor de Kanaalzone is er op een temperatuurniveau van 90 °C of meer, in totaal een restwarmte potentieel geïnventariseerd van circa 280 MW (dit is exclusief ZePower).
2. Gezien de relatief korte transportafstand naar het glastuinbouwgebied, is de meest aantrekkelijke optie voor restwarmte levering die door Hydro Agri. Het totale restwarmte potentieel op een temperatuurniveau > 90 °C bedraagt circa 50 MWth. Deze hoeveelheid restwarmte zou in de toekomst hoger uit kunnen gaan vallen, indien er ook restwarmte beschikbaar komt van de nieuwe WKK-installatie van ZePower (bv. directe benutting van hete rookgassen).
3. Het merendeel van de geïnventariseerde restwarmtebronnen is afkomstig van Dow Chemical (in totaal circa 190 MWth), doch om deze hoeveelheid restwarmte beschikbaar te krijgen dienen op bijna 100 verschillende plaatsen op de Dow-site warmte te worden uitgekoppeld. Vanuit praktische overwegingen is dit niet realiseerbaar. Wat eventueel nog wel in aanmerking zou kunnen komen, is de uitkoppeling van ca. 48 MWth uit de 2 grootste restwarmtebronnen (één bron van 25.6 MW en één bron van 23.0 MW), eventueel nog aangevuld met de restwarmte van een aantal kleinere bronnen (13 stuks) om te komen tot een totaal van circa 100 MWth.
4. Een 3^e mogelijkheid voor restwarmtelevering is de staalproducent Sidmar uit Zelzate. Vanuit een infrastructureel oogpunt bekeken (reeds een pijpleiding aanwezig, relatief korte transportafstand), is deze mogelijkheid in vergelijking met Dow in principe interessanter, doch de kwantiteit aan beschikbare restwarmte is beduidend lager, namelijk circa 30 MWth. In potentie zou deze hoeveelheid echter nog opgeschroefd kunnen worden, indien bij Sidmar meer in detail naar potentiële restwarmtebronnen zou worden gekeken (bijvoorbeeld restwarmte terugwinning uit het momenteel afgefakelde convertorgas).
5. Van de bovengenoemde 3 potentiële restwarmteleveranciers (Hydro Agri, Dow en Sidmar), heeft alleen Hydro Agri nog een potentieel aanbod van bijwarmte. Dit aanbod van bijwarmte (in de vorm van stoom) ligt in de orde grootte van 80 MWth. Een verdere aanvulling van de gewenste bijwarmte (bv. 100-150 MWth) kan worden verkregen door stoomaftap vanuit de LD-turbines van ZePower.

6. De 3 potentiële restwarmteleveranciers hebben alle drie ook CO₂-rijke afgasstromen ter beschikking, echter de beschikbare CO₂-bron van Hydro Agri is het meest geconcentreerd en het meest zuiver en behoeft in principe geen verdere verbewerking (zoals een zuivering) met betrekking tot de CO₂-dosering in de kassen. Voor de CO₂-rijke gasstromen van Dow (waaronder H₂O en ethyleen verwijdering) en Sidmar (zorg dragen voor een volledige verbranding van het aanwezige koolmonoxide) is daarentegen wel een bepaald opwerkingsproces benodigd, alvorens tot CO₂-injectie overgegaan kan worden.

7.4 Conclusies Reimerswaal

1. De totale geïnventariseerde hoeveelheid restwarmte bij BASF die beschikbaar is op een temperatuurniveau > 90 °C, bedraagt circa 40 MWth. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat er binnen BASF op dit moment geen goed over-all beeld is van alle potentiële restwarmtebronnen op de totale site. Gezien de hoeveelheid beschikbare restwarmtestromen bij Dow Chemical en Hydro Agri (met vergelijkbare productieprocessen als bij BASF), lijkt het er op dat er ook bij BASF meer restwarmte van een redelijk temperatuurniveau beschikbaar moet zijn, doch er zal een meer gedetailleerde energiestudie benodigd zijn om deze boven water te krijgen.
2. De mogelijkheid van levering van bijwarmte door BASF lijkt gering te zijn. Men heeft immers zelf een grote warmte-vraag (de bedoeling is om 300 ton/hr stoom aangeleverd te krijgen vanuit de nieuw te bouwen WKK-installatie van Electrabel/RWE). Ook de kans van levering van bijwarmte door de nieuwe WKK lijkt gering te zijn (de betreffende leverancier ziet dit niet zo zitten).
3. Levering van CO₂-rijk gas vormt voor BASF geen enkel probleem. Er is een vrijwel zuivere CO₂ beschikbaar in grote hoeveelheden (vergelijkbaar met Hydro Agri) en er kan beschikt worden over een minder zuiver CO₂-rijk afgas uit het EO/EG-proces (vergelijkbaar met Dow Chemical).

7.5 Conclusies m.b.t. de 3 locaties

1. Met betrekking tot het **aanbod** liggen in de Kanaalzone de beste mogelijkheden, zowel wat betreft kwantiteit als wat betreft variatie mogelijkheden (alternatieve scenario's).
2. Met betrekking tot het **milieueffect** liggen ook in de Kanaalzone de beste mogelijkheden (zie hoofdstuk 8)
3. Met betrekking tot het **economische haalbaarheid** heeft Hydro Agri de meeste potentie (zie hoofdstuk 9)

7.6 Selectie van scenario's

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde inventarisatie, is in onderling overleg besloten om de volgende scenario's voor de levering van restwarmte en CO₂ aan een globale economische haalbaarheid te onderwerpen en het effect op het milieu (in de vorm van CO₂ en NO_x emissie) nader te bepalen. Het belangrijkste doel hiervan is om een beter inzicht te verkrijgen in de vraag voor welke locatie de vestiging van een grootschalige glastuinbouw het meest aantrekkelijk is en gelijktijdig het minst milieu belastend.

1) Kanaalzone

- | | |
|----------------------|---|
| a) Hydro Agri | restwarmte + CO ₂ + bijwarmte |
| b) Dow Chemical | restwarmte + CO ₂ |
| c) Dow Chem. + Elsta | restwarmte + CO ₂ van Dow; bijwarmte van Elsta |

2) Zuid-Beveland West

- | | |
|----------------------------|---|
| a) Total | restwarmte van Total |
| b) Total + EPZ | restwarmte + CO ₂ -rijk gas van Total; bijwarmte van EPZ |
| c) Total + thermphos + EPZ | restwarmte + CO ₂ van Total en thermphos; bijwarmte EPZ |

3) Reimerswaal

- | | |
|--------------------------|---|
| a) BASF (8km) | restwarmte + CO ₂ van BASF (8 km) |
| b) BASF + wkk Electrabel | restwarmte + CO ₂ van BASF; bijwarmte van Electrabel (8 km) |
| c) BASF + wkk Electrabel | restwarmte + CO ₂ van BASF; bijwarmte van Electrabel (12 km) |

MILIEU-EFFECT

In de MER wordt het milieueffect energie uitgedrukt in het verbruik van aardgas, electriciteit en CO₂ en in de bijbehorende emissies NO_x en CO₂. Om inzicht te krijgen in het milieueffect van de diverse scenario's zijn een 2-tal verschillende modellen opgesteld, te weten:

1. Model-1: gebaseerd op het model zoals omschreven in de concept-MER [1].
2. Model-2: gebaseerd op het model zoals omschreven in referentie [2]

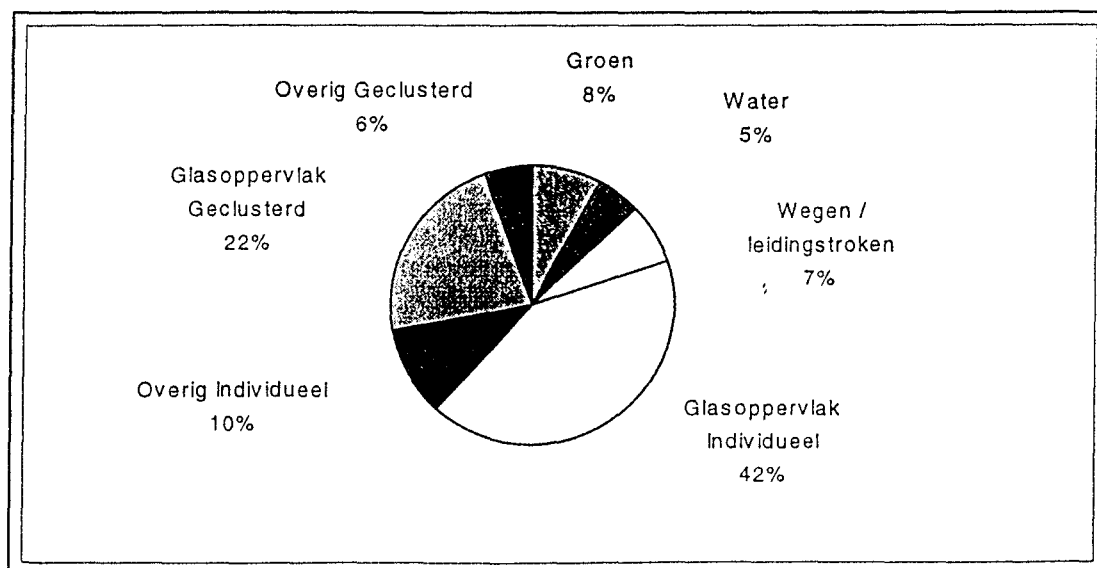
De belangrijkste uitgangspunten van deze modellen zullen in het onderstaande nog eens in het kort worden samengevat:

8.1 Uitgangspunten van de modellen

8.1.1 Oppervlak indeling

In onderstaande tabel en bijbehorende figuur is aangegeven hoe men in de concept-MER het totaal beschikbaar oppervlak van ca. 650 ha nader ingevuld ziet. Als netto kasoppervlak is uitgegaan van een oppervlak van 416 ha.

Verdeling bruto/bruto oppvlak	ha	% totaal	% bruto/bruto
Bruto kasoppervlak	520	80%	80%
groen	52	8%	8%
water	33	5%	5%
wegen- en leidingstroken	45	7%	7%
Bruto/bruto kasoppervlak	650	100%	100%
Netto kasoppervlak	416	80%	64%
Overig (individueel)	68	13%	10%
Overig (geclusterd)	36	7%	6%
Bruto kasoppervlak	520	100%	80%
Individuele bedrijven	270	65%	42%
Geclusterd bedrijven	146	35%	22%
Netto kasoppervlak	416	100%	64%



8.1.2 Gewasverdeling en bijbehorende energie en CO2-vraag

In bijlage 6 (bovenste 2 tabellen) zijn de voor de beide modellen gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van de toegepaste gewasverdeling, de specifiek energie en CO2-vraag per hectare en de hieruit te berekenen jaarlijkse behoefte aan warmte, elektra en CO2, op een overzichtelijke wijze naast elkaar weergegeven.

Uit bijlage 6 valt af te leiden dat de grootste verschillende zitten in:

- de toegepaste gewasverdeling (model-1: 70% glasgroenten, 20% bloemen en 10% potplanten; model-2: 60% glasgroenten (verder onderverdeeld in tomaat, paprika en komkommer) en 40% bloemen (verder onderverdeeld in roos, chrysant en freesia)
- en de specifieke elektravraag voor bloemen (voor model-1: 231 MWh/ha/jr voor bloemen ; voor model-2: ca 1400 MWh/ha/jr voor rozen en chrysanten gezamenlijk).

Het resultaat van beide modellen is dat:

- de jaarlijkse warmtevraag weinig van elkaar verschilt (ca 206 MWth vs. 195 MWth)
- de CO2-vraag enigszins van elkaar verschilt (1664000 vs. 115792 ton CO2/jr)
- de elektriciteitsvraag veel (circa een factor 5) van elkaar verschilt (41808 MWh vs. 207213 MWh)

8.1.3 Referentie case m.b.t. invulling energievoorziening glastuinbouw

Om de door de inzet van industriële restwarmte en CO2 verkregen milieuwinst goed te kunnen beoordelen, is een geschikt referentie model benodigd zodat het milieueffect afgezet kan worden tegen de situatie dat in de glastuinbouw in het geheel geen gebruik gemaakt wordt van restwarmte en CO2 uit de omringende industrie.

In model-1 is er vanuit gegaan dat van het netto kasoppervlak van 416 ha 217 ha wordt ingevuld door bedrijven met een individuele energievoorziening (kleinschalige WKK + ketel) en terwijl de bedrijven in de resterende 146 ha geclusterd zijn met een centrale energievoorziening (grootschalige WKK + ketel).

In model-2 wordt er daarentegen van uitgegaan dat de groentekwekers, die voornamelijk een warmtevraag hebben en nauwelijks enige elektravraag, een oppervlak van 250 ha innemen (60% van het totaal) en voor hun energievoorziening alleen ketels tot hun beschikking hebben (dus geen wkk). De bloemkwekers, de resterende 166 ha innemend, hebben daarentegen wel een behoorlijke elektravraag en beschikken daarom voor hun energievoorziening individueel over een kleinschalige wkk en ketel (voor het invullen van de piekvraag).

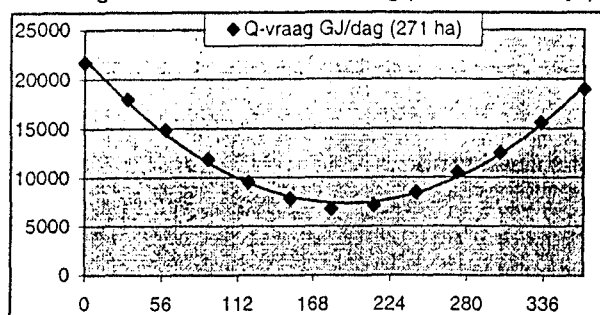
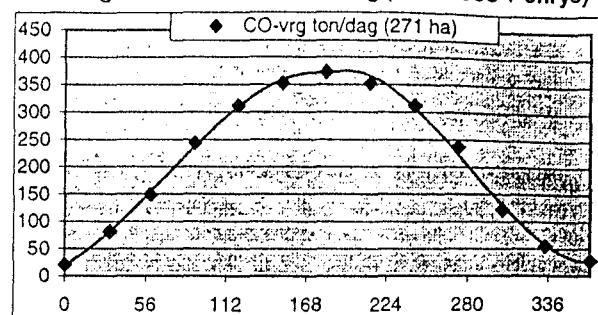
8.1.4 Referentie case m.b.t. gasverbruik voor CO2-bemesting

Voor **model-1** is er vanuit gegaan dat er geen additioneel aardgas verstoekt hoeft te worden ten behoeve van aanvullend CO2-bemesting. Door de individuele en centraal geplaatste wkk's wordt immers een dermate grote hoeveelheid aardgas verstoekt, dat er hierbij een zeer ruime overmaat aan CO2 ter beschikking komt.

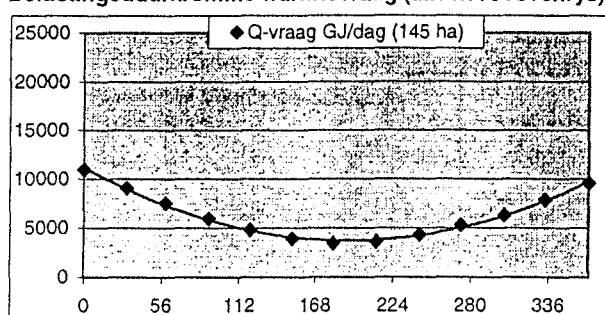
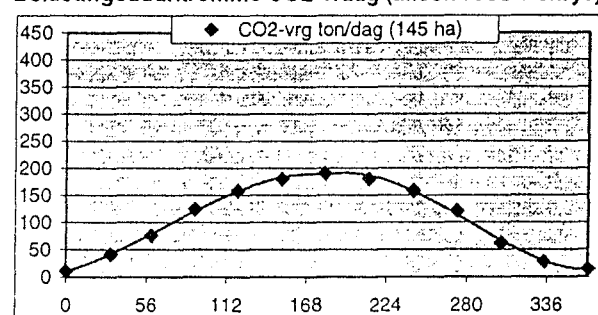
Voor **model-2** is in bijlage 7a en 7b gepoogd om het specifiek aardgasverbruik ten behoeve van aanvullend CO2-doseren af te leiden uit de jaarbelastingsduurkromme voor de warmtevraag resp. de CO2-vraag. De bedoeling van deze exercitie is om een opsplitsing te krijgen in een gasverbruik wat uitsluitend ingezet wordt ten behoeve van de warmtevoorziening en een gasverbruik wat uitsluitend toe geschreven kan worden aan het aanvullende CO2-doseren. Immers, bij warme periodes zal er meer behoefte zijn aan CO2 dan er vrijkomt bij het stoken voor de warmtebehoefte. Middels warmtebuffers kan de overdag opgewekte warmte weliswaar worden opgeslagen om in de nachtelijke uren deels weer aan de kassen af te geven, doch in de warmere periode zal er ook dan nog een warmte-overschot zijn, welke middels ventilatie moet worden afgevoerd.

In bijlage 7 is voor de bepaling van de jaarbelastingsduurkromme voor de warmtevraag resp. de CO₂-vraag gebruik gemaakt van de gegevens uit [2]. Deze gegevens, welke behoorden bij een oppervlak van 200 ha met alle gewassen behalve roos en chrysant, zijn omgerekend naar de actuele condities (i.e. een totaal van 271 ha, excl. roos en chrysant). De resulterende jaarbelastingduurkrommen zijn in onderstaande figuren weergegeven.

Belastingsduurkromme warmtevraag (excl. roos+chrys)

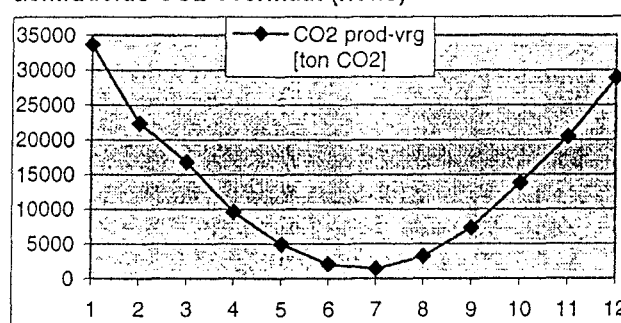
Belastingsduurkromme CO₂-vraag (excl. roos + chrys)

Belastingsduurkromme warmtevraag (alleen roos+chrys)

Belastingsduurkromme CO₂-vraag (alleen roos + chrys)

Het berekende netto CO₂-overschot (i.e. CO₂-productie uit verbranding van aardgas minus de CO₂-vraag), is weergegeven in nevenstaande figuur (voor groenten alleen). Uit deze figuur werden de volgende conclusies getrokken:

1. Voor de maanden jan t/m april en sept t/m dec, is de 'overmaat' aan CO₂ relatief groot doordat in deze maanden veel gas wordt verstoekt t.b.v. warmte.
2. Voor de maanden mei t/m aug is de 'CO₂-overmaat' echter relatief beperkt. Aangenomen wordt dat met name in deze maanden extra aardgas verstoekt moet worden ten behoeve van de CO₂-bemesting.
3. Ten behoeve van de bepaling van de gemiddelde hoeveelheid aardgas die specifiek toegeschreven kan worden aan deze extra CO₂-bemesting, is aangenomen dat hiervoor de gezamenlijke CO₂-vraag van de maanden mei t/m aug als uitgangspunt gehanteerd kan worden. **Resultaat:** Het voor de referentie situatie aan CO₂-bemesting gerelateerde gasverbruik bedraagt voor groenten en bloemen tezamen: 24.3 + 12.3 = 36.6 Mm³ aardgas/jaar.

Gemiddelde CO₂-overmaat (netto)

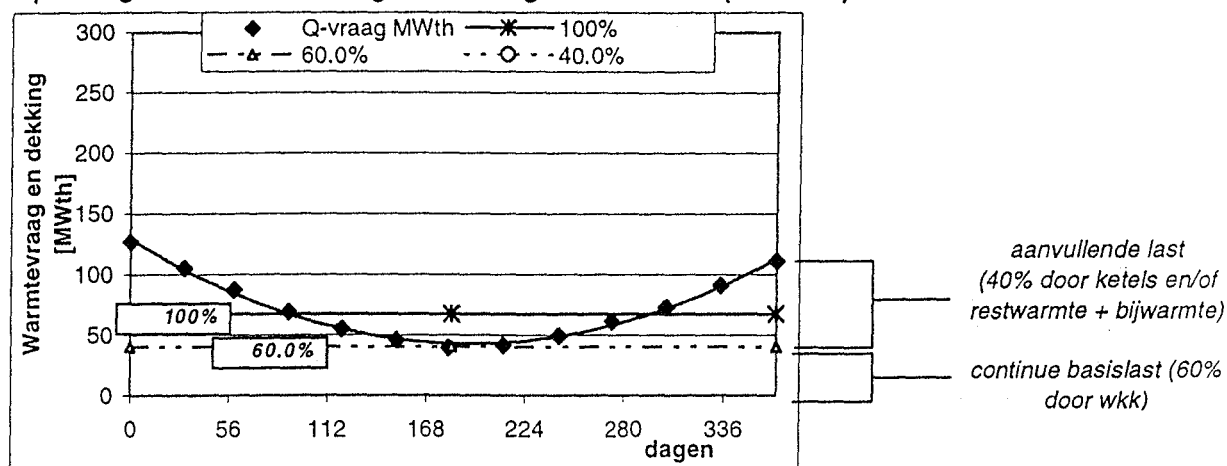
$$0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

8.1.5 Referentie case m.b.t. warmtebedekkingspercentage van WKK

In model-1 is voor de individuele wkk's hebben een warmtebedekkingspercentage van 60% gehanteerd, terwijl voor de centrale wkk een warmtebedekkingspercentage van 85% is toegepast.

In model-2 is voor de individuele wkk's een warmtebedekkingspercentage van 60% gehanteerd. Omdat de wkk's hierbij gedimensioneerd zijn op de warmtevraag, zal er vrijwel gedurende het volledige jaar nooit een overschot aan warmte bestaan, welke anders middels ventilatie zou moeten worden afgevoerd. Voor de bepalingsmethodiek van de grens van 60% als een maximum continu basislast voor een wkk om nog net geen warmte-overschot te krijgen, wordt verder verwezen naar bijlage 8b (bijlage 8a is voor groenten, waarvoor in het model geen wkk's worden toegepast).

Inpassing van warmtebedekking in belastingsduurkromme (bloemen)



8.2 Resultaat milieueffect: Model-1a, referentie case

De belangrijkste uitgangspunten (waaronder de gehanteerde opwekkingsrendementen van de verschillende installaties) en de gedetailleerde berekeningsresultaten zijn weergegeven in bijlage 7a en het overall eindresultaat in nevenstaande tabel

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)		76
Netto CO2 emissie	ton/jr	138350
Netto NOx emissie	ton/jr	-12683

Opmerkingen:

1) In de concept-MER is bij de terugrekening naar het vermeden gasverbruik (t.g.v. E-teruglevering) voor WKK-klein een E-rendement gehanteerd van 30% en voor WKK-groot resp. 46%. Voor beide gevallen kan men zich echter afvragen of het niet beter is om voor de terugrekening het rendement van een state-of-the-art E-centrale als referentie te nemen, d.w.z. dat voor de omrekening gerekend wordt met een E-rendement van ca. 55% (op LHV-basis) ofwel 49.5% (op HHV-basis). De hoeveelheid vermeden aardgas zal hierdoor beduidend lager uitvallen dan de berekende 122 resp. 135 Mm3/jr.

De in de concept-MER gerapporteerde CO2 en NOx emissie vallen als gevolg van bovengenoemd effect aan de gunstige kant uit (bv. negatieve NOx emissie!)

2) O.b.v. het vermeden gasverbruik kan de corresponderende vermeden CO2 en NOx emissie berekend worden. De gerapporteerde waarden in de concept-MER vallen enigszins hoger uit (factor = ca 1.14) dan volgens de in bijlage 7a gehanteerde berekeningsmethodiek (bijvoorbeeld voor WKK klein: 249729 ton CO2/jr resp. 196216 kg NOx/jr). De oorzaak van dit verschil is niet bekend.

Als gevolg van dit effect valt de in de concept-MER gerapporteerde CO2 en NOx emissie nog eens extra gunstig uit.

8.3 Resultaat milieueffect: Model-1b, referentie case (met aangepast electrisch-rendement)

In bijlage 7b is het resultaat van de berekeningen weergegeven indien voor de terugrekening naar het vermeden gasverbruik een E-rendement wordt gehanteerd van 49.5% (zie opmerking 1 in het bovenstaande).

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)		133
Netto CO ₂ emissie	ton/jr	242014
Netto NO _x emissie	ton/jr	67945

Opmerkingen:

- 1) Het verschil in verkregen milieueffect blijkt duidelijk uit de toename van het netto gasverbruik en de bijbehorende emissies.
- 2) Van bovengenoemde 2 modellen, wordt model 1b als meer realistisch beschouwd..

8.4 Resultaat milieueffect: Model-2, referentie case

De belangrijkste uitgangspunten en de gedetailleerde berekeningsresultaten zijn weergegeven in bijlage 8 en het overall eindresultaat in nevenstaande tabel. De

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)		208
Netto CO ₂ emissie	ton/jr	374937
Netto NO _x emissie	ton/jr	137009

gehanteerde opwekkingsrendementen van de verschillende installaties zijn hierbij aangepast aan de huidige praktijk, d.w.z. een overall conversierendement van 95% op basis van de hoog calorische waarde van aardgas (dus voor de opwekking van warmte en elektriciteit te samen). Voor de kleinschalige WKK's bij de bloementelers is uitgegaan van een warmte-dekkingsgraad van 60%. De wkk-installaties (inclusief warmtebuffers voor met name de zomermaanden) kunnen dan vrijwel het volledige jaar op vollast draaien, zonder dat er een overschot aan warmte optreedt, welke middels ventilatie moet worden afgevoerd.

Opmerkingen:

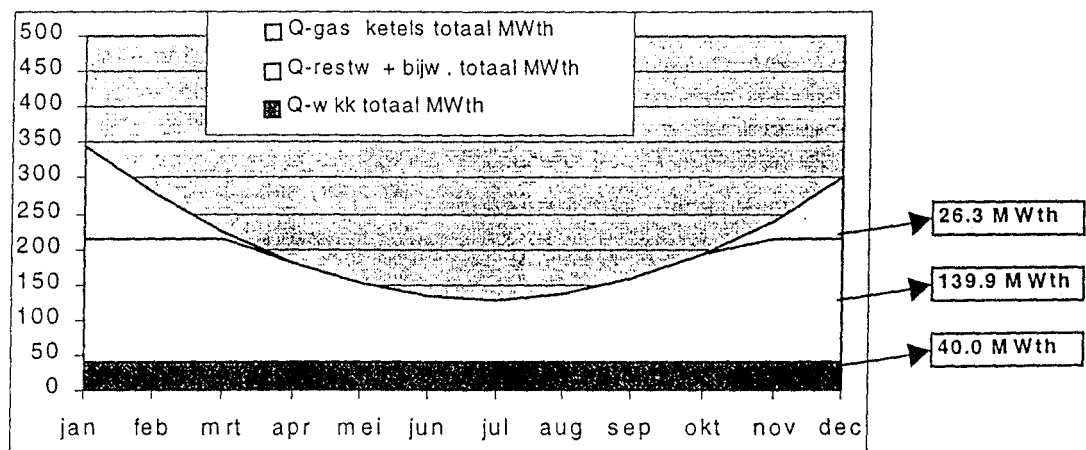
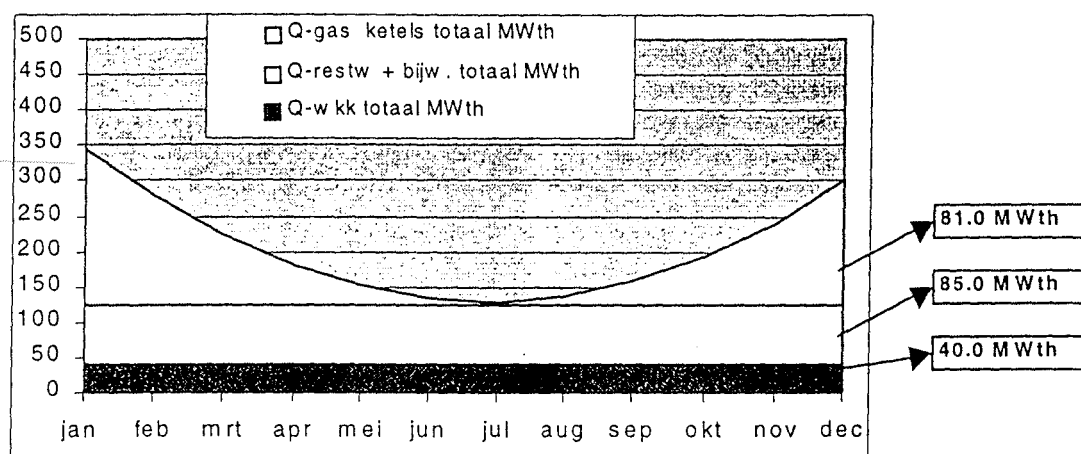
- 1) Zoals uit de tabel blijkt, valt het overall milieueffect voor dit model beduidend slechter uit dan dat van model 1b. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan het feit dat het glastuinbouwcomplex volgens model 1b in wezen een soort verkapte E-centrale is geworden (er wordt circa 25 keer meer elektriciteit opgewekt dan er vraag is). Hierdoor kan er bij model 1b veel aardgas vermeden worden bij de E-centrales door de teruglevering van het overschot aan geproduceerde elektriciteit. Of dit in de praktijk ook zo werkt, kan men natuurlijk betwijfelen. Het is immers nog maar de vraag of dat, indien er in Zeeland een glastuinbouwcomplex wordt neergezet conform model 1b, er ook daadwerkelijk ergens in Nederland een E-centrale is die zijn productiecapaciteit evenredig aan het E-overschot van de glastuinbouw terugneemt. Indien dit inderdaad ook het geval is, dan is model 1b het meest realistische, indien er echter helemaal geen correlatie bestaat dan heeft model 2 de voorkeur. Immers, het feitelijke gasverbruik van de wkk's en de ketels te samen valt bij model 1b beduidend hoger uit dan in model 2, namelijk 334 Mm³/jr versus 208 Mm³/jr.
- 2) Als nadelen van model 1b kunnen echter genoemd worden:
 - Met de inzet van restwarmte (en/of bijwarmte) is nauwelijks enig milieuvoordeel te behalen (met name door de 85% warmtedekkingsgraad van de centrale wkk-installatie, zal er in de zomermaanden een groot overschot aan warmte zijn welke dan moet worden afgevoerd)
 - Ook met de inzet van CO₂-bronnen valt geen milieuvoordeel te behalen, aangezien door de individuele en centrale wkk-installaties volop CO₂ wordt geproduceerd (zelfs een ruime overmaat).
 - Zal beduidend grotere investeringskosten vergen dan model 2, waarvoor wel nuttig gebruik kan worden gemaakt van de beschikbare restwarmte en CO₂ (zodat het totaal te installeren vermogen ook beperkter kan uitvallen)

8.5 Milieueffect van verschillende scenario's

In dit onderzoek is het milieueffect van de verschillende scenario's doorgerekend op basis van model-2, mede vanwege het feit dat voor deze situatie jaarbelastingsduurkrommen bekend zijn uit [2].

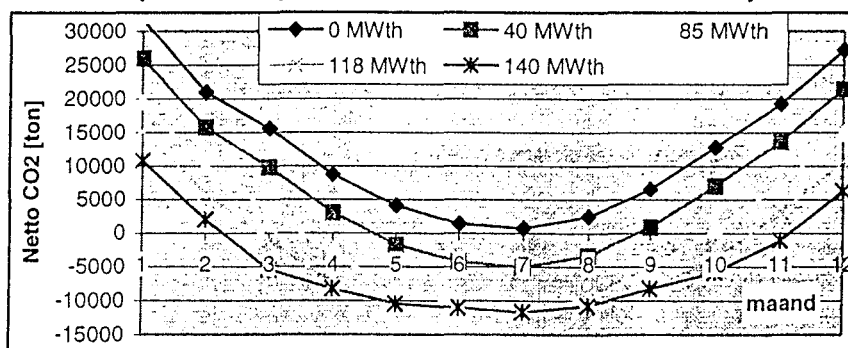
8.5.1 Uitgangspunten model-2

- De maximale hoeveelheid aan restwarmte + bijwarmte welke op een praktische manier kan worden ingezet, kan bepaald worden met behulp van de jaarbelastingsduurkromme voor het volledige gebied (groenten + bloemen tezamen). In het onderstaande zijn hiervan 2 voorbeelden gegeven. Indien aan restwarmte en bijwarmte tezamen een jaargemiddelde hoeveelheid van 85 MWth wordt ingezet, dan kan nog net een constante (vol-continue) basislast worden verkregen. De resterende warmtevraag die dan nog moet worden ingevuld met ketels bedraagt gemiddeld 81 MWth. Met toenemende inzet van restwarmte en bijwarmte, zal het gasverbruik voor de ketels natuurlijk verder afnemen. In de 2^e figuur is te zien dat bij circa 140 MWth aan restwarmte + bijwarmte nog maar 26.3 MWth aardgas in de ketels hoeft te worden bijgestookt. Vanaf de maanden maart tot en met oktober is de warmtelevering dan echter niet meer constant maar variabel geworden.

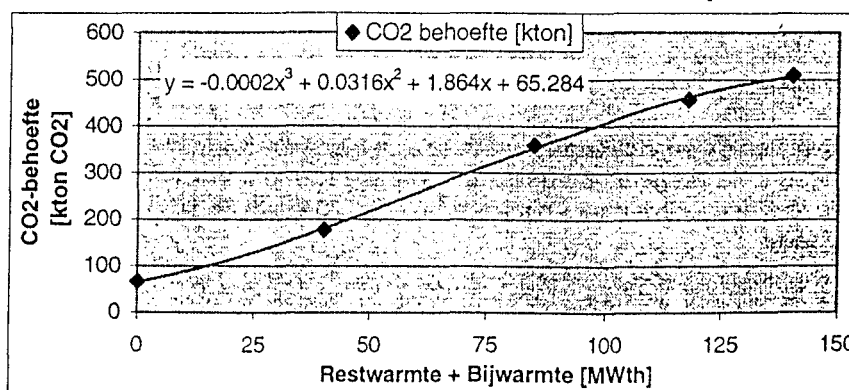


- Voor een volledige dekking van de warmtevraag door restwarmte en bijwarmte, zou over het jaar een gemiddeld vermogen van circa 200 MWth geleverd moeten worden. Echter om dit vermogen te kunnen leveren, dient het warmteleveringssysteem te worden ontworpen voor een relatief grote maximum capaciteit (circa 350 MWth) welke slechts voor een zeer beperkt gedeelte van het jaar ook effectief benut wordt. Omdat voor het verkrijgen van een gemiddelde levering van 140 MWth het systeem beduidend kleiner kan worden ontworpen (max. vermogen ruim 200 MWth) en toch nog gedurende circa 4000 uren/jaar op volle capaciteit kan worden benut, wordt 140 MWth als een maximale grens voor de inzet van restwarmte en bijwarmte gehanteerd.
- Voor de inzet van restwarmte wordt voor het gemak gerekend met een effectief rendement voor de praktische warmteuitkoppeling van 100% van het geïnventariseerd vermogen. In de praktijk zal dit echter in het algemeen iets lager uitvallen, doch dit is van geval tot geval verschillend.

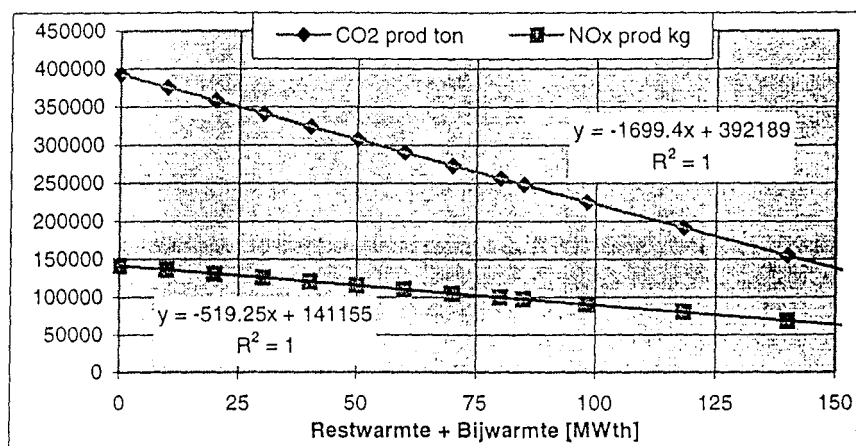
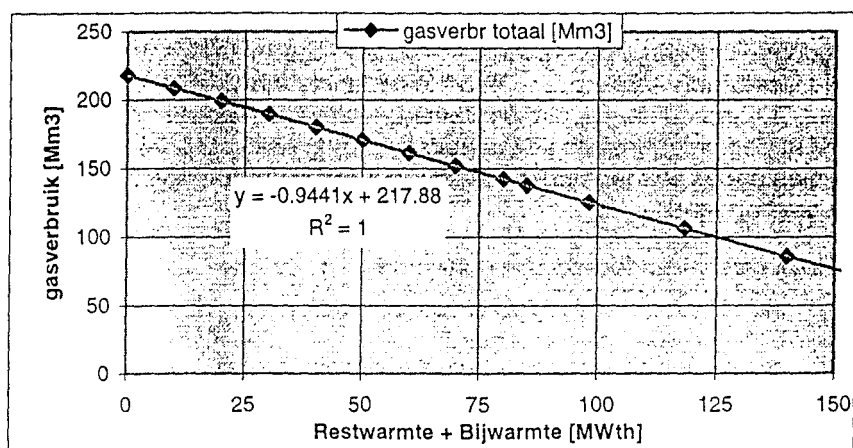
- Voor de inzet van bijwarmte wordt gerekend met een rendement voor de netto gasbesparing (en dus ook reducties in CO₂ en NO_x-emissie) van 25%. Bijwarmte (in de vorm van lage druk stoom) is in vergelijking met restwarmte voor de leverancier geen 'nutteloze' stroom. In plaats van deze te leveren aan de glastuinbouw om daar aardgasverbruik te vermijden, had betreffende stroom ook benut kunnen worden in het eigen proces, waardoor in het eigen proces van de leverancier bespaard kan worden op primair aardgasverbruik. Omdat de totale calorische (of exergetische) waarde van de bijwarmte in de glastuinbouw echter volledig uitgenut kan worden dan in de industrie, wordt aan de levering van bijwarmte aan de glastuinbouw toch nog enige netto positieve bijdrage voor het milieu toegekend (zij het beduidend minder dan voor restwarmte, welke anders toch als verloren moet worden beschouwd).
- Zoals in 7.1.4 is afgeleid, zal erbij inzet van een CO₂-rijke bron ten opzichte van de referentie situatie een hoeveelheid aardgas bespaard kunnen worden t.b.v. aanvullend CO₂-bemesting ter grootte van circa 36.6 Mm³/jr.
- Indien echter gelijktijdig ook restwarmte wordt ingezet, dan zal de specifieke CO₂-behoefte (ofwel de CO₂-import) gaan toenemen, omdat er dan voor de warmtevoorziening minder aardgas verstoekt hoeft te worden zodat dus ook minder CO₂ geproduceerd wordt. Om dit verband voldoende helder te krijgen, is een nadere optimalisatiestudie vereist. Vooralsnog is in dit onderzoek een zo realistisch mogelijke inschatting gemaakt van dit effect. In onderstaande figuur is de berekende netto CO₂-productie (= CO₂-productie uit verbranding aardgas – CO₂-vraag) weergegeven als functie van de ingezette hoeveelheid restwarmte + bijwarmte. Voor de bovenste curve (0 MWth), welke de referentie situatie voorstelt, is de CO₂-productie (uit gasverbranding) voor alle maanden nog groter dan de CO₂-vraag, zij het dat in de zomermaanden dit overschot gering wordt. Uit het verloop van de andere curves is duidelijk te zien dat bij een toenemende inzet van restwarmte + bijwarmte, er steeds meer een tekort aan CO₂ gaat optreden.

Netto CO₂-productie bij verschillende inzet van restwarmte + bijwarmte

- Vanuit de berekende netto CO₂-hoeveelheden, kan een globale inschatting worden gemaakt van de absolute hoeveelheden aan CO₂ welke geïmporteerd zouden moeten worden om vergelijkbare CO₂-concentraties in de kassen te behouden. Op basis van de berekende oppervlakken onder de curves, is een relatie afgeleid, welke in onderstaande figuur is weergegeven. Omdat betreffende relatie is afgeleid op basis van weinig gedetailleerde uitgangsgesgevens, is de absolute grootte van de CO₂-behoefte enigszins onzeker, doch de trend is voldoende duidelijk. Voor een meer gedetailleerde vervolgstudie is het echter aan te bevelen om betreffende relatie te optimaliseren.

Relatie van de CO₂-behoefte als functie van restwarmte + bijwarmte

- De inzet van een brandbaar CO₂-rijk gas heeft geen netto CO₂ en NO_x effect, indien betreffende stroom wordt aangewend voor uitsluitend warmteproductie (het maakt immers niet uit of deze wordt opgestookt in de industrie of in de glastuinbouw). Een punt van verschil kan hooguit zijn dat indien bij de verbranding een extra hoeveelheid water wordt gevormd (bv. bij een restgas met H₂), men in de glastuinbouw nog wel nuttig gebruik kan maken van de bij lage temperaturen vrijkomende condensatiewarmte van water, terwijl dit in de industrie in het algemeen vrijwel nooit wordt toegepast.
- De inzet van een brandbaar CO₂-rijk gas heeft wel enig positief effect op de emissie van CO₂ en NO_x, als deze specifiek gebruikt wordt ter vervanging van aardgas voor aanvullend CO₂-bemesting in warmere periodes. Omdat met het brandbaar CO₂-rijk gas na verbranding een beduidend hogere CO₂-concentratie kan worden verkregen dan bij de verbranding van aardgas, zal er netto gezien minder warmteoverschot weggeventileerd te hoeven. Overall beschouwd betekend dit dus een besparing op primair energieverbruik.
- Zoals duidelijk zal zijn, is het gasverbruik en de hiermee gepaard gaande productie van CO₂ en NO_x lineair afhankelijk van de ingezette hoeveelheid restwarmte en bijwarmte. Betreffende relaties zijn in onderstaande figuur weergegeven.



8.5.2 Resultaten

De resultaten van het milieu-effect van de verschillende scenario's, zijn op een overzichtelijke wijze samengevat in de navolgende figuur. Vanwege de reeds eerder aangegeven onzekerheid in de relatie tussen CO₂-behoefte en de hoeveelheid restwarmte en bijwarmte, zijn ook de in de tabel genoemde absolute waarden voor CO₂ onzeker.

Overzicht Energie en Milieu			Referentie	Hydro Agri	Dow Chemical	Dow Chemical + WKK Elsta	Total Raffin.	Total Raffin + EPZ kolencentr	Total Raffin. + Themphos + EPZ kolencentr	BASF (8 km)	BASF (8 km) + WKK Electrabel	BASF (12 km) + WKK Electrabel
Invulling warmtevraag												
Totale warmtevraag gewassen	MWth		195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
Restwarmte	%		0%	33%	35%	35%	23%	23%	48%	20%	20%	20%
Bijwarmte	%		0%	39%	0%	36%	0%	37%	12%	0%	52%	52%
WKK	%		20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Ketel	%		80%	8%	44%	8%	57%	8%	8%	59%	8%	8%
Brandbaar gas	%		0%	0%	0%	0%	0%	12%	12%	0%	0%	0%
Invulling aanvullend CO2-dosering												
Ketel	ton/jr		65514	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2-gas import (van derden)	ton/jr		0	505001	138886	509546	99343	327078	327078	93621	509546	509546
Energieverbruik en besparing												
Aardgas verbruik												
wkk	Mm3/jr		61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
ketel (voor warmte)	Mm3/jr		146.8	14.9	81.5	14.4	104.5	14.4	14.4	109.7	14.4	14.4
ketel (voor CO2)	Mm3/jr		36.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totaal	Mm3/jr		244.7	76.4	142.9	75.9	165.9	75.9	75.9	171.1	75.9	75.9
Electra verbruik												
Totale E-vraag van gewassen	MWh/jr		224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445
transport warm water (pompen)	MWh/jr		0	18046	9180	18098	5676	18046	15085	5098	18046	18046
transport CO2 (compressoren)	MWh/jr		0	4485	4485	4485	0	4485	8401	4485	4485	4485
Electra productie												
WKK	MWh/jr		224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445	224445
Netto E-verbruik (productie-vraag)	MWh/jr		0	-22531	-13666	-22583	-5676	-22531	-23486	-9583	-22531	-22531
Primair energieverbruik												
Totaal	TJ/jr		8589	2517	4918	2500	5783	2500	2493	5937	2500	2500
%-besparing				71%	43%	71%	33%	71%	71%	31%	71%	71%
Emissies (netto)												
CO2	ton		440450	-359139	123516	-364516	201446	-182067	-181711	217988	-364535	-364535
NOx	kg		156097	70052	104100	69807	114422	69792	70069	118417	69792	69792

Conclusie:

Het meest gunstige milieueffect is te behalen als de inzet van restwarmte en bijwarmte zo groot mogelijk is (bv. 140 MWth) en de hieraan gekoppelde CO2-behoefte volledig gedekt kan worden door inzet van CO2-overschot van derden. Indien mede de 'zekerheid' van levering en de bereidheid van de leverancier in ogenschouw wordt genomen, dan komt Hydro Agri het beste uit de bus.

9 KOSTEN BATEN ANALYSE

9.1 Uitgangspunten

Voor de verschillende scenario's is uitgegaan van een basislast warmtevraag van maximaal 140 MW thermisch in een warmwater systeem van 90-70°C en een variabele basislast aan CO2 (afhankelijk van de situatie).

De warmteontkoppeling bestaat deels uit restwarmte en deels uit bijwarmte. Ontkoppeling van bijwarmte gaat ten koste van elektriciteit opwekking bij het betreffende bedrijf. Voor alle bijwarmte bronnen is uitgegaan van verzadigde stoom van 120°C die in de huidige situatie in een condenserende turbine in elektriciteit wordt omgezet met een rendement van 17.3%.

Kosten voor de verschillende systeem onderdelen zijn gebaseerd op het NAP prijzenboekje (feb 1999) uitgegeven door "Dutch Association of Cost Engineers" en niet geherindexeerd naar een toekomstige datum. Op pompen compressoren en warmtewisselaars zijn opslag factoren van twee toegepast. Variabele kosten zijn vastgesteld op 0.15 fl/kWh voor elektriciteit, 0.25 fl/m3 voor aardgas, en 10 fl/ton CO2 voor import van CO2-gas.

Bij de berekening van de lengte van de transport leidingen is waar mogelijk rekening gehouden met bestaande leiding tracés. Voor de leidingen van BASF zijn twee routes gekozen, een korte over een landtong (niet via een bestaand leiding tracé) en een langere die een bestaand tracé volgt.

Voor Zuid Beveland West is zowel de levering van CO2 rijk stookgas aan de glastuinbouw, als de situatie van geen CO2 levering bekeken.

9.2 Systeemgrenzen

Voor alle scenario's is een identieke systeemgrens vastgesteld. Deze omvat:

- Restwarmte onttrekking in pijpen warmtewisselaars
- Bijwarmte onttrekking in pijpen warmtewisselaars
- Heet en koud water transport pompen centrifugaal, inclusief motor
- CO2 compressie, eentraps inclusief motor
- Water transport leidingen (2) van bron tot rand van het gebied
- Warmte afdracht in platen warmte wisselaars
- CO2 transport leiding van bron tot rand van het gebied
- Water buffer (1 hr)

Buiten de grens zijn de water en CO2 distributie binnen de gebieden gehouden. Deze zullen voor de drie gebieden echter identiek zijn zodat deze geen invloed op de relatieve kosten zullen hebben. Voor gevallen dat de te ontkoppelen CO2 niet voldoende zuiver is, is een ruwe inschatting gemaakt van de behandelingskosten (naast compressie).

9.3 Resultaten kosten-baten analyse

De uitgebreide analyse van de verschillende scenario's zijn weergegeven in bijlage 10 en samengevat in onderstaande tabel.

Economy		Referentie	Hydro Agri	Dow Chemical	Dow Chemical + WKK Elsta	Total Raffin.	Total Raffin + EPZ kolencentr	Total Raffin. + Thermphos + EPZ	BASF (8 km)	BASF (8 km) + WKK Electrabel	BASF (12 km) + WKK Electrabel	notes
		1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)		
Invulling warmtevraag												
Restwarmte	%	0%	33%	35%	35%	23%	23%	48%	20%	20%	20%	
Bijwarmte	%	0%	39%	0%	36%	0%	37%	12%	0%	52%	52%	
WKK	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	
Ketel	%	80%	8%	44%	8%	57%	8%	8%	59%	8%	8%	
Brandbaar gas	%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	12%	0%	0%	0%	
Invulling CO2-dosering												
Ketel	ton/jr	65514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CO2-gas import	ton/jr	0	505001	138886	509546	99343	327078	327078	93621	509546	509546	
Economie												
Investerings	Mfl		37.2	110.2	111.8	53.1	62.8	92.8	41.8	59.7	102.9	
exploitatiekosten	Mfl/jr		17.1	22.1	13.0	8.9	11.9	21.7	16.1	11.6	11.6	
TVT (ex subsidie)	jr		2.2	5.0	8.6	5.9	5.3	4.3	2.6	5.2	8.9	

De terugverdientijden dienen relatief beschouwd te worden, daar een betrekkelijk onnauwkeurige kosten inschatting is gemaakt. Omdat echter dezelfde kostenbepaling voor alle scenario's is toegepast, geeft de relatieve verhouding van de kosten echter wel aan welke scenario's gunstiger zijn dan andere.

Conclusie:

Qua investering komt de Kanaalzone met warmtelevering door Hydro Agri beduidend beter uit de bus dan dan alle andere scenario's. Dit is volledig volgens verwachting, daar het geplande tuinbouwgebied relatief dicht bij de restwarmte bron is gelokaliseerd. Ook voor de netto variabele kosten scoort dit scenario hoog, slechts verbeterd door warmtelevering door DOW, welke echter de grootste investering behoeft.

10 REFERENTIES

1. MER-Glastuinbouw in Zeeland, concept 5 jan 2000, DLG
2. Glastuinbouw West Zuid-Beveland, eindrapportage Levering Restwarmte en CO2, Ingenieursbureau Het Noorden, aug. 1999
3. Haalbaarheidsstudie Warmte- en CO2-levering Bathpolders, gemeente Reimerswaal vanuit BASF (Antwerpen), EZH Nieuwbouw, juli 1988.
4. Total-site energiebesparingsstudie Hercules B.V. Middelburg, Keuken & de Koning, 1997
5. Total-site energiebesparingsstudie Hydro Agri Sluiskil, Keuken & de Koning, 1997
6. Total-site energiebesparingsstudie Broom Chemie Terneuzen, Keuken & de Koning, 1999
7. Notitie Restwarmtelevering EPZ aan Glastuinbouw Quarlespolder, ir. A. Weststeijn, 6 december 1999
8. Startnota MER voor een WWK-installatie van ht type STEG in het Antwerpse havengebied, Electrabel / RWE Energie AG, 31 oktober 1999
9. Aanvraag wet milieubeheer bij provincie Zeeland voor een WKK-installatie bij Hydro Agri Sluiskil, ZePower B.V. (in oprichting)

Bijlage 1: Bedrijven Zuid-Beveland West

Bedrijf	Type/activiteit	Locatie	Grontmij	PDC
Elf Atochen Vlissingen BV	Chemie	haven	benaderd	benaderd
Kosa Netherlands BV			benaderd	benaderd
Seaway Chemical Processing	Chemie		benaderd	benaderd
Hercules BV	Chemie	Arnhemuiden	g. reactie	benaderd
Industrieel park Vlissingen BV			g. reactie	bezoek
Pechiney Nederland bv	Aluminium industrie	haven	g. reactie	benaderd
Metablen Company bv	chemie	haven		benaderd
EPZ NV	Electr. Centrale (kolen)	haven	benaderd	bezoek
Total Raffinaderij Nederland NV	petrochemie	haven	benaderd	bezoek
Thermphos International bv	chemie	haven	g. reactie	bezoek
Alleghany warehouse Europe BV	tabaksopslag	haven	benaderd	n
Arrow Terminals BV	Overslag		benaderd	n
ASB Greenworld BV			benaderd	n
Boot & Buteijn Transport Services	transport, op- en overslag	haven	benaderd	n
Compostering Zeeland			benaderd	n
De Vitrite Fabriek		Arnhemuiden	benaderd	n
Delta Nutsbedrijven NV	50 kV station	haven	benaderd	n
Eurogas Terminals	gasopslag	haven	benaderd	n
Euro-Mit Staal BV	staalbewerking	haven	benaderd	n
Heerema Havenbedrijf BV	offshore	haven	benaderd	n
Kloosterboer Vriesveen	koel- en vriesveen		benaderd	n
Koninklijke Schelde groep	slibverbranding, offshore	haven	benaderd	n
Mourik-van Oord Vlissingen VOF	service bedrijf	haven	benaderd	n
Overlasko constructie BV	constructiebedrijf		benaderd	n
Pelt & Hooykaas BV	overslag, fosforslakken	haven	benaderd	n
RZB BV	stralen en conserveren	haven	benaderd	n
Traas Metaalbewerkingsbedrijf BV	Metaalbewerking		benaderd	n
Van Bon Koel- en Vriesveen Vlis.	koel- en vriesveen	haven	benaderd	n
Verbrugge Terminals	Overslag		benaderd	n
De Nooijer Straalservice	Straalbedrijf		g. reactie	n
Haven van Vlissingen NV	stuwadoor, opslag	haven	g. reactie	n
Indufor Dry Kilns	houtdrogerij	haven	g. reactie	n
Metalclean BV	stralen en conserveren	haven	g. reactie	n
Port Scaldia			g. reactie	n
Ademar	scheepsagent, expediteur	haven		n
Anker Desein bv	bouwmaterialen	haven		n
ATM	afvalopslag	haven		n
Bastiaanse Vlissingen vof	transportbedrijf	haven		n
Betramij	houtexpeditie	haven		n
Blue Water shipping bv	agentuur	haven		n
Caleb Brett Nederland bv	controlemaatschappij	haven		n
Combidock	stuwadoor	haven		n
Conservator bv	stralen en conserveren	haven		n
Cornelders's Scheepsvaart Mij bv	cargadoor, opslag	haven		n
COVRA nv	opslag radio-actief afval	haven		n
DDT	houtexpeditie	haven		n
De Donge bv	scheepswerf	haven		n
Depauw & Stokoe nv	controlemaatschappij	haven		n
Douane	douanekantoor	haven		n
DSIS BV	watersteigers, dienstverlening	haven		n
Fa. J. Pfauth & Zn	opslag	haven		n
Fa. Jansen & Co	stuwadoor	haven		n
Feijter bv	staalbouw	haven		n
Flushing Stevedoring vof	stuwadoor, opslag	haven		n
Flying Angel Club	zeemanshuis	haven		n
Gasunie	reducerstation	haven		n
Gemeentelijke Vismijn	Vismijn	haven		n
Handelsveen bv	op- en overslag	haven		n
Havenschap Vlissingen	kantoor	haven		n
Havex bv	scheepsagent	haven		n
Hoondert stuwadoring bv	stuwadoor	haven		n
Houtopslag Mij. Vlissingen bv	houtdrogerij	haven		n
Hovercraft Services	verhuur hovercraft	haven		n
ICM bv	controlemaatschappij	haven		n
INA bv	navigatie apparatuur	haven		n

Bijlage 1: Bedrijven Zuid-Beveland West

Bedrijf	Type/activiteit	Locatie	Grontmij	PDC
Istimewa Elektro bv	elekt. Installaties	haven		n
Jaczon bv	rederij en haringhandel	haven		n
Kon. Marine	kazerne	haven		n
Koolwijk Shipstores bv	scheepsbevoorrading	haven		n
Lloyd's Register od Shipping	inspectiebureau, technisch	haven		n
Mabuwat bv	aannemingsbedrijf	haven		n
Martens bv	scheepsreiniging	haven		n
Monie bv	landbouwproducten	haven		n
MSP bv	landbouwproducten	haven		n
Nilsson International bv	expeditie	haven		n
NS Goederen vervoer	emplacement	haven		n
OLAZ	vuilnisstortplaats, restoffencentrum	haven		n
OTV bv	Olie-opslag	haven		n
Oudkerk offshore en tankerservice	ascheepsvaart agent	haven		n
OVET bv	overslag, kolen, cokes, schroot	haven		n
Perfect bv	bewaking en beveiliging	haven		n
Provoost-Navest	installatiebedrijf	haven		n
RGR	staalexpediteur	haven		n
Rijksgebouwendienst	inspectiekantoor	haven		n
Sagro bv	puinbreekinstallatie	haven		n
Sagrostaalbouw Zeeland bv	staalconstructies	haven		n
Scheldepoot bv	scheepsreparatie	haven		n
Shipping Trading Transport bv	scheepsagent, expediteur	haven		n
SICON bv	industriële constructies	haven		n
Sorteerbedrijf Vlissingen bv	grind en zand	haven		n
Statrans bv	weg- en groupagetransport	haven		n
Stevedoring Company Zeeland bv	stuwadoor	haven		n
Stichting bevordering Windenergie	Windmolenpark	haven		n
The Missions to Seamen	zeemanshuis	haven		n
Van Oord ACZ bv	aannemingsmaatschappij	haven		n

Bijlage 2: Bedrijven Kanaalzone

Bedrijf	Type/activiteit	Locatie	Arcadis	PDC
De Hoop	Betonwaren	Terneuzen	n	benaderd
Philips	<i>Lightning</i>	Terneuzen	n	benaderd
Elopak	Verpakkingsdrukkerij	Terneuzen	n	benaderd
Dow Benelux	Chemie	Terneuzen	n	benaderd
Elsta	WKK	Terneuzen	benaderd	benaderd
Broomchemie	Chemie	Terneuzen	benaderd	benaderd
OVET	Overslagbedrijf	Terneuzen	n	n
Elocoat	Verpakkingsfolie	Terneuzen	n	n
Purification plant	Industriewater?	Terneuzen	n	n
Terneuzen powder Technologies	ex Engelhard ?	Terneuzen	n	n
BOC	Industriele gassen	Terneuzen	n	n
Air Products	Industriele gassen	Terneuzen	n	n
VVM		Terneuzen	n	n
Verbrugge Terminals	Overslagbedrijf	Terneuzen	n	n
Outokumpu	<i>Staalverwerking</i>	Sluiskil	n	benaderd
Hydro Agri Sluiskil	<i>Chemie + WKK</i>	Sluiskil	benaderd	bezoek
l'Air Liquide	Industriele gassen	Sluiskil?	benaderd	n
Geerlings transport	Transport	Sluiskil	n	n
Swagemakers Transport	Transport	Sluiskil	n	n
Zeeland Cement	Betonwaren	Sluiskil	n	n
Zuid-chemie	Chemie	Sas van Gent	n	benaderd
Cerestar	Agro chemie + WKK	Sas van Gent	benaderd	bezoek
Glasfabriek Sas van Gent	Glasproductie	Sas van Gent	n	n
Machine fabriek Sas van Gent	Machine fabriek	Sas van Gent	n	n
Van Opdorp Transportgroep	Transport	Sas van Gent	n	n
Sidmar	Staalproducent	Zelzate/Gent	n	bezoek

Bijlage 3: Inventarisatie Zuid-Beveland West

Uitgangspunten

Grootheid	water	organ.	gas
Soortelijke warmte	kJ/kg.K	4.2	2.1
Dichtheid	kg/m3	1000	850
			f(T)
			1.0

1) Aanbod restwarmte (vloeistoffen en gassen)

Bedrijf	Omschrijving	Medium	Procesdata						restwarmte			opmerkingen
			Flow m3/hr	T _{start} °C	T _{eind} °C	Bedr.tijd uur/jr	Druk bar	Duty MW	T _{eind} °C	Cp kJ/kg.K	Duty MW	
Atochem	incinerator 1	rookgassen	3000	59		8760	1				NVT	T = laag
Atochem	incinerator 2 (nieuwe)	rookgassen	?	59		8760	1				NVT	T = laag
Atochem	Metablen Company	rookgassen	40000	50		semi-batch	1				NVT	T = laag
Atochem	koeling exotherme reacties	water	discontinu			batch					NVT	pieksgewijs vrijkomen van restwarmte
Atochem	Flare	rookgassen	discontinu			8760					NVT	pieksgewijs vrijkomen van restwarmte
De Vitrite	glasovens	rookgassen	22700	250			1		90	1.134	1.1	ref [2]
De Vitrite	koeling compressoren	water	2.3	45							NVT	ref [2]; T = laag
Delta Nuts	effluent waterzuivering	water	230	25							NVT	ref [2]; T = laag
EPZ	koeling kolencentrale	water	40000	20							NVT	ref [2]; T = laag
EPZ	koeling kerncentrale	water	60000	20							NVT	ref [2]; T = laag
Hercules			nvt	nvt	nvt						NVT	veel kleine bronnen; batch-gewijs
IPV	rookgassen stoomketels	rookgassen	variabel	100							NVT	flow is afh. van stoomvraag afnemers; T = laag
Kloosterboer	koeling condensers	water	5	35							NVT	ref [2]; T = laag
Kosa Netherl.	stoomafblazen	stoom	nvt	nvt	nvt	sporadisch					NVT	
OLAZ	biofilters	afbraakgas	80000	35			1				NVT	ref [2]; T = laag
Pechiney	homogenisatie ovens	rookgassen	5500	200		8760	1		90	1.128	0.2	
Pechiney	electrolyse-ovens	procesgas	2000000	75		8760	1				NVT	
Pechiney	bakovens	rookgassen	gering			discontinu					NVT	discontinu
Seaway chem.	Alkaansulfonaat	water/hot-oil	?	?	?	?	?	?			optie	nog niet in bedrijf
Seaway chem.	Slibverwerking	??	?	?	?	?	?	?			optie	nog niet in bedrijf
Thermphos	fosforoven slakken	slakken	68.5	1500		batch		47.5	90	1.8	48.3	Flow in ton/hr; praktisch lastig uitkoppelbaar
Thermphos	afgas indampers zoutfabriek	afgassen		80				2.9			NVT	
Thermphos	bedrijfskoelw. fosforzuur	water		40	30	8760					NVT	T = laag
Total	productkoeler DHC-LN	organ liq.	45	140	40	8500		2.2	90	2.1	1.1	
Total	productkoeler LGO	organ liq.	98	120	40	8500		3.9	90	2.1	1.5	
Total	productkoeler DHC-diesel	organ liq.	56	160	40	8500		3.3	90	2.1	1.9	
Total	productkoelerr MLGO	organ liq.	118	130	40	8500		5.3	90	2.1	2.3	
Total	productkoeler DHC-jet	organ liq.	92	150	40	8500		5.0	90	2.1	2.7	
Total	productkoeler HGO	organ liq.	84	160	80	8500		3.3	90	2.1	2.9	
Total	waterstofplant	afgassen	170000	150		8500	1		90	1.122	3.2	ref [2]
Total	productkoeler AR	organ liq.	324	130	85	8500		7.2	90	2.1	6.4	
Total	productkoeler VDU-fluxed res.	organ liq.	233	150	85	8500		7.5	90	2.1	6.9	
Total	schoorsteen	rookgassen	450000	250		8500	1		90	1.134	22.7	ref [2]
Total	olie/water koelers	water	1600	70							NVT	ref [2]; T = laag
Total	koeltorens	water	5500	30							NVT	ref [2]; T = laag
Total	proces geïntegreerde luchtkoelers		?	?	?	?	?	?			optie	nader onderzoek vereist
TOTAAL									101.3			

Bijlage 3: Inventarisatie Zuid-Beveland West

2) Potentieel aanbod bijwarmte

Bedrijf	Omschrijving	Medium	Duty MW	Opmerkingen	Beschikbaarheid
IPV	4 stoomketels	stoom	?	bijwarmte levering is afhankelijk van 'spare-capaciteit' van de stoomketels	variabel
Total	warmcondensaat	condensaat	?	temperatuur circa 100 °C; hoeveelheid niet nader bekend	?
EPZ	aftap uit LD-turbine	stoom	> 200	ref [7]; bijwarmte levering is mogelijk al naar gelang de vraag	continu

3) Aanbod CO2-rijke stromen

Bedrijf	Omschrijving	medium	Flow m3/hr	Temp °C	CO2 vol%	CO vol%	opmerkingen specifiek m.b.t. samenstelling	opmerkingen algemeen
EPZ	kolencentrale	rookgassen	1200000	90	15%			ref [2]
Total	waterstofplant	purge gas	13000	50	44%			ref [2]
De Vitrite	glasovens	rookgassen	22700	250	2%			ref [2]
De Vitrite	ketel	rookgassen	350	140	10%			ref [2]
OLAZ	biofilters	afbraakgas	80000	35	??			ref [2]
Thermphos	fosforovengas	ovengas				94%	max 94% CO, rest vnl. N2 met verder sporen fosfor, fosfine, HCN en H2S	reeds afgenomen door EPZ
Seaway chemical	stookgas slibverwerking	stookgas				60%	naar verwachting: 60% CO en 40% H2	proces nog niet in bedrijf

Bijlage 4: Inventarisatie Kanaalzone

Uitgangspunten

Grootheid		water	organ.	gas
Soortelijke warmte	kJ/kg.K	4.2	2.1	f(T)
Dichtheid	kg/m3	1000	850	1.0

1) Aanbod restwarmte (vloeistoffen en gassen)

1) Aanbod restwarmte (vloeistoffen en gassen)			Procesdata					restwarmte			opmerkingen	
Bedrijf	Omschrijving	Medium	Flow m3/hr	T_start °C	T_eind °C	Bedr.tijd uur/jr	Druk bar	Duty MW	T_eind °C	Cp kJ/kg.K		Duty MW
Broomchemie											NVT	
Cerestar	grote droger satellite-2	drooglucht	120000	60							NVT	
Cerestar	2 kleine drogers satellite-2	drooglucht	100000	60							NVT	
Cerestar	droger satellite-3	drooglucht	150000	60							NVT	
Cerestar	droger satellite-3	drooglucht	120000	60							NVT	
Cerestar	rookgassen WKK-2	rookgas	80000	130					90	1.120	1.0	
Cerestar	drogers satellite-1	drooglucht	30000	100					90	1.116	0.1	dauwpunt 60-65 °C; stofdeeltjes
De Hoop											NVT	
Dow Chemical	23 verschillende stromen	divers		> 90°C				50.0	90		50.0	praktisch niet uitvoerbaar: te veel diverse stromen
Dow Chemical	organ. damp condenseren	damp		110	102	8400		25.6	102		25.6	A
Dow Chemical	3.5 bar stoom condenseren	stoom		125	90	8400		23.0	90		23.0	B1
Dow Chemical	17 verschillende stromen	divers		> 90°C				20.0	90		20.0	praktisch niet uitvoerbaar: te veel diverse stromen
Dow Chemical	43 verschillende stromen	divers		> 90°C				20.0	90		20.0	praktisch niet uitvoerbaar: te veel diverse stromen
Dow Chemical	Rookgas uitlaat gasturbine	rookgas	286976	250	150	8400	1	9.1	150	1.142	9.1	B2
Dow Chemical	Rookgas uitlaat gasturbine	rookgas	172785	250	120	8400	1	7.1	120	1.138	7.1	D
Dow Chemical	Uitlaat reactor	organ gas	524540	127	90	8400		6.1	90	1.119	6.1	E1 agressief medium
Dow Chemical	organ. damp condenseren	damp		148	135	8400		4.7	135		4.7	C destillatiekolom OVH moet 100% O2/ H2O dicht zijn
Dow Chemical	organ. damp condenseren	damp		148	135	8400		4.7	135		4.7	C destillatiekolom OVH moet 100% O2/ H2O dicht zijn
Dow Chemical	organ. damp condenseren	damp		135	90	8400		4.4	90		4.4	C destillatiekolom OVH moet 100% O2/ H2O dicht zijn
Dow Chemical	organ. damp condenseren	damp		135	90	8400		4.4	90		4.4	C destillatiekolom OVH moet 100% O2/ H2O dicht zijn
Dow Chemical	Rookgas fornuis	rookgas	79682	290	120	8400	1	4.3	120	1.143	4.3	B3
Dow Chemical	Rookgas fornuis	rookgas	79682	290	120	8400	1	4.3	120	1.143	4.3	B3
Dow Chemical	produkt koeler	vloeistof	105	163	90	8400		3.8	90	2.1	3.8	E1
Dow Chemical	solvent koeler	vloeistof	269	111	90	8400		2.8	90	2.1	2.8	A
Dow Chemical	produkt koeler	vloeistof	194	118	90	8400		2.7	90	2.1	2.7	F
Dow Chemical	bodemstroom koeler	vloeistof	64	153	90	8400		2.0	90	2.1	2.0	A
Elopak											NVT	
Elsta	rookgassen WKK-installatie	rookgas	1045000	120		>8500			110	1.121	3.3	
Hydro Agri	Lean solution unit C	aMDEA	394	89	70	> 8500		7.1		4	NVT	A1; afgifte gaat ten koste van LP-stm overschot (A5)
Hydro Agri	semi Lean solution unit D	aMDEA	2800	84		> 8500		1.0		3.8	NVT	A3
Hydro Agri	Salpeterzuur										NVT	technisch niet haalbaar geacht
Hydro Agri	Carbamaatcondensor Ureum 5	organ		114		> 8500		14.3			14.3	A7; warmtewisselaar bestaat al
Hydro Agri	Carbamaatcondensor Ureum 5	organ		109		> 8500		8.3			8.3	A6; warmtewisselaar bestaat al
Hydro Agri	Afgas primaire reformer Unit E	afgassen	329086	175	110	> 8500		6.7	110	1.128	6.7	B2
Hydro Agri	Afgas primaire reformer Unit D	afgassen	325144	167	110	> 8500		5.8	110	1.127	5.8	B1
Hydro Agri	overschot 2 bar stoom	stoom	8	120	70	> 8500		5.4	90		5.1	A5; flow in ton/hr
Hydro Agri	Afgas ketel 8	afgassen	466718	145	110	> 8500		5.1	110	1.124	5.1	B4
Hydro Agri	Afgas salpeterzuur 6	afgassen	232216	164	120	> 8500		3.2	120	1.127	3.2	B3
Hydro Agri	Lean solution unit D	aMDEA	588	91	70	> 8500		11.7	90	4	0.6	A2
Hydro Agri	Lean solution unit E	aMDEA	624	90	70	> 8500		11.8	90	4	0.0	A4

Bijlage 4: Inventarisatie Kanaalzone

1) Vervolg aanbod restwarmte (vloeistof + gas)

1) Verfolg aanbod restwarmte (vloeistof + gas)			Procesdata						restwarmte			opmerkingen
Bedrijf	Omschrijving	Medium	Flow m3/hr	T _{start} °C	T _{eind} °C	Bedr.tijd uur/jr	Druk bar	Duty MW	T _{eind} °C	Cp kJ/kg.K	Duty MW	
Outokumpu											NVT	? installatie nog niet in bedrijf; rookgasdata nog onbekend
Philips Lighting											NVT	
Sidmar	rondkoeler sinterfabriek	koellucht	245000	300					90	1.140	16.3	
Sidmar	rookgassen hef balkoven	rookgas	200000	300					90	1.140	13.3	
ZePower	rookgassen nieuwe WKK	rookgas	?	?	?			?				
Zuid-chemie											NVT	
TOTAAL											282.0	

2) Potentieel aanbod bijwarmte

Bedrijf	Omschrijving	Medium	Duty MW	Opmerkingen	Beschikbaarheid
Elsta	aftap uit LD-turbine	stoom	?	bijwarmte levering is afhankelijk van 'spare-capaciteit' (mede afhankelijk van stoomvraag van Dow)	variabel
Hydro Agri	Aanpassing CE	stoom	75.4	C1 ; Bij flow = 110 ton/hr, Tstart = 120 °C, Teind = 70 °C	niet als C2
Hydro Agri	Aanpassing CE (vaiant)	stoom	73.3	C2 ; Bij flow = 107 ton/hr, Tstart = 120 °C, Teind = 70 °C	niet als C1
Hydro Agri	extra 4 bar export unit D	stoom	3.4	C3 ; Bij flow = 5 ton/hr, Tstart = 120 °C, Teind = 70 °C	continu
Hydro Agri	extra 4 bar export unit E	stoom	3.4	C4 ; Bij flow = 5 ton/hr, Tstart = 120 °C, Teind = 70 °C	continu
ZePower			> 200	bijwarmte levering is mogelijk al naar gelang de vraag	continu
Cerestar	'spare capaciteit' wkk's	stoom	6.7	max. overcapaciteit ca. 10 ton/hr ; bijwarmte vermogen berekend voor: 40 bar, 250 °C --> 40 bar, 90 °C	variabel

3) Aanbod CO2-rijke stromen

Bedrijf	Omschrijving	medium	CO2 ton/jr	Temp °C	CO2 vol%	CO vol%	opmerkingen specifiek m.b.t. samenstelling	opmerkingen algemeen
Elsta	rookgas WKK-centrale	rookgassen	57214	120	15%			total flow = 1045000 m3/hr
Dow Chemical	EO-plant	afgassen	100000		50%		verzadigd met stoom, restanten van ethyleen e.a. organ. componenten	total flow = 100000 m3/hr
Hydro Agri	ammoniakfabriek	CO2	500000	40	>99.5%		'zuiver' CO2-gas, met sporen H2 en H2O	
Hydro Agri	verbrandingsprocessen	rookgassen	1300000	40	10%			ref [1]
Zepower	rookgas WKK-centrale	rookgassen	?	?			rookgasdata zijn nog niet bekend	
Sidmar	hoogovengas	afgassen	37106	40	22%	23%	+ 3.6 vol% H2, 51.4 vol% N2; CO2 = excl CO; Heating value = 435 MW	afgenomen door Electrabel
Sidmar	convertorgas	afgassen	3869	40	20%	70%	+ mengsel van N2, H2 en H2O; CO2 = excl. CO; Heating value = 125 MW	total flow = 53000 m3/hr

Bijlage 5: Inventarisatie Reimerswaal

Uitgangspunten

Grootheid		water	organ.	gas
Soortelijke warmte	kJ/kg.K	4.2	2.1	f(T)
Dichtheid	kg/m3	1000	850	1.0

1) Aanbod restwarmte (vloeistoffen en gassen)

Bedrijf	Omschrijving	Medium	Procesdata						restwarmte			opmerkingen
			Flow m3/hr	T _{start} °C	T _{eind} °C	Bedr.tijd uur/jr	Druk bar	Duty MW	T _{eind} °C	Cp kJ/kg.K	Duty MW	
BASF	van EO/EG installatie	organ				> 8500		20.0			20.0	geen nadere details bekend
BASF	van steamcracker	?				> 8500		13.0			13.0	geen nadere details bekend
BASF	van steamcracker	?				> 8500		3.5			3.5	geen nadere details bekend
BASF	van steamcracker	?				> 8500		1.5			1.5	geen nadere details bekend
BASF	van steamcracker	?				> 8500		1.3			1.3	geen nadere details bekend
BASF	koelwater	water		< 50				> 500			NVT	Temperatuur = te laag
BASF	koelwater	water	1000	60	50	> 8500		11.6	90		NVT	ref [1] ; Temperatuur = te laag
BASF	koelwater	water	300	80	50	> 8500		10.4	90		NVT	ref [1] ; Temperatuur = te laag
BASF	andere bronnen op BASF-site	divers	?	?	?	?	?	?			optie	nader onderzoek bij/door BASF benodigd
Electrabel/RWE	rookgassen nieuwe WKK		2350000	95-100							NVT	warmteterugwinning praktisch niet uitvoerbaar geacht
TOTAAL											39.3	

2) Potentieel aanbod bijwarmte

Bedrijf	Omschrijving	Medium	Duty MW	Opmerkingen	Beschikbaarheid
BASF			NVT	hiervoor zou (vlg. BASF) een nader onderzoek benodigd zijn	NVT
Electrabel/RWE	aftap uit LD-turbine	stoom	NVT	bijwarmte levering d.m.v. stoomaftap wordt als vrijwel uitgesloten geacht	NVT

3) Aanbod CO2-rijke stromen

Bedrijf	Omschrijving	medium	CO2 ton/jr	Temp °C	CO2 vol%	CO vol%	opmerkingen specifiek m.b.t. samenstelling	opmerkingen algemeen
BASF	ammoniakfabriek	CO2	700800		99%		80 ton/hr "zuiver" CO2-gas, met sporen H2 en H2O	min of meer 'gratis'
BASF	EO/EG plant	CO2	87600	40	90-95%		10-15 ton/hr CO2-gas ; met ethyleen, glycol, H2O e.a. organ. componenten	opwerking benodigd
Electrabel/RWE	rookgas nieuwe WKK	rookgassen	2058600	95-100	10-15%		2350 ton/hr aan rookgassen	

Bijlage 6: Overzicht van de uitgangspunten van Model-1 resp. Model-2

Model-1: Energie en CO2 -vraag per gewasgroep (ref [1])

Netto kas oppervlakte 416 ha 1 MWh = 3.6E-03 TJ Gasverbruik Zeeland t.o.v. gemiddelde Nederland: 97.0%

Gewas indeling	oppervl ha	verd. %	verbruiksgegevens			verbruiksgegevens			Gas Ned m³/m2/jr	Gas Zld m³/m2/jr			
			warmte TJ/ha/jr	Electra MWh/ha/jr	CO2 ton/ha/jr	warmte TJ/jr	Electra TJ/jr	CO2 ton/jr			Warmte MWth	Electra MWe	CO2 ton/hr
Glasgroenten	291.2	70%	16.6	5.4	54.0	4834	57	116480	153.3	1.8	13.3	45	43.7
Bloemen	83.2	20%	12.4	23.1	231.0	1032	69	33280	32.7	2.2	3.8	60	58.2
Potplanten	41.6	10%	15.4	16.5	165.0	641	25	16640	20.3	0.8	1.9	55	53.4
TOTAAL	416.0	100%			41808	6506	151	166400	206	5	19		
Gemiddeld verbruik per hectare			15.6	100.5	400.0	15.6	0.4	400.0	0.50	0.01	0.05		

Totale jaarlijkse behoefte aan warmte, electra en CO2 (ref [2])

	Oppvl ha	Gas Mm³/jr	Electra MWh/jr	CO2 ton/jr
WKK klein (decentr)	270	184.7	27135	1086
WKK groot (centraal)	146	149.1	14682	584
TOTAAL	416	333.8	41817	16640

Model-2: Energie en CO2-vraag per gewasgroep, omgerekend naar een oppervlak van 416 ha

Netto kas oppervlakte 416 ha 1 MWh = 3.6E-03 TJ

Gewas indeling	oppervl ha	verd. %	verbruiksgegevens			verbruiksgegevens			Opgesteld vermogen / ha			Opgesteld vermogen			verbr / opgest	verbr / opgest	verbr / opgest
			warmte TJ/ha/jr	Electra MWh/ha/jr	CO2 ton/ha/jr	warmte TJ/jr	Electra TJ/jr	CO2 ton/jr	warmte MWth/ha	Electra MWe/ha	CO2 ton/hr	warmte MWth/ha	Electra MWe/ha	CO2 ton/hr			
tomaat	99.8	24.0%	16.7	69.4	361.2	1672	25	36065	53.0	0.8	4.117	2.5	0.030	0.140	21%	26%	29%
paprika	83.2	20.0%	15.1	69.4	265.0	1255	21	22047	39.8	0.7	2.517	2.5	0.030	0.140	19%	26%	21%
komkommer	66.6	16.0%	15.0	69.4	276.8	998	17	18422	31.7	0.5	2.103	2.5	0.030	0.140	19%	26%	21%
roos (belicht)	79.0	19.0%	15.5	1892.6	291.3	1223	539	23028	38.8	17.1	2.629	2.5	0.600	0.070	20%	36%	41%
chrysant (belicht)	66.6	16.0%	12.7	807.2	243.8	844	193	16229	26.7	6.1	1.853	1.8	0.313	0.070	22%	29%	41%
freesia	20.8	5.0%	7.1	187.2		147	14	0	4.7	0.4	0.000	2.5	0.030	0.000	9%	71%	
TOTAAL	416.0	100%			224546	6139	808	115792	195	26	13		993	76.4	45.1		
Gemiddelde vraag per hectare			14.8	539.8	278.3	14.8	1.9	278.3	0.47	0.06	0.03		2.39	0.18	0.11		

Model-2: Energie en CO2-vraag per gewasgroep, voor een kasoppervlak van 308.8 ha (ref [2])

Netto kas oppervlakte 308.8 ha 1 MWh = 3.6E-03 TJ

Gewas indeling	oppervl ha	verd. %	verbruiksgegevens			verbruiksgegevens			Opgesteld vermogen / ha			Opgesteld vermogen			verbr / opgest	verbr / opgest	verbr / opgest
			warmte TJ/ha/jr	Electra MWh/ha/jr	CO2 ton/ha/jr	warmte TJ/jr	Electra TJ/jr	CO2 ton/jr	warmte MWth/ha	Electra MWe/ha	CO2 ton/hr	warmte MWth/ha	Electra MWe/ha	CO2 ton/hr			
tomaat	74.1	24.0%	16.7	69.4	361.2	1241	19	26771	39.4	0.6	3.056	2.5	0.030	0.140	21%	26%	29%
paprika	61.8	20.0%	15.1	69.4	265.0	931	15	16366	29.5	0.5	1.868	2.5	0.030	0.140	19%	26%	21%
komkommer	49.4	16.0%	15.0	69.4	276.8	741	12	13675	23.5	0.4	1.561	2.5	0.030	0.140	19%	26%	21%
roos (belicht)	58.7	19.0%	15.5	1892.6	291.3	908	400	17094	28.8	12.7	1.951	2.5	0.600	0.070	20%	36%	41%
chrysant (belicht)	49.4	16.0%	12.7	807.2	243.8	626	144	12047	19.9	4.6	1.375	1.8	0.313	0.070	22%	29%	41%
freesia	15.4	5.0%	7.1	187.2		109	10	0	3.5	0.3	0.000	2.5	0.030	0.000	9%	71%	
TOTAAL	308.8	100%			153816	4557	600	85953	145	19	10		737	56.7	33.5		
Gemiddelde vraag per hectare			14.8	498.1	278.3	14.8	1.9	278.3	0.47	0.06	0.03		2.39	0.18	0.11		

Gewasverdeling: 60% = glasgroenten, 40% = bloemen, 0% potplanten

CO2-dosering: Voor glasgroenten max 140 kg/hr, voor roos en chrysant de helft, voor freesia geen

Energ. opwekking Bloemenkwekers met assimilatieverlichting --> kleine WKK + ketel; Glasgroentekwekers --> uitsluitend ketel

Bijlage 7a : Bepaling aardgasverbruik in relatie tot CO2 dosering

Belastingsduurkromme warmte en CO2 vraag: groenten+freesia

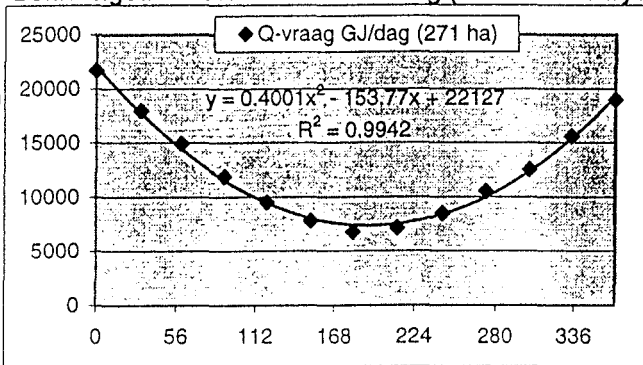
Excl de teelt van roos en chrysanten (145 ha)

Oppervlak		271 ha		200 ha	
dgn / mnd	dagen	Q-vraag GJ/dag	CO2-vrg ton/dag	Q-vraag GJ/dag	CO2-vrg ton/dag
	0	21680	20	16000	15
31	31	17954	81	13250	60
28	59	14905	149	11000	110
31	90	11856	244	8750	180
30	120	9485	312	7000	230
31	151	7791	352	5750	260
30	181	6775	373	5000	275
31	212	7114	352	5250	260
31	243	8469	312	6250	230
30	273	10501	237	7750	175
31	304	12534	122	9250	90
30	334	15583	54	11500	40
31	365	18970	27	14000	20
Jaargemiddelde		12586	203		

Conclusies:

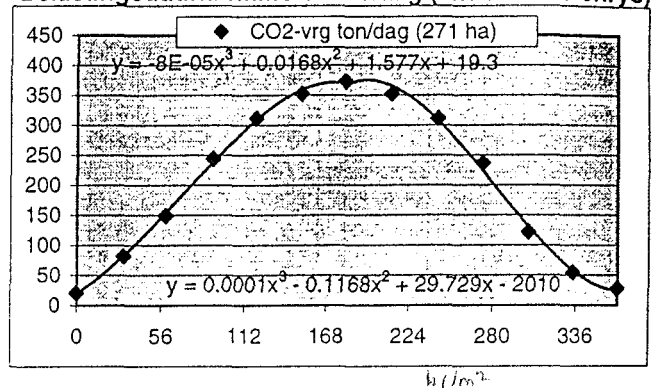
- 1) Voor de maanden jan t/m april en sept t/m dec, is de 'overmaat' aan CO2 relatief groot doordat in deze maanden relatief veel gas verstoekt wordt voor de warmtevoorziening.
- 2) Voor de maanden mei t/m aug is de 'CO2-overmaat' echter relatief beperkt. Aangenomen wordt dat met name in deze maanden extra aardgas verstoekt moet worden ten behoeve van de CO2-bemesting.
- 3) Ten behoeve van de bepaling van de gemiddelde hoeveelheid aardgas die specifiek toegeschreven kan worden aan deze extra CO2-bemesting, is aangenomen dat hiervoor de gezamenlijke CO2-vraag van de maanden mei t/m aug als uitgangspunt genomen kan worden. Het berekende gasverbruik voor CO2-bemesting van groenten bedraagt dan: 24.3 Mm3 gas/jr.

Belastingsduurkromme warmtevraag (excl. roos+chrys)



Oppervlak	ha	271.0	200
Warmtevraag (oppervlak curve)	TJ/jr	50 4319	3187
Gem. warmtevraag	GJ/dag	11832	8732
Gem. warmtevraag	GJ/hr	493	364
Gem. warmtevraag	MWth	137	101
Gem. specifieke warmtevraag		15.9	15.9

Belastingsduurkromme CO2-vraag (excl. roos + chrys)



Oppervlak	ha	271.0	200
CO2-vraag (oppervlak curve)	ton/jr	81747	60330
Gem. CO2-vraag	ton/dag	223965	165288
Gem. CO2-vraag	ton/hr	9332	6887
Gem. specifieke CO2-vraag		301.7	301.7

Berekening warmtevraag gerelateerde CO2 productie

Maand	dagen van	dagen tot	warmte TJ	Gasverb Mm3	CO2 prod ton
jan	0	31	616	18.5	33254
feb	31	59	449	13.5	24250
mrt	59	90	401	12.0	21627
apr	90	120	313	9.4	16878
mei	120	151	269	8.1	14507
jun	151	181	230	6.9	12399
jul	181	212	229	6.9	12370
aug	212	243	244	7.3	13193
sep	243	273	273	8.2	14764
okt	273	304	344	10.3	18571
nov	304	334	415	12.4	22379
dec	334	365	536	16.1	28931
TOTAAL			4319	129.5	233122
Uitgangspunten omrekening:			aardgas	35.1 MJ/m3	
			Eff ketel	95% %	
			CO2 prod	1.8 kg CO2/m3	

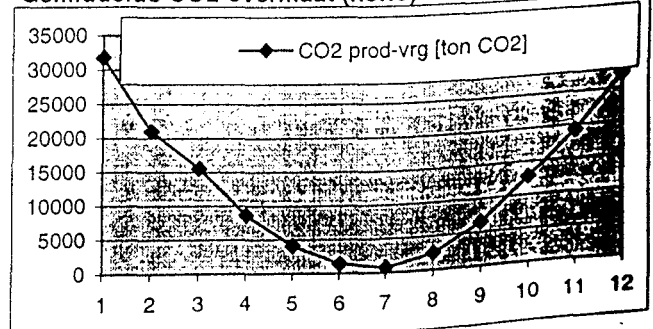
Berekening 'overmaat' aan CO2 (productie - vraag)

Maand	dagen van	dagen tot	CO2 vrg ton	CO2 prod vrg (ton)
jan	0	31	1504	31750
feb	31	59	3281	20968
mrt	59	90	6076	15551
apr	90	120	8235	8643
mei	120	151	10419	4088
jun	151	181	11014	1385
jul	181	212	11634	736
aug	212	243	10703	2490
sep	243	273	8237	6526
okt	273	304	5789	12782
nov	304	334	3163	19216
dec	334	365	1692	27240
TOTAAL			81747	151375

Berekening CO2-bemesting gerelateerd aardgasverbruik

CO2-vraag mei t/m augustus	43770 ton CO2
CO2 productie door gasverbranding	1.8 kg CO2/m3
Gasverbr. t.b.v. extra CO2-bemesting	24.3 Mm3 gas

Gemiddelde CO2-overmaat (netto)



Bijlage 7b : Bepaling aardgasverbruik in relatie tot CO2 dosering

Belastingsduurkromme warmte en CO2 vraag: roos + chrysant

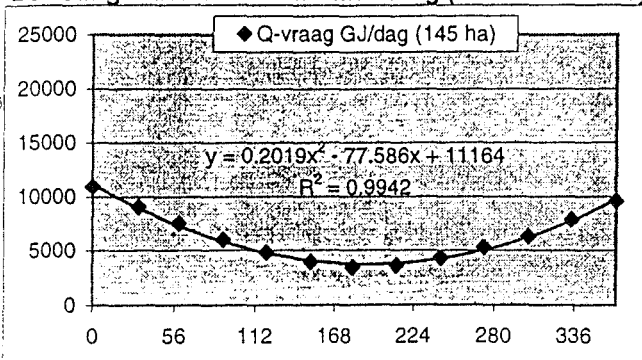
Uitgangspunt: gem. warmtevraag factor 0.943 en CO2-vraag 0.953 lager dan voor groenten

Oppervlak		145 ha		200 ha	
dgn / mnd	dagen	Q-vraag GJ/dag	CO2-vrg ton/dag	Q-vraag GJ/dag	CO2-vrg ton/dag
	0	10939	10	15088	14
31	31	9059	41	12495	57
28	59	7520	76	10373	105
31	90	5982	124	8251	172
30	120	4786	159	6601	219
31	151	3931	180	5422	248
30	181	3418	190	4715	262
31	212	3589	180	4951	248
31	243	4273	159	5894	219
30	273	5298	121	7308	167
31	304	6324	62	8723	86
30	334	7862	28	10845	38
31	365	9571	14	13202	19
Jaargemiddelde		6350	103		

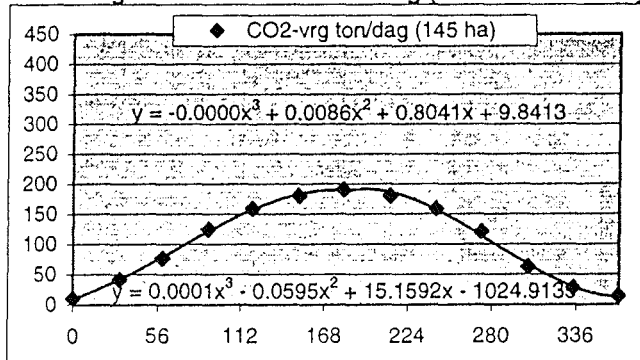
Conclusies:

- 1) Voor de maanden jan t/m april en sept t/m dec, is de 'overmaat' aan CO2 relatief groot doordat in deze maanden relatief veel gas verstoekt wordt voor de warmtevoorziening.
- 2) Voor de maanden mei t/m aug is de 'CO2-overmaat' echter relatief beperkt. Aangenomen wordt dat met name in deze maanden extra aardgas verstoekt moet worden ten behoeve van de CO2-bemesting.
- 3) Ten behoeve van de bepaling van de gemiddelde hoeveelheid aardgas die specifiek toegeschreven kan worden aan deze extra CO2-bemesting, is aangenomen dat hiervoor de gezamenlijke CO2-vraag van de maanden mei t/m aug als uitgangspunt genomen kan worden. Het berekende gasverbruik voor CO2-bemesting van groenten bedraagt dan: 12.3 Mm3 gas/jr.

Belastingsduurkromme warmtevraag (alleen roos+chrys)



Belastingsduurkromme CO2-vraag (alleen roos + chrys)



Oppervlak	ha	145.0	200
Warmtevraag (oppervlak curve)	TJ/jr	2179	3006
Gem. warmtevraag	GJ/dag	5971	8235
Gem. warmtevraag	GJ/hr	249	343
Gem. warmtevraag	MWth	69	95
Gem. specifieke warmtevraag		15.0	15.0

Oppervlak	ha	145.0	200
CO2-vraag (oppervlak curve)	ton/jr	40787	56259
Gem. CO2-vraag	ton/dag	111747	154133
Gem. CO2-vraag	ton/hr	4656	6422
Gem. specifieke CO2-vraag		281.3	281.3

Berekening warmtevraag gerelateerde CO2 productie

Maand	dagen van	dagen tot	warmte TJ	Gasverb Mm3	CO2 prod ton
jan	0	31	311	9.3	16778
feb	31	59	227	6.8	12235
mrt	59	90	202	6.1	10912
apr	90	120	158	4.7	8516
mei	120	151	136	4.1	7320
jun	151	181	116	3.5	6257
jul	181	212	116	3.5	6242
aug	212	243	123	3.7	6658
sep	243	273	138	4.1	7451
okt	273	304	174	5.2	9373
nov	304	334	209	6.3	11295
dec	334	365	271	8.1	14602
TOTAAL			2179	65.4	117639

Uitgangspunten omrekening:

aardgas	35.1 MJ/m3
Eff wkk	95% %
CO2 prod	1.8 kg CO2/m3

Berekening 'overmaat' aan CO2 (productie - vraag)

Maand	dagen van	dagen tot	CO2 vrg ton	CO2 prod vrg [ton]
jan	0	31	767	16011
feb	31	59	1674	10561
mrt	59	90	3100	7812
apr	90	120	4203	4312
mei	120	151	5322	1998
jun	151	181	5631	626
jul	181	212	5879	363
aug	212	243	5376	1283
sep	243	273	4085	3366
okt	273	304	2786	6587
nov	304	334	1396	9899
dec	334	365	569	14034
TOTAAL			40787	76852

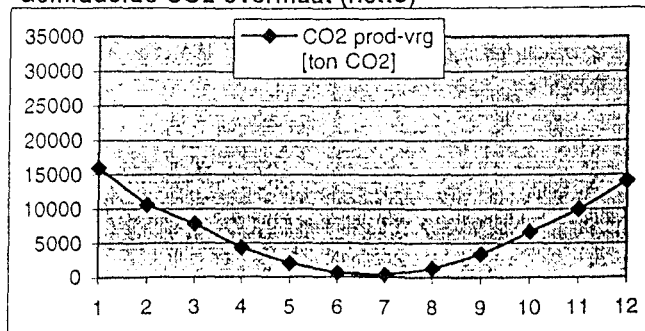
Berekening CO2-bemesting gerelateerd aardgasverbruik

CO2-vraag mei t/m augustus	22207 ton CO2
CO2 productie door gasverbranding	1.8 kg CO2/m3
Gasverbr. t.b.v. extra CO2-bemesting	12.3 Mm3 gas

8,5 m3/m2

chrys 7 m3/m2

Gemiddelde CO2-overmaat (netto)



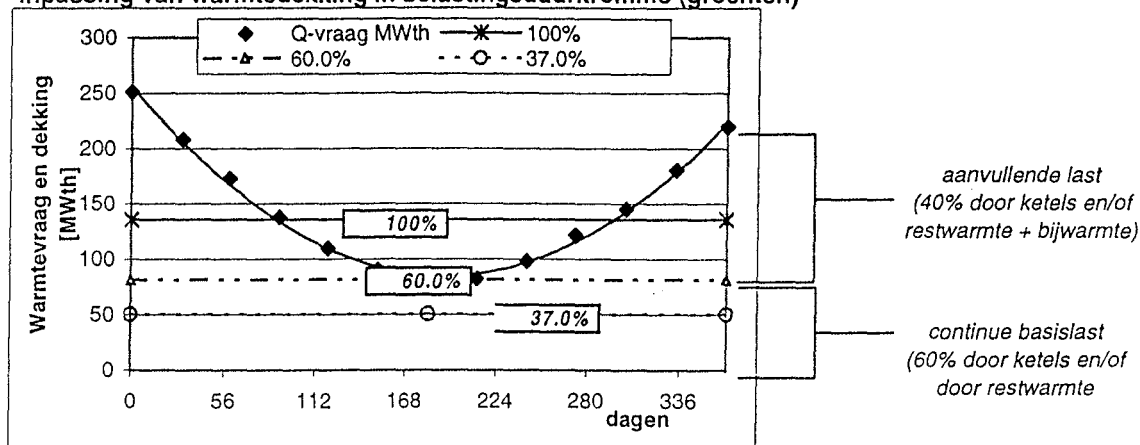
Bijlage 8a : Invulling van de warmtevraag (groenten + freesia)

Belastingsduurkromme warmtevraag (alleen groenten+freesia)

Excl de teelt van roos en chrysanten (145 ha)

Oppervlak		271	200
dgn / mnd	dagen	Q-vraag MWth	Q-vraag GJ/dag
	0	251	16000
31	31	208	13250
28	59	173	11000
31	90	137	8750
30	120	110	7000
31	151	90	5750
30	181	78	5000
31	212	82	5250
31	243	98	6250
30	273	122	7750
31	304	145	9250
30	334	180	11500
31	365	220	14000
Jaargemiddelde		146	

Inpassing van warmtedekking in belastingsduurkromme (groenten)



Data Warmtedekking

Q-dekkings perc.	%	100%	60.0%	37.0%
Gedekte warmtevrg TJ/jr			2591	1598
Gedekte warmtevrg MWth		136	81	50

Grafiek data	0	136	81	50
	182.5	136	81	50
	365	136	81	50

Conclusie:

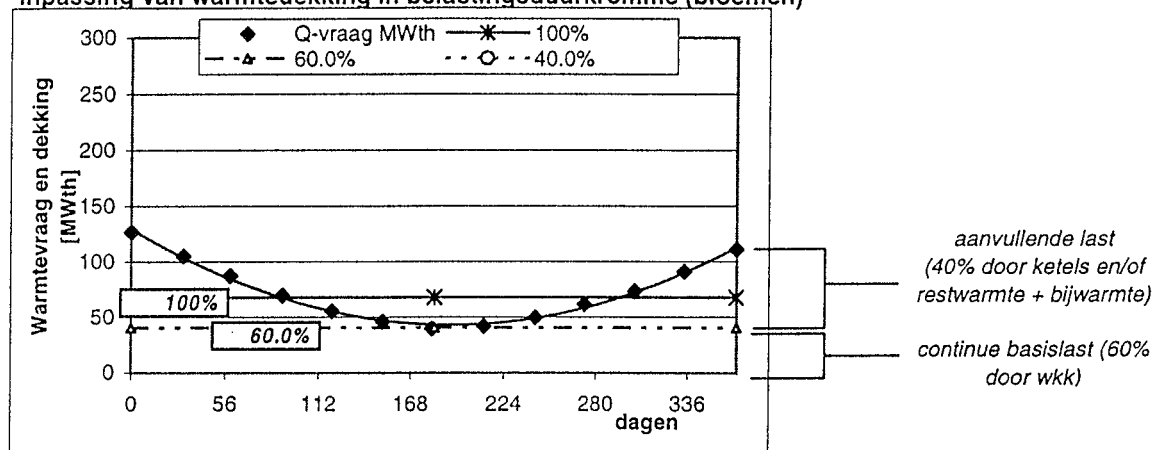
- 1) Bij een gemiddelde warmtedekkingspercentage tussen circa 60 - 100%, zal er gedurende een gedeelte van het jaar een overschot aan warmte zijn.
- 2) Indien gekozen wordt voor een dimensionering op warmtevraag, kan als maximale grens voor de inzet van restwarmte een warmtedekkingspercentage van 60.0% (= ca. 80 MW) worden gehanteerd.
- 3) Aanvullend gebruik van restwarmte cq. bijwarmte is mogelijk, zij het dan niet meer continu maar meer beperkt tot de wintermaanden, tot een maximum van 136 MW (dan is een volledige dekking van de warmtevraag van groenten verkregen)

Belastingsduurkromme warmtevraag (alleen groenten)

Excl de teelt van roos en chrysanten (145 ha)

Oppervlak		145	200
dgn / mnd	dagen	Q-vraag MWth	Q-vraag GJ/dag
	0	127	15088
31	31	105	12494.75
28	59	87	10373
31	90	69	8251.25
30	120	55	6601
31	151	45	5422.25
30	181	40	4715
31	212	42	4950.75
31	243	49	5893.75
30	273	61	7308.25
31	304	73	8722.75
30	334	91	10844.5
31	365	111	13202
Jaargemiddelde		73	

Inpassing van warmtedekking in belastingsduurkromme (bloemen)



Data Warmtedekking

Q-dekkings perc.	%	100%	60.0%	40.0%
Gedekte warmtevrg				
Gedekte warmtevrg	GJ/dag	67	40	

Grafiek data	0	67	40
	182.5	67	40
	365	67	40

Conclusie:

- 1) Bij een gemiddelde warmtedekkingspercentage tussen 60 - 100%, zal er gedurende een gedeelte van het jaar een overschot aan warmte zijn.
- 2) Indien gekozen wordt voor een dimensionering op warmtevraag, kan als maximale grens voor een continue basislast aan WKK-warmte een warmtedekkingspercentage van 60% worden gehanteerd (ofwel 40 MWth).
- 3) Bovenstaande warmtevraag is afgeleid uit die van de teelt van groenten. Er mag echter vanuit gegaan worden dat betreffend patroon ook geldig is voor de teelt van bloemen. Immers, het warmtevraag-patroon van bloementelers zal niet wezenlijk verschillen van die van groententelers, aangezien de buitenlucht condities hiervoor de belangrijkste variabele is.

Uitgangspunten

Inzet restwarmte	MWth	0	0%
Inzet bijwarmte	MWth	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (niet brandbaar)	ton/jr	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (brandbaar)	TJ/jr	0	
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0	
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0	

Calorische waarde aardgas (HHV)	35.10	MJ/m3
Restwarmte 1 MWth =	31.54	TJ/jr
Electra 1 MWh =	3.6	GJ
Electra 1 MWh =	102.6	m3 gas

Opwekkingszijde	Eenheid	CV-ketel	WKK klein	WKK groot
Q-rendement	%	90%	55%	40%
E-rendement	%		30%	46%
CO2 emissie	kg / m3 gas	1.8	1.8	1.8
NOx emissie	g / m3 gas	0.55	0.9	1.4

Omschrijving	Eenheid	Individueel (WKK klein + ketel)			Centraal (WKK groot + ketel)			Totaal
Netto kasoppervlak	ha	270			146			416
		groente	bloemen	potplant	groenten	bloemen	potplant	
Q-vraag	TJ / ha.jr	16.6	12.4	15.4	16.6	12.4	15.4	
E-vraag	MWh / ha.jr	54.0	231.0	165.0	54.0	231.0	165.0	
CO2-vraag (max)	ton / ha.jr	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	
Gewas verdeling	%	70%	20%	10%	70%	20%	10%	
Indeling kasoppervlak	ha	189	54	27	102	29	15	416
Warmte dekking WKK		60%	60%	60%	85%	85%	85%	
Q-vraag		3137	670	416	1697	362	225	

Berekende waarden		Individueel (WKK klein + ketel)			Centraal (WKK groot + ketel)			Totaal
Omschrijving	Eenheid	groente	bloemen	potplant	groenten	bloemen	potplant	
Q-opwekking WKK	TJ/jr	1882	402	249	1442	308	191	4475
Q-opwekking CV-ketel	TJ/jr	1255	268	166	254	54	34	2032
Q totaal (= Q-vraag)	TJ/jr	3137	670	416	1697	362	225	6506
Gasverbruik WKK	Mm3/jr	97.5	20.8	12.9	102.7	21.9	13.6	269.5
Gasverbruik ketel	Mm3/jr	39.7	8.5	5.3	8.1	1.7	1.1	64.3
Gas totaal	Mm3/jr	137.2	29	18	111	24	15	334
CO2 emissie	ton/jr	332487			268353			600840
NOx emissie	kg/jr	147529			199503			347032
E-opwekking WKK	MWh/jr	285218	60873	37800	460652	98315	61050	1003908
E-vraag	MWh/jr	10206	12474	4455	5519	6745	2409	41808
E-overschot	MWh/jr	275012	48399	33345	455134	91570	58641	962100
E-teruglevering (aan net)	MWh/jr	356756			605344			962100
vermeden gas E-centrale	Mm3/jr	122.0	30% E-rendm		135	46% E-rendm		258
vermeden CO2 emissie E-centrale	ton/jr	219542	1.8 kg/m3 gas		242948	1.8 kg/m3 gas		462490
vermeden NOx emissie E-centrale	kg/jr	170755	1.4 g/m3 gas		188959	1.4 g/m3 gas		359714
Inzet restwarmte + bijwarmte	TJ/jr	0						
vermeden gas ketel (Q-opwek)	Mm3/jr	0.0	90% Q-rendm					0
vermeden CO2 emissie ketel --> Q	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> Q	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
Inzet CO2 (van derden)	ton/jr	0						0
vermeden gas ketel (CO2-opwek)	Mm3/jr	0.0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden CO2 emissie ketel --> CO2	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> CO2	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0						0
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0						0
extra gas E-centrale	Mm3/jr	0.0	49.5% E-rendm					0
extra CO2 emissie E-centrale	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
extra NOx emissie E-centrale	kg/jr	0	1.4 g/m3 gas					0

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)			76
Netto CO2 emissie	ton/jr		138350
Netto NOx emissie	ton/jr		-12683

Uitgangspunten

Inzet restwarmte	MWth	0	0%
Inzet bijwarmte	MWth	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (niet brandbaar)	ton/jr	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (brandbaar)	TJ/jr	0	
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0	
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0	

Calorische waarde aardgas (HHV)	35.10	MJ/m3
Restwarmte 1 MWth =	31.54	TJ/jr
Electra 1 MWth =	3.6	GJ
Electra 1 MWh =	102.6	m3 gas

Opwekkingszijde	Eenheid	CV-ketel	WKK klein	WKK groot
Q-rendement	%	90%	55%	40%
E-rendement	%		30%	46%
CO2 emissie	kg / m3 gas	1.8	1.8	1.8
NOx emissie	g / m3 gas	0.55	0.9	1.4

Omschrijving	Eenheid	Individueel (WKK klein + ketel)			Centraal (WKK groot + ketel)			Totaal
Netto kasoppervlak	ha	270			146			416
		groente	bloemen	potplant	groenten	bloemen	potplant	
Q-vraag	TJ / ha.jr	16.6	12.4	15.4	16.6	12.4	15.4	
E-vraag	MWh / ha.jr	54.0	231.0	165.0	54.0	231.0	165.0	
CO2-vraag (max)	ton / ha.jr	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	
Gewas verdeling	%	70%	20%	10%	70%	20%	10%	
Indeling kasoppervlak	ha	189	54	27	102	29	15	416
Warmte dekking WKK		60%	60%	60%	85%	85%	85%	

Berekende waarden		Individueel (WKK klein + ketel)			Centraal (WKK groot + ketel)			Totaal
Omschrijving	Eenheid	groente	bloemen	potplant	groenten	bloemen	potplant	
Q-opwekking WKK	TJ/jr	1882	402	249	1442	308	191	4475
Q-opwekking CV-ketel	TJ/jr	1255	268	166	254	54	34	2032
Q totaal (= Q-vraag)	TJ/jr	3137	670	416	1697	362	225	6506
Gasverbruik WKK	Mm3/jr	97.5	20.8	12.9	102.7	21.9	13.6	269.5
Gasverbruik ketel	Mm3/jr	39.7	8.5	5.3	8.1	1.7	1.1	64.3
Gas totaal	Mm3/jr	137.2	29	18	111	24	15	334
CO2 emissie	ton/jr	332487			268353			600840
NOx emissie	kg/jr	147529			199503			347032
E-opwekking WKK	MWh/jr	285218	60873	37800	460652	98315	61050	1003908
E-vraag	MWh/jr	10206	12474	4455	5519	6745	2409	41808
E-overschot	MWh/jr	275012	48399	33345	455134	91570	58641	962100
E-teruglevering (aan net)	MWh/jr	356756			605344			962100
vermeden gas E-centrale	Mm3/jr	73.9	49.5% E-rendm		125.4	49.5% E-rendm		200
vermeden CO2 emissie E-centrale	ton/jr	133056	1.8 kg/m3 gas		225769	1.8 kg/m3 gas		358825
vermeden NOx emissie E-centrale	kg/jr	103488	1.4 g/m3 gas		175598	1.4 g/m3 gas		279086
Inzet restwarmte + bijwarmte	TJ/jr	0						
vermeden gas ketel (Q-opwek)	Mm3/jr	0.0	90% Q-rendm					0
vermeden CO2 emissie ketel --> Q	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> Q	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
Inzet CO2 (van derden)	ton/jr	0						
vermeden gas ketel (CO2-opwek)	Mm3/jr	0.0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden CO2 emissie ketel --> CO2	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> CO2	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0						
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0						
extra gas E-centrale	Mm3/jr	0.0	49.5% E-rendm					0
extra CO2 emissie E-centrale	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
extra NOx emissie E-centrale	kg/jr	0	1.4 g/m3 gas					0

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)			133
Netto CO2 emissie	ton/jr		242014
Netto NOx emissie	ton/jr		67945

Uitgangspunten

Inzet restwarmte	MWth	0	0%
Inzet bijwarmte	MWth	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (niet brandbaar)	ton/jr	0	0%
Inzet CO2-rijk gas (brandbaar)	TJ/jr	0	
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0	
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0	

Calorische waarde aardgas (HHV)	35.10	MJ/m3
Restwarmte 1 MWth =	31.54	TJ/jr
Electra 1 MWth =	3.6	GJ
Electra 1 MWth =	102.6	m3 gas

Opwekkingszijde	Eenheid	CV-ketel	WKK klein	WKK groot
Q-rendement	%	95.0%	59.1%	nvt
E-rendement	%	nvt	35.9%	nvt
CO2 emissie	kg / m3 gas	1.8	1.8	nvt
NOx emissie	g / m3 gas	0.55	0.9	nvt

Omschrijving	Eenheid	Individueel (alleen ketel)			Individueel (WKK klein + ketel)			Totaal
Netto kasoppervlak	ha	250			166			416
		tomaat	paprika	komkom	roos	chrysant	fresia	
Q-vraag	TJ / ha.jr	16.7	15.1	15.0	15.5	12.7	7.1	
E-vraag	MWh / ha.jr	69.4	69.4	69.4	1892.6	807.2	187.2	
CO2-vraag	ton / ha.jr	361.0	265.0	276.8	291.3	243.8	0.0	
Gewas verdeling	%	40%	33%	27%	32%	27%	8%	
Indeling kasoppervlak	ha	99.8	83.2	66.5	79.0	66.5	20.8	416
Warmte dekking WKK		0%	0%	0%	60.0%	60.0%	60.0%	
Q-vraag		1667	1256	998	1225	845	148	

Berekende waarden		Individueel (alleen ketel)			Individueel (WKK klein + ketel)			Totaal
Omschrijving	Eenheid	tomaat	paprika	komkom	roos	chrysant	fresia	
Q-opwekking WKK	TJ/jr	0	0	0	735	507	89	1330
Q-opwekking CV-ketel	TJ/jr	1667	1256	998	490	338	59	4807
Q totaal (= Q-vraag)	TJ/jr	1667	1256	998	1225	845	148	6138
Gasverbruik WKK	Mm3/jr	0.0	0.0	0.0	35.4	24.4	4.3	64.1
Gasverbruik ketel	Mm3/jr	50.0	37.7	29.9	14.7	10.1	1.8	144.2
Gas totaal	Mm3/jr	50	38	30	50	35	6	208
CO2 emissie	ton/jr	211632			163305			374937
NOx emissie	kg/jr	64665			72343			137009
E-opwekking WKK	MWh/jr	0	0	0	123966	85535	14943	224445
E-vraag (gewassen)	MWh/jr	6926	5772	4617	149531	53706	3892	224445
E-overschot	MWh/jr	-6926	-5772	-4617	-25565	31829	11051	0
E-teruglevering (aan net)	MWh/jr	-17315			17315			0
vermeden gas E-centrale	Mm3/jr	-3.6	49.5% E-rendm		3.6	49.5% E-rendm		0
vermeden CO2 emissie E-centrale	ton/jr	-6458	1.8 kg/m3 gas		6458	1.8 kg/m3 gas		0
vermeden NOx emissie E-centrale	kg/jr	-5023	1.4 g/m3 gas		5023	1.4 g/m3 gas		0
Inzet restwarmte + bijwarmte	TJ/jr	0						0
vermeden gas ketel (Q-opwek)	Mm3/jr	0.0	95% Q-rendm					0
vermeden CO2 emissie ketel --> Q	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> Q	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
Inzet CO2 (van derden)	ton/jr	0						0
vermeden gas ketel (CO2-opwek)	Mm3/jr	0.0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden CO2 emissie ketel --> CO2	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
vermeden NOx emissie ketel --> CO2	kg/jr	0	0.55 g/m3 gas					0
E-verbruik transport en distributie	MWh/jr	0						0
E-verbruik CO2 compressie	MWh/jr	0						0
extra gas E-centrale	Mm3/jr	0.0	49.5% E-rendm					0
extra CO2 emissie E-centrale	ton/jr	0	1.8 kg/m3 gas					0
extra NOx emissie E-centrale	kg/jr	0	1.4 g/m3 gas					0

Netto gasverbruik (kassen + E-centrale)			208
Netto CO2 emissie	ton/jr		374937
Netto NOx emissie	ton/jr		137009

Bijlage 10: Economische evaluatie

Kanaalzone, Hydro Agri restwarmte en bijwarmte									
Warmtewisselaars									
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks		
							ww	ombouw	
a1	3.55	500	10	710	211		pijpen w.w	1	
a2	5.85	500	10	1170	300		pijpen w.w	1	
a4	5.9	500	10	1180	302		pijpen w.w	1	
a5	5.4	1500	39	92	59		pijpen w.w	1	
a6	8.3	1500	29	191	0		al aanwezig		
a7	14.3	1500	34	280	0		al aanwezig		
b1	5.8	250	56	411	146		pijpen w.w	1	
b2	6.7	250	60	449	154		pijpen w.w	1	
b3	3.2	250	61	209	94		pijpen w.w	1	
b4	5.1	250	47	433	151		pijpen w.w	1	
subtotaal ww's restwarmte 64.1					1417				
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
c1	75.4	1500	39	1284	321	1.1.E+08	pijpen w.w	1	
subtotaal ww's bijwarmte 75.4					321 1.1.E+08				
Totaal warmtelevering 140									
gebruikers									
60	2.33	3500	10	66	169		platen w.w		
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd					1907	1.1.E+08			
Ombouw installaties tbv ww's: 9 ww's					3814				
					5000				
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	6228	5	7	890	275	8.8E+06	1030		
warmwater retour	6228	5	7	890	275	8.8E+06	1030		
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512		
	302								
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					995	2.2E+07	2572		
					1991				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl			remarks	
warmwater supply	6228	4.5	1	3	11113				
warmwater retour	6228	4.5	1	3	11113				
CO2 supply	7000	4.5	0.3		3406				
passages	0 passage(s)		5000 kfl/passage		0				
CO2 opwerkingsproces					0			CO2 is al zuiver	
totaal transport					25631				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl			remarks	
heet	1	6228	1	6228	729				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	139.5	4.18	131.9				33.0		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				505001			-5.1		
variabele baten: CO2 stookgas									
Kosten: vaste en variabele					37.2	1.3E+08	20.0		
netto variabele kosten							17.1		
simple payback time [jr]								2.2	
Uitgangspunten:									
heating value gas	35.1 MJ/m3	gas prijs	0.25 fl/kWh	CO2 prijs	10 fl/ton CO2				
Q-rendement gas	95% %	electra prijs	0.15 fl/kWh						
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Kanaalzone, DOW restwarmte + CO2											
Warmtewisselaars											
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks				
							ww	ombouw			
a1	25.6	500	26	1969	437		pijpen w.w	1			
b1	23.0	1500	39	393	141		pijpen w.w	1			
b2	9.1	250	115	317	123		pijpen w.w	1			
d	7.1	250	115	247	105		pijpen w.w	1			
b3	4.3	250	108	159	80		pijpen w.w	1			
subtotaal ww's restwarmte					69.1	886					
bijkwarmte					(120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)						
subtotaal ww's bijkwarmte					0.0	0.0.E+00					
Totaal warmtelevering					69						
gebruikers					60	1.15	3500	10	33	84	platen w.w
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd					969					0.0.E+00	
Ombouw installaties tbv ww's:					5 ww's	500 kfl/ww	1939	2500			
Pompen/compressoren											
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks			
warmwater supply	3085	5	4	771	146	4.5E+06	524				
warmwater retour	3085	5	4	771	146	4.5E+06	524				
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512				
	302										
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					736					1.3E+07	1559
					1471						
Transport											
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks					
warmwater supply	3085	15	1.15	2.25	42522	kanaal Gent-Temeuzen CO2 is nog 'onzuiver'					
warmwater retour	3085	15	1.15	2.25	42522						
CO2 supply	7000	15	0.3		11352						
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000						
CO2 opwerkingsproces					2500						
totaal transport					103896						
Buffer											
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks					
heet	1	3085	1	3085	436						
Totaal											
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	remarks				
variabele baten: warmte	69.1	2.07	65.4				16.3				
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1				
variabele baten: CO2 (inkoop)				138886			-1.4				
variabele baten: CO2 stookgas											
Kosten: vaste en variabele					110.2	1.3E+07	2.0				
netto variabele kosten							22.1				
simple payback time [jr]								5.0			
Uitgangspunten											
heating value gas	35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		10 fl/ton CO2				
Q-rendement gas	95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh							
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier											
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex											

Kanaalzone, DOW restwarmte + deel CO2, Elsta bijwarmte									
Warmtewisselaars									
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks		
							ww	ombouw	
a1	25.6	500	26	1969	437		pijpen w.w	1	
b1	23.0	1500	39	393	141		pijpen w.w	1	
b2	9.1	250	115	317	123		pijpen w.w	1	
d	7.1	250	115	247	105		pijpen w.w	1	
b3	4.3	250	108	159	80		pijpen w.w	1	
subtotaal ww's restwarmte					69.1	886			
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
elsta	70.9	1500	39	1207	307	1.0.E+08	pijpen w.w	1	
subtotaal ww's bijwarmte					70.9	307	1.0.E+08		
Totaal warmtelevering					140				
gebruikers									
60	2.33	3500	10	67	170		platen w.w		
totaal warmtewisselaars					1362	1.0.E+08			
geïnstalleerd					2725				
Ombouw installaties tbv ww's:					2500				
6 ww's					500 kfl/ww				
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	6250	5	7	893	276	8.8E+06	1033		
warmwater retour	6250	5	7	893	276	8.8E+06	1033		
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512		
	302								
totaal pompen/compressoren					996	2.2E+07	2578		
geïnstalleerd					1993				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks			
warmwater supply	6250	15	1.15	2.25	42522				
warmwater retour	6250	15	1.15	2.25	42522				
CO2 supply	7000	15	0.3		11352				
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000			kanaal Gent-Terneuzen	
CO2 opwerkingsproces					2500			CO2 is nog 'onzuiver'	
totaal transport					103896				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	6250	1	6250	731				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	140	4.20	132.4				33.1		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				509546			-10.2		
variabele baten: CO2 stookgas									
Kosten: vaste en variabele					111.8	1.3E+08	19.0		
netto variabele kosten							13.0		
simple payback time [jr]									8.6
Uitgangspunten									
heating value gas	35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		20 fl/ton CO2		
Q-rendement gas	95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh					
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Zuid Beveland West, Total uitsluitend restwarmte									
Warmtewisselaars rest-warmte									
	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks		
							ww	ombouw	
1	2.7	500	36	148	77		pijpen w.w	1	
2	2.9	500	40	145	76		pijpen w.w	1	
3	3.2	250	36	356	132		pijpen w.w	1	
4	6.4	500	29	444	153		pijpen w.w	1	
5	6.9	500	36	383	139		pijpen w.w	1	
6	22.7	250	67	1349	332		pijpen w.w	1	
subtotaal ww's restwarmte					44.8	910			
bijkwarmte					(120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)				
subtotaal ww's bijkwarmte					0	0.0.E+00			
Totaal warmtelevering					45				
gebruikers									
60	0.75	3500	10	21	54		platen w.w		
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd					964	0.0.E+00			
Ombouw installaties tbv ww's:					1928				
6 ww's					500 kfl/ww	3000			
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	2000	5	2	1000	84	2.8E+06	324		
warmwater retour	2000	5	2	1000	84	2.8E+06	324		
CO2 supply	0	2	0	0	0	0.0E+00	0		
0 (ton CO2/dag)									
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					168	5.5E+06	648		
					336				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks			
warmwater supply	2000	7.5	1.15	2.25	21261	geen CO2 levering			
warmwater retour	2000	7.5	1.15	2.25	21261				
CO2 supply	0	0	0		0				
passages	1 passage(s)			5000 kfl/passage	5000	geen CO2 levering			
CO2 opwerkingsproces					0				
totaal transport					47522				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	2000	1	2000	322				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	44.8	1.34	42.4				10.6		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				99343			-9.9		
variabele baten: CO2 stookgas							0.8		
Kosten: vaste en variabele					53.1	5.5E+06	8.9		
netto variabele kosten									
simple payback time [jr]								5.9	
Uitgangspunten									
heating value gas	35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		100 fl/ton CO2		
Q-rendement gas	95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh					
- Exclusief kosten voor verzamelingsstelsel op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Zuid Beveland West, Total restwarmte + CO2-gas, EPZ bijwarmte									
Warmtewisselaars									
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks ww ombouw		
	1	2.7	500	36	148	77		pijpen w.w	1
	2	2.9	500	40	145	76		pijpen w.w	1
	3	3.2	250	36	356	132		pijpen w.w	1
	4	6.4	500	29	444	153		pijpen w.w	1
	5	6.9	500	36	383	139		pijpen w.w	1
	6	22.7	250	67	1349	332		pijpen w.w	1
subtotaal ww's restwarmte					44.8	910			
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
EPZ		71.2	1500	39	1212	308	1.0.E+08	pijpen w.w	1
subtotaal ww's bijwarmte					71	308	1.0.E+08		
Totaal warmtelevering					116				
gebruikers									
	60	1.93	3500	10	55	141		platen w.w	
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd						1358	1.0.E+08		
Ombouw installaties tbv ww's: 7 ww's						2716			
						3000			
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	5179	5	6	863	232	7.3E+06	861		
warmwater retour	5179	5	6	863	232	7.3E+06	861		
CO2 supply	13000	2	2	6500	845	8.1E+06	959		
247 (ton CO2/dag + 24MW thermisch)									
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					1310	2.3E+07	2681		
					2619				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	kfl	remarks			
warmwater supply	5179	7.5	1.15	2.25	21261				
warmwater retour	5179	7.5	1.15	2.25	21261				
CO2 supply	13000	5	0.3		3784				
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000				
CO2 opwerkingsproces					2500	tbv verbranding CO2			
totaal transport					53806				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	5179	1	5179	635				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	116	3.48	109.7					27.4	
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4					9.1	
variabele baten: CO2 (inkoop)				0				0.0	
variabele baten: CO2 stookgas	24	0.72	22.0					-5.5	
Kosten: vaste en variabele					62.8	1.3E+08		19.2	
netto variabele kosten								11.9	
simple payback time [jr]								5.3	
Uitgangspunten									
heating value gas	35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		10 fl/ton CO2		
Q-rendement gas	95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh					
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Zuid Beveland West, Thermphos & Total restwarmte + CO2, EPZ bijwarmte									
Warmtewisselaars									
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks		
							ww	ombouw	
	1	2.7	500	36	148	77	pijpen w.w	1	
	2	2.9	500	40	145	76	pijpen w.w	1	
	3	3.2	250	36	356	132	pijpen w.w	1	
	4	6.4	500	29	444	153	pijpen w.w	1	
	5	6.9	500	36	383	139	pijpen w.w	1	
	6	22.7	250	67	1349	332	pijpen w.w	1	
	x	48				5000	schatting	2	
subtotaal ww's restwarmte					92.8	5910			
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
EPZ		23.2	1500	39	395	142	3.4.E+07	pijpen w.w	1
subtotaal ww's bijwarmte					23	142	3.4.E+07		
Totaal warmtelevering					116				
gebruikers									
60	1.93	3500	10	55	141		platen w.w		
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd					6192	3.4.E+07			
Ombouw installaties tbv ww's: 8 ww's					12385				
					3500				
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	5179	5	6	863	232	7.3E+06	861		
warmwater retour	5179	5	6	863	232	7.3E+06	861		
CO2 supply	13000	2	2	6500	845	8.1E+06	959		
247 (ton/dag)									
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					1310	2.3E+07	2681		
					2619				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks			
warmwater supply	5179	11	1.15	2.25	31183				
warmwater retour	5179	11	1.15	2.25	31183				
CO2 supply	13000	5	0.3	0	3784				
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000				
CO2 opwerkingsproces					2500	tbv verbranding CO2			
totaal transport					73650				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	5179	1	5179	635				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr		vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	116	3.48	106.5				26.6		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				0			0.0		
variabele baten: CO2 stookgas	24	0.72	22.0				-5.5		
Kosten: vaste en variabele					92.8	5.7E+07	8.5		
netto variabele kosten							21.7		
simple payback time [jr]								4.3	
Uitgangspunten:									
heating value gas		35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		10 fl/ton CO2	
Q-rendement gas		95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh				
- Exclusief kosten voor in-/uitbouwkosten en verzamelingsstelsel op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Reimerswaal, BASF restwarmte + CO2, leiding lengte 8 km (niet via leiding trace)									
Warmtewisselaars									
rest-warmte		Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks ww ombouw	
	1	20	500	10	4000	735		pijpen w.w	1
	2	3.5	500	10	700	209		pijpen w.w	1
	3	1.3	500	10	260	108		pijpen w.w	1
	4	13	500	10	2600	535		pijpen w.w	1
	5	1.5	500	10	300	119		pijpen w.w	1
subtotaal ww's restwarmte 39.3						1705			
bijwarmte		(120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)							
	1	0	1500	39	0		0.0.E+00	pijpen w.w	
subtotaal ww's bijwarmte						0			
Totaal warmtelevering		39.3							
gebruikers									
	10	3.93	3500	10	112	48		platen w.w	
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd						1753	0.0.E+00		
Ombouw installaties tbv ww's: 5 ww's 500 kfl/ww						3506			
						2500			
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	1754	5	2	877	45	2.5E+06	291		
warmwater retour	1754	5	2	877	45	2.5E+06	291		
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512		
302 (ton/dag)									
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					534	9.3E+06	1094		
					1067				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks			
warmwater supply	1754	8	0.6	1.75	11943	CO2 is al zuiver			
warmwater retour	1754	8	0.6	1.75	11943				
CO2 supply	7000	8	0.275		5562				
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000				
CO2 opwerkingsproces					0				
totaal transport					34448				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	1754	1	1754	295				
Totaal									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	39.3	1.18	37.2				9.3		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				93621			-0.9		
variabele baten: CO2 stookgas									
Kosten: vaste en variabele					41.8	9.3E+06	1.4		
netto variabele baten							16.1		
simple payback time [jr]					2.6				
Uitgangspunten									
heating value gas	35.1	MJ/m3	gas prijs	0.25	fl/kWh	CO2 prijs	10	fl/ton CO2	
Q-rendement gas	95%	%	electra prijs	0.15	fl/kWh				
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Reimerswaal, BASF restwarmte + CO2, bijwarmte van wkk; leiding lengte 8 km (niet via leiding trace)									
Warmtewisselaars restwarmte									
	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks ww ombouw		
	1	20	500	10	4000	735		pijpen ww	1
	2	3.5	500	10	700	209		pijpen ww	1
	3	1.3	500	10	260	108		pijpen ww	1
	4	13	500	10	2600	535		pijpen ww	1
	5	1.5	500	10	300	119		pijpen ww	1
subtotaal ww's restwarmte					39.3	1705			
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
	1	100.7	1500	39	1715	395	1.5.E+08	pijpen ww	
subtotaal ww's bijwarmte						395			
Totaal warmtelevering					140				
gebruikers									
	60	2.33	3500	10	67	170		platen ww	
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd						2270	1.5.E+08		
Ombouw installaties tbv ww's:					5 ww's	500 kfl/ww	4540		
						2500			
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	pompen no	flow/pomp m3/hr	vaste kosten kfl	E-vraag kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	6250	5	7	893	242	8.8E+06	1033		
warmwater retour	6250	5	7	893	242	8.8E+06	1033		
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512		
					302 (ton/dag)				
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					928	2.2E+07	2578		
					1857				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl	remarks			
warmwater supply	6250	8	1	3	19756				
warmwater retour	6250	8	1	3	19756				
CO2 supply	7000	8	0.275		5562				
passages	1 passage(s)		5000 kfl/passage		5000				
CO2 opwerkingsproces					0	CO2 is al zuiver			
totaal transport					50074				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl	remarks			
heet	1	6250	1	6250	731				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	E-vraag kWhr/jr	var. kost Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	140	4.20	132.4				33.1		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				509546			-5.1		
variabele baten: CO2 stookgas									
Kosten: vaste en variabele					59.7	1.7E+08	25.6		
netto variabele baten							11.6		
simple payback time [jr]					5.2				
Uitgangspunten:									
heating value gas		35.1 MJ/m3	gas prijs		0.25 fl/kWh	CO2 prijs		10 fl/ton CO2	
Q-rendement gas		95% %	electra prijs		0.15 fl/kWh				
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

Bijlage 10: Economische evaluatie

Reimerswaal, BASF restwarmte + CO2, bijwarmte van wkk; leiding lengte 12.3 km (via leiding trace)									
Warmtewisselaars									
rest-warmte	Duty MW	U W/m2.°C	dt °C	A m2	vaste kosten kfl	e-productie kWhr/jr	remarks ww ombouw		
1	20	500	10	4000	735		pijpen w.w	1	
2	3.5	500	10	700	209		pijpen w.w	1	
3	1.3	500	10	260	108		pijpen w.w	1	
4	13	500	10	2600	535		pijpen w.w	1	
5	1.5	500	10	300	119		pijpen w.w	1	
subtotaal ww's restwarmte 39.3					1705				
bijwarmte (120C verzadigde extractie-stoom uit turbine)									
1	100.7	1500	39	1715	395	1.5.E+08	pijpen w.w		
subtotaal ww's bijwarmte					395				
Totaal warmtelevering 140									
gebruikers									
60	2.33	3500	10	67	170		platen w.w		
totaal warmtewisselaars geïnstalleerd					2270	1.5.E+08			
Ombouw installaties tbv ww's: 5 ww's 500 kfl/ww					4540				
					2500				
Pompen/compressoren									
	flow m3/hr	dp bar	n pomp	flow m3/hr-pomp	vaste kosten kfl	e-kosten kWhr/jr	motor kWe	remarks	
warmwater supply	6250	5	7	893	242	8.8E+06	1033		
warmwater retour	6250	5	7	893	242	8.8E+06	1033		
CO2 supply	7000	2	1	7000	445	4.3E+06	512		
302 (ton/dag)									
totaal pompen/compressoren geïnstalleerd					928	2.2E+07	2578		
					1857				
Transport									
	flow m3/hr	L km	D m	v m/s	vaste kosten kfl			remarks	
warmwater supply	6250	12.3	1.15	2.5	34868				
warmwater retour	6250	12.3	1.15	2.5	34868				
CO2 supply	7000	12.3	0.275		8552				
passages	3 passage(s)		5000 kfl/passage		15000				
CO2 opwerkingsproces					0			CO2 is al zuiver	
totaal transport					93288				
Buffer									
	tijd hr	volume m3	n tank	volume m3/tank	vaste kosten kfl			remarks	
heet	1	6250	1	6250	731				
Totalen									
	Vermogen MWth	aardgas m3/s	aardgas Mm3/jr	CO2 ton/jr	vaste kosten Mfl	e-kosten kWhr/jr	Mfl/jr	remarks	
variabele baten: warmte	140	4.20	132.4				33.1		
variabele baten: CO2 (uit ketel)			36.4				9.1		
variabele baten: CO2 (inkoop)				509546			-5.1		
variabele baten: CO2 stookgas									
Kosten: vaste en variabele					102.9	1.7E+08	25.6		
netto variabele baten							11.6		
simple payback time [jr]								8.9	
Uitgangspunten									
heating value gas	35.1 MJ/m3		gas prijs		0.25 fl/kWh		CO2 prijs		10 fl/ton CO2
Q-rendement gas	95% %		electra prijs		0.15 fl/kWh				
- Exclusief kosten voor verzamelleidingsysteem op het terrein van leverancier									
- Exclusief kosten voor distributiesysteem warmte en CO2 in glastuinbouwcomplex									

BIJLAGE 11: Overzicht contactpersonen

Geinventariseerde bedrijven	Contactpersoon	Functie	Telf Nr
De Vitrite Fabriek			0118-68 09 11
Elf Atochem	Monique ten Elzen	milieucoördinator	0113-61 73 89
Elf Atochen Vlissingen BV	dhr C. Braakman		0113-61 70 00
EPZ NV	Jan de Jong	manager technologische ondersteuning	040-250 32 38
EPZ NV	Mark Bouwmeester	procestechnoloog techn. ondersteuning	040-250 32 19
Hercules BV	dhr T. Breijer		0118-67 80 00
Industrieel Park Vlissingen BV	Jos Zanders	manager energy, safety & environment	0113-68 92 45
Kosa Netherlands BV	dhr Harkink	energiecoördinator	0113-68 93 47
Pechiney Nederland bv	dhr. Dijkmans		0113-61 50 00
Seaway Chemicals Processing	dhr Roos	bedrijfsleider	0113-68 94 00
Seaway Chemicals Processing	dhr de Wit	milieucoördinator	0113-68 94 00
Thermphos International bv	Joop van de Bremen	milieucoördinator	0113-68 96 11
Thermphos International bv	Rob de ruiter	manager technical services	0113-68 97 00
Total Raffinaderij Nederland NV	Stan Wullems	manager technical services	0113-61 93 11
Total Raffinaderij Nederland NV	Theo Willemstein	manager quality management	0113-61 36 44
Cerestar Benelux BV	F. van Esch	manager process development	0115-45 93 00
De Hoop	Dhr. van Dikshoorn	milieucoördinator	0115-68 03 45
Dow Chemical	Jan van Seters	specialist milieuzaken	0115-67 12 34
Dow Chemical	Joop Wigman	technoloog EO-plant	0115-67 22 72
Dow Chemical	Christine de Laeter	energiecoördinator	0115-67 36 50
Elopak	dhr Willems	milieu-coördinator	0115-68 20 00
Elopak	dhr van Rijsbergen	technical manager	
Elsta	Johan Zwemmelaar	oprichtings manager	0115-64 14 00
Hydro Agri Sluiskil	Jan Duerloo	general manager	0115-47 41 13
Hydro Agri Sluiskil	Wim Versteede	principal process engineer	0115-47 45 81
Hydro Agri Sluiskil/ Zepower	Lucio Grisolia	waarschijnlijk nieuwe directeur Zepower	0032-(0)2-773 52 60
Outokumpu		milieucoördinator	0115-47 47 00
Philips Lightning	dhr Geelhoed	energie coordinator	0115-68 40 11
Sidmar, Zelzate	Rudy Mollet	environm. license & regulation manager	0032-(0)9-347 24 24
Sidmar, Zelzate	Eddy de Smedt	staff manager utilities man. engin. DPT	0032-(0)9-347 38 98
Sidmar, Zelzate	Carl Buttiens	milieucoördinator	0032-(0)9-347 26 05
Zuid Chemie	dhr Bogaart	milieucoördinator	0115-45 60 00
BASF, Antwerpen	Jan Langes	procestechnoloog	0032-(0)3-561 21 22
Electrabel	dhr Hein Dirix	project manager regio antwerpen	0032-(0)3-543 39 09
Electrabel	dhr Rene Kwiks	wkk specialist electrabel	0032-(0)2-518 63 92

Overigen	Contactpersoon	Functie	Telf Nr
Dienst Landelijk Gebied, Zeeland	Erik Schenk	medewerker inrichting	0113-23 79 11
Prov. Zeeland, Afd. Milieuhygiëne	John Jansen	medewerker bedrijven algemeen	0118-63 19 80
Het Groene Woud	J. Sanders	(projectleider MER)	0118-63 19 34
Arcadis	Jorrit van Zanden		0113-22 74 10
Grontmij, Water & Reststoffen	Rogier Coenraads		030-694 35 21
Ingenieursbureau Het Noorden	Dirk Steen		058-233 08 87
Delta Nuts Bedrijven	Carlo van Gremberghe		0118-88 24 75
Prov. Zeeland	Jan Willemse		0118-63 17 00
Energie Delfland N.V.	Daan de Kruijk	bureau bijzondere projecten	015-251 47 17