

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond

Opgesteld voor
Energie Rijnmond

Achtergrondrapportage

Delft, oktober 2002

Opgesteld door: F.J. Rooijers
F. de Haan
M. Groot
K. Blaauw
S. Slingerland
K. Singels
I. de Keizer



Inhoud

Inleiding	1
1 Technisch mogelijke warmteopties	3
1.1 Methode	3
1.2 Informatiebronnen	4
1.3 Vragers en Aanbieders	5
1.3.1 Locaties met een warmtevraag	5
1.3.2 Aanbieders	7
1.4 Warmtevraag	7
1.5 Aanbod van warmte	9
1.6 Warmteopties	10
2 Maatschappelijk rendabele warmteopties	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Onderzoeksopzet	13
2.3 Selectie van rendabele warmteprojecten	15
2.4 Gevoeligheidsanalyse	24
2.5 Ontwikkelingstrajecten voor de warmteprojecten	24
2.6 Conclusie	25
3 Ervaringen elders	27
3.1 Inleiding	27
3.2 Amsterdam	27
3.2.1 Levering van AVI aan Westelijk Havengebied	27
3.2.2 Levering van UNA aan IJburg	28
3.3 Apeldoorn	28
3.4 Overige initiatieven	29
3.5 Knelpunten en aanbevelingen	30
4 Knelpunten en oplossingen	33
4.1 Actorenanalyse	33
4.2 Knelpuntenanalyse	35
4.2.1 INES-BIR project	35
4.2.2 Eurodelta-project	37
4.2.3 Stadsverwarming Rotterdam-Zuid	39
4.2.4 STEG Bleiswijk	40
4.2.5 Belangrijkste knelpunten in de onderzochte cases	42
4.3 Oplossingsrichtingen, rollen actoren en instrumenten overheid	43
4.4 Nationaal	45
4.5 Rijnmond	45
4.6 Conclusies	47
A Aansluitwaarde van warmtevragende locaties	51
B Overzicht knelpunten	53
C Berekeningen	55
D Literatuurlijst	59

Inleiding

Benutting restwarmte in de Rijnmond

De afgelopen jaren is er veel onderzoek gedaan naar verbetering van de energie-intensiteit van de Rijnmond (o.a. Energy 2010). Er zijn diverse projecten uitgevoerd, maar er zijn ook veel kansrijke projecten aangegeven die, tot nu toe, niet in uitvoering zijn genomen. Met name de projecten waarbij meerdere partijen een rol moeten spelen komen niet eenvoudig tot realisatie.

Maatschappelijk is er de wens om de milieueffecten van het brandstofverbruik te verlagen, maar die algemene maatschappelijke wens is voor lokale partijen van onvoldoende belang om daadwerkelijk tot investeringen over te gaan, zeker als het onrendabele infrastructurele projecten betreft.

In het kader van het transitie management heeft EZ de Rijnmond uitgekozen als één van de speerpunten. Samen met de lokale actoren verenigd in Energie Rijnmond zal gewerkt gaan worden aan een nieuwe fase in het energie/milieubeleid.

Energie Rijnmond werkt op dit moment aan drie sporen om te komen tot een schoon fossiele energievoorziening in 2020 en een duurzame energievoorziening in 2040:

- strategie op weg naar een schoon fossiele energiehuishouding in 2020;
- uitvoeringsprojecten: benutting van restwarmte en CO₂, duurzame energie;
- het opzetten en onderhouden van een kennisnetwerk.

Voor het ontwikkelen van een strategische visie heeft Energie Rijnmond CE gevraagd de kansen voor benutting van restwarmte voor de periode 2000-2020 in kaart te brengen. Hierbij zal ook moeten worden aangegeven op welke wijze het overheidsbeleid de markt voor restwarmte mede kan vormgeven. Dit is in de vorm van een essay beschreven. Uitwerking van de ideeën zal plaatsvinden in fase 2 nadat de stuurgroep Energie Rijnmond hiervoor fiat heeft verleend.

In het NMP-4 (2001) wordt het belang van benutting van industriële restwarmte, onder meer in de glastuinbouw, benadrukt. Aangekondigd wordt dat het volgende kabinet een beslissing zal nemen over eventuele financiering van een warmte infrastructuur binnen Rijnmond. Voor zo'n warmte infrastructuur is op het symposium van Energy 2010 in november 2000 een globale opzet gepresenteerd.

Momenteel vindt binnen het HIC (Haven- en IndustrieComplex) al een intensieve uitwisseling van grondstoffen en tussenproducten tussen gespecialiseerde producenten en afnemers plaats. Enkele grote projecten voor energiewinning uit afval en biomassa zijn gepland, een project voor aanlanding van biomassa, uit Rusland, is in voorbereiding.

Vergeleken met onderwerpen als CO₂-reductie, biomassa en waterstof, krijgt benutting van industriële restwarmte de laatste tijd minder aandacht. In de afgelopen jaren is een aantal industriële restwarmteprojecten, die in het kader van het CO₂-reductieplan zijn ingediend, niet doorggegaan vanwege een slechte rentabiliteit:

INES-BIR (Pernis-Botlek), Eurodelta (Westland), stadsverwarming Rotterdam-Zuid, en het (niet-industriële) project STEG Bleiswijk (B-driehoek). Het project warmtelevering aan Hoogvliet is vooral bedoeld als aanzet om restwarmtebenutting op termijn mogelijk te maken.

De realisatie van grote brandstofbesparende projecten vergt een inspanning van meerdere partijen, zoals bedrijven die warmte als restproduct hebben, bedrijven die warmte nodig hebben, bedrijven die warmte produceren, bedrijven die handelen in warmte, partijen die investeren in infrastructuur, etc. Daarbij zijn verschillende knelpunten aanwezig die te maken hebben met de rentabiliteit van de warmtesystemen (hoge kosten infrastructuur, lage marktwaarde om brandstof te besparen), maar ook met een gebrek aan belangen om de warmte aan te bieden of af te nemen. Ook zijn er belangen die zich richten tegen de benutting van restwarmte zoals partijen die nu in de warmtebehoefte voorzien.

Het doel van deze notitie is te dienen als achtergrond bij het essay "Benutting restwarmte in de Rijnmond". Hierin wordt aangegeven op welke wijze restwarmtebenutting in Rijnmond in de komende 20 jaar van de grond kan komen waarbij wordt aangegeven om welke warmtevraag (en waar) en welke CO₂-reductie het gaat, welke kosten er mee gemoeid zijn, welke sectoren en gebieden wel, maar ook welke niet in de uitwerking zullen worden meegenomen, en op welke wijze de knelpunten kunnen worden ondergaan door stimulerende spelregels.

De zichtperiode hierbij is de periode 2000 - 2020 waarbij niet het huidige financieel/economische kader geldt, maar waarbij CO₂-emissie een prijs zal krijgen en er slimme, creatieve instrumenten ingezet worden om maatschappelijk verantwoorde warmteprojecten van de grond te krijgen.



1 Technisch mogelijke warmteopties

1.1 Methode

Doel van de eerste fase van dit onderzoek is om te bepalen wat de mogelijkheden zijn voor restwarmtebenutting in de Rijnmond. Het gaat hierbij uitdrukkelijk om het zogeheten technisch potentieel en niet om de economische rentabiliteit. Financiële haalbaarheid is in de tweede fase van het onderzoek nagegaan en zal in het volgende hoofdstuk aan de orde komen. Bij het bepalen van het technisch potentieel is in eerste instantie nagegaan waar restwarmte beschikbaar komt en op welke locaties warmte wordt gebruikt. Vervolgens is het warmteprofiel van het aanbod en de vraag naar warmte in kaart gebracht, waarna op basis daarvan logische combinaties zijn gemaakt van locaties waar warmte vrijkomt en locaties waar warmte wordt gevraagd. Het technisch potentieel is kortom in vier stappen in beeld gebracht:

- 1 Bepalen van vragers en aanbieders in de omgeving.
- 2 Bepalen (karakteristieken) warmtevraag.
- 3 Bepalen (karakteristieken) van warmteaanbod.
- 4 Bepalen technisch potentieel: warmteopties.

ad 1

Bij het selecteren van de locaties waar warmte wordt gevraagd, is niet alleen gekeken naar locaties zijn met naar verwachting een hoge warmtevraag, maar ook naar andere aspecten die de locatie interessant maken voor het distribueren van restwarmte. Dit kunnen bijvoorbeeld plannen zijn voor het renoveren van woonwijken, omdat herstructurering een natuurlijk moment is om een warmtenet aan te leggen. Een andere reden kan zijn dat een locatie grenst aan een al bestaand distributienet, en het uitbreiden van dit net relatief eenvoudig kan plaatsvinden.

Omdat de restwarmte redelijk geconcentreerd vrijkomt in het industriegebied rond de Nieuwe Waterweg, is vooraf geen selectie gemaakt van de aanbieders van restwarmte. Het totale aanbod is in kaart gebracht.

ad 2 en 3

Om het technisch potentieel te bepalen is niet alleen inzicht nodig in de totale warmtevraag en aanbod, maar ook in andere energiekarakteristieken zoals de temperatuur en het vermogen. Het verwarmingssysteem in bestaande woningen bijvoorbeeld, is gedimensioneerd op een aanvoertemperatuur van 90°C. Rekening houdend met verliezen tijdens transport en distributie is voor de bestaande woningbouw daarom restwarmte nodig met een temperatuur van circa 120°C. Verder zal het vermogen van de restwarmte samen met het vermogen van een hulpwarmteketel voldoende hoog moeten zijn, om de pieklast op een locatie aan te kunnen. Anders is technisch gezien benutting van restwarmte geen optie. Hetzelfde geldt voor de momenten waarop restwarmte beschikbaar is en warmte nodig is. Wanneer dit niet goed op elkaar aansluit, is benutting van restwarmte geen haalbare kaart.

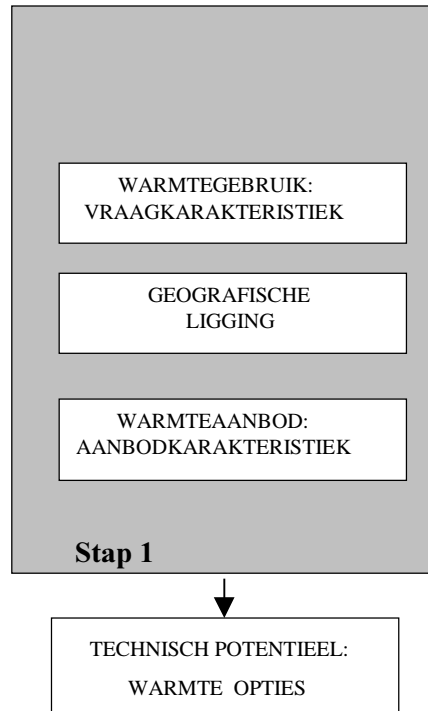
Bij het bepalen van de vraag en het aanbod van warmte is gelet op de volgende warmtekarakteristieken:

- warmtevraag [PJ/jr];
- temperatuur [°C];
- vermogen [MW];
- bedrijfstijd [dag/nacht/zomer/winter].

ad 4

In de laatste stap is het technisch potentieel bepaald in de vorm van warmteopties. Warmteopties zijn logische combinaties van warmteaanbieders en warmtevragers, waarbij gelet is op de geografische ligging van de warmtebron ten opzichte van de warmtevraag. Een schematische weergave van de methode om de warmteopties te bepalen, is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 Bepalen van het technisch potentieel



1.2 Informatiebronnen

Bij de inventarisatie is gebruik gemaakt van bestaande informatie, omdat naar uitwisseling van warmte en andere maatregelen voor CO₂-reductie in Rijnmond al veel studie is verricht. Rijnmond is namelijk bij uitstek geschikt voor restwarmtebenutting, omdat veel industrie aanwezig is en deze zich relatief dichtbij woonwijken en de glastuinbouw bevindt. In hoofdstuk 4 zijn vier voorbeelden van haalbaarheidsstudies beschreven.

Twee belangrijke bronnen van informatie die zijn gebruikt om de warmteopties te bepalen zijn de warmtekaart van CE en de studie van Stichting Europort / Botlek Belangen (INES-BIR, Benutting Industriële Restwarmte). De warmtekaart is samen met andere haalbaarheidsstudies gebruikt om de locaties met een warmtevraag in beeld te brengen, samen met de hoogte van de warmtevraag. De INES-BIR studie is bestudeerd om de aanbieders en het aanbod van warmte te bepalen.

De warmtekaart is eenvoudig gezegd een geografisch overzicht van de warmtevraag in (delen van) Nederland. In bredere zin wordt met de warmtekaart een methodiek bedoeld waarmee de (economisch rendabele) warmtevraag kan worden bepaald en gevisualiseerd. Kenmerkend voor de methodiek is het duidelijke onderscheid naar de kosten voor de productie van warmte en de kosten voor de distributie van warmte. De basis voor de bere-

kening van de warmtevraag is een database met aantal woningen, aantal utiliteitsgebouwen, aantal hectare glastuinbouw en energiekenmerken. Deze gegevens zijn per postcodegebied bekend. De informatie uit de warmtekaart is aangevuld met actuele informatie over uitbreiding van de woning- en glastuinbouw.

INES-BIR staat voor Industrieel Ecosysteem, Benutting Industriële Restwarmte. Het doel van deze studie was het vaststellen van technisch en economische haalbaarheid van een infrastructuur voor restwarmte uit het Europort Botlek gebied.

In deze studie zijn energiedeskundigen van alle bedrijven in het gebied via een enquête geraadpleegd over het aanbod aan restwarmte.

1.3 Vragers en Aanbieders

1.3.1 Locaties met een warmtevraag

Belangrijke gebieden die in de analyse zijn betrokken vanwege grote warmtevraag of om andere redenen zijn in Tabel 1 weergegeven. Deze locaties zijn vervolgens kort toegelicht.

Tabel 1 Interessante locaties voor afzet restwarmte

Glastuinbouw	Westland
	Tinte/Vierpolders
	B-driehoek: Bleiswijk, Berkel en Bergschenhoek
Woning en utiliteitsbouw	Rotterdam-Zuid
	Schiedam / Vlaardingen
	Ommoord
	Hoogvliet
Leveringsgebied WKK centrales	Gallei centrale, RoCa 1 en RoCa 2 centrale
	RoCa 3 centrale

ad 1. Glastuinbouw

Vanwege de grote warmtevraag in de glastuinbouw, is deze sector een interessante potentiële afnemer van restwarmte. Twee grote bestaande glastuinbouwgebieden in (de omgeving van) Rijnmond zijn Westland en de B-driehoek. Bij Tinte/Vierpolders is een groot nieuw glastuinbouwgebied gepland.

Westland is van oudsher het grootste tuinbouwgebied in Nederland waar momenteel circa 3.000 ha aan glastuinbouw aanwezig is. Voor dit gebied bestaan herstructureringsplannen waardoor dit aandeel naar verwachting met circa 700 ha afneemt tot 2.300 ha. Het Westland zal zich in de komende jaren ontwikkelen tot een gebied waar ruimte is voor duurzame glastuinbouw, maar ook voor wonen, groen, water, toerisme en recreatie.

In de zogeheten B-driehoek (inclusief Pijnacker) is circa 850 ha glastuinbouw aanwezig en wordt een uitbreiding verwacht van zo'n 300 ha. Onder andere tuinders die het Westland moeten verlaten kunnen zich hier vestigen. In de B-driehoek en met name in Bleiswijk, zijn de bedrijven gemiddeld beduidend groter dan het landelijk gemiddelde. Een gunstig gegeven wanneer gekozen wordt voor toepassing van restwarmte.

De omvang van de geplande glastuinbouw bij Tinte/Vierpolders bedraagt circa 200 ha. Dit gebied is een interessante locatie voor de afzet van restwarmte, omdat het ligt tussen de Maasvlakte (aanbieder) en Tinte, waar al glastuinbouw aanwezig is.

ad 2. Woning en utiliteitsbouw

De warmtevraag van de woning- en utiliteitsbouw is veel kleiner, maar omdat sommige locaties gunstig gesitueerd zijn ten opzichte van warmtebronnen, of bestaande warmtenetten, kunnen ze toch interessant zijn om nader te beschouwen. Met name als het om nieuwbouw, of om grootschalige renovatieprojecten gaat. Het aanleggen van een distributienet, met name bij nieuwbouw, brengt dan namelijk minder kosten met zich mee.

In Rotterdam-Zuid is in de zestiger jaren veel gebouwd en aangesloten op een collectief verwarmingsysteem. Dit maakt de wijk geschikt voor een warmtenet, naast het feit dat in Rotterdam al een stadsverwarmingsnet aanwezig is. In paragraaf 4.2 wordt nader ingegaan op Rotterdam-Zuid.

In Hoogvliet Gemeente Rotterdam is een grootschalige herstructurering gepland, waarbij 100.000 m² kantooroppervlak en 5.000 woningen zijn betrokken. Omdat Hoogvliet dichtbij Shell Pernis ligt, bestaan er plannen om deze locatie van restwarmte uit Pernis te voorzien.

Ommoord is een wijk in Rotterdam die deels is aangesloten op het warmtenet. Vijf flatgebouwen (870 appartementen) zijn na herstructurering op het net aangesloten. Omdat al een warmtenet aanwezig is, is uitbreiding van dit net een voor de hand liggende optie.

In Schiedam/Vlaardingen is veel zestiger jaren bouw te vinden, en worden veel woningen collectief verwarmd. Dit maakt delen van de stad erg geschikt voor restwarmtebenutting.

ad 3. Verzorgingsgebied bestaande WKK centrales

Serieuze optie voor de benutting van restwarmte is om op termijn ook het huidige stadsverwarmingsnet in (de omgeving van) Rotterdam van restwarmte te voorzien in plaats van met warmte geproduceerd door de centrale 'Galileistraat' en de twee RoCa centrales. Achterliggende gedachte hierbij is de ontwikkelingen op de elektriciteitsmarkt waarbij de toegevoegde waarde van warmtelevering uit elektriciteitscentrales afneemt. De vraag van de woningen en de glastuinbouw die op het huidige stadsverwarmingsnet zijn aangesloten wordt daarom ook in kaart gebracht.

Het warmtenet in de binnenstad van Rotterdam is aangelegd bij de herbouw na de tweede wereldoorlog. Dit net wordt momenteel van warmte voorzien door de WKK centrale Galileistraat. Bij de uitbreiding van Capelle aan den IJssel begin jaren tachtig is in deze stad eveneens een warmtenet aangelegd, en zijn twee WKK centrales gebouwd (RoCa 1 en RoCa 2) die de warmte leveren. Tussen beide distributienetten is tevens een verbinding gelegd. Halverwege jaren negentig is een warmtenet gelegd naar zo'n 130 tuinders in de zogeheten B-driehoek. Dit net wordt gevoed door RoCa 3.

Voor bedrijvenclusters tenslotte is niet gekeken naar koppeling van hoogwaardige warmtestromen. Dit vergt andere netten dan de benutting van restwarmte die bovendien alleen zeer lokaal rendabel zijn te krijgen.



1.3.2 Aanbieders

Zoals de naam van het project al aangeeft zijn de aanbieders van warmte de industriële partijen. Omdat de eis tot rendabele exploitatie voor een infrastructuur beperkingen oplegt aan de afstand tussen warmtebronnen, is het industriegebied in Rijnmond in eerste instantie opgesplitst in de vier onderstaande geografische delen:

- Maasvlakte;
- Europoort;
- Botlek;
- Pernis.

Omdat ook het stadsverwarmingsnet in Rotterdam nader wordt bekeken, wordt ook het huidige vermogen van de bestaande WKK centrales in kaart gebracht.

1.4 Warmtevraag

De vraag naar warmte is per doelgroep bepaald, omdat de warmtekaracteristieken tussen groepen verschillen, maar binnen groepen redelijk overeenkomen. De volgende drie doelgroepen zijn onderscheiden:

- woningbouw;
- utiliteitsbouw (o.a. kantoren);
- glastuinbouw.

In Tabel 2 is de warmtevraag per locatie weergegeven¹. Wat opvalt is de grote warmtevraag van glastuinbouwgebieden in vergelijking met bebouwde locaties. Met name de vraag van de bestaande glastuinbouwlocaties Westland en de B-driehoek is erg hoog.

Bij het ontwerpen van een distributiesysteem is het niet alleen belangrijk om te weten wat de totale warmtevraag is, maar ook welke vermogensvraag benodigd is. Het is energetisch gezien niet voordelig om het maximaal gevraagde vermogen te leveren met alleen restwarmte. Veel gunstiger is om een hulpwarmteketel in te schakelen voor de pieklast. Uit belastingsduurkrommes van het soort locaties die in deze studie aan de orde komen, is namelijk af te leiden dat slechts gedurende korte periodes een pieklast optreedt. Voor een woonwijk bijvoorbeeld geldt globaal gesproken dat 50% van het maximale gevraagde vermogen, 90% van de totale vraag in een woonwijk kan dekken. Voor de pieklast wordt in een woonwijk doorgaans een hulpwarmteketel ingezet met een vermogen van circa 50% van de aansluitwaarde. In de glastuinbouw is dat vermogen veel lager, namelijk circa 15% van de totale aansluitwaarde.

¹ Voor de drie locaties Rotterdam Zuid, Ommoord en Schiedam/Vlaardingen is de vraag via de warmtekaart berekend. De warmtevraag geeft de maximale vraag. Verder gaat het hier om locaties met voornamelijk woning en utiliteitsbouw. Omdat het niet aannemelijk is dat de gehele locatie op een warmtenet wordt aangesloten, is op basis van ervaringen van Amsterdam met de aanleg van stadsverwarming, verondersteld dat 10% van de gebouwen op deze locaties op het net worden aangesloten. De maximale vraag op deze locaties is dus in feite 10 maal hoger.

Tabel 2 Warmtevraag en aansluitwaarde

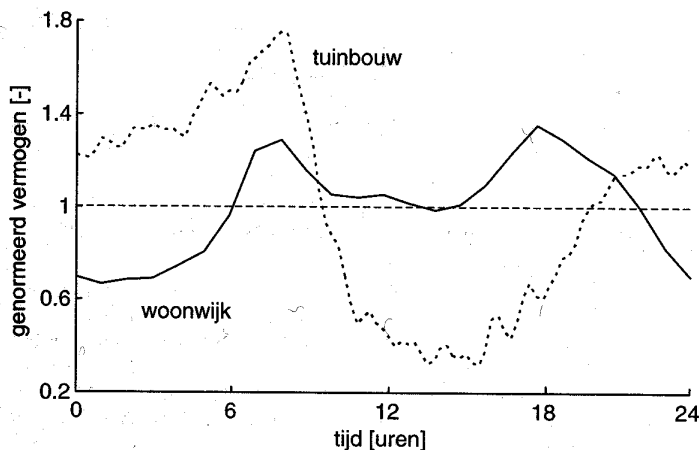
	Soort Locatie						vraag op locatie	vermogen te leveren rest-warmte
	woningbouw		glastuinbouw		utiliteitsbouw			
	bestaand	nieuw	bestaand	nieuw	bestaand	nieuw		
	[aantal]	[aantal]	[ha]	[ha]	[m ²]	[m ²]	[PJ/jr]	[MW]
Tinte/Vierpolders ¹			0	200			2	140
Westland ²			2350		15600		19	1250
B-driehoek (incl. Pijnacker) ²			850	310	3800		11,6	800
Rotterdam-Zuid ²	738				4100		0,02	2,4
Rotterdam, Ommoord ²	2066				1700		0,09	6,5
Rotterdam, Hoogvliet ⁵		5000				100000	0,2	13
Schiedam / Vlaardingen ²	6806	650	0,7		3650	850	0,26	22
Stadsverwarmingsnet R'dam ³	34729						2,6	300
GLT aangesloten op RoCa ^{3,4}			250				2,5	175

- 1 interview
- 2 warmtekaart, Haskoning
- 3 Projektbureau Warmte / Kracht 1997, bestaand
- 4 Meulen 1997, bestaand
- 5 Financieel Dagblad, 29 november 2001

In Tabel 2 is per locatie het te leveren vermogen aan restwarmte weergegeven. Deze waarde is berekend op basis van de omvang van de locatie, de warmtevraag per woning of per vierkante meter glastuinbouw of utiliteitsbouw en tenslotte het vermogen van de hulpwarmteketel (zie bijlage A). Tabel 2 laat zien dat bij een zelfde aansluitwaarde, de tuinbouw veel meer warmte afneemt dan de gebouwde omgeving. Dit wordt met name veroorzaakt door de hogere bedrijfstijd van de warmtevraag in de tuinbouw. Zoals Tabel 26 in bijlage A laat zien, is deze veel hoger dan in de woningbouw en de utiliteitsbouw.

Voor de bestaande woningbouw is restwarmte nodig met een temperatuur van circa 120°C, omdat het centrale verwarmingssysteem in de bestaande woningbouw is gedimensioneerd op een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C. Wanneer in de nieuwbouw grotere radiatoren of lage temperatuursystemen worden toegepast zijn lagere aanvoertemperaturen ook mogelijk. In de woningbouw is met name in de winter tussen 6.00 uur en 11.00 uur en tussen 16.00 uur en 23.00 uur warmte nodig.

Figuur 2 Karakteristiek warmte-afnamepatroon van de tuinbouw van een woonwijk



Net zoals in de woningbouw is de gewenste temperatuur in de kassen zo'n 20° C, en zijn de ruimteverwarmingsystemen gedimensioneerd op een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C. Rekeninghoudend met transport en distributieverliezen is daarom restwarmte nodig van circa 120°C. Het afnamepatroon verschilt wel van de woningbouw, zoals Figuur 2 weergeeft. In deze figuur is het afgenomen vermogen, genormeerd op het gemiddelde afgenomen vermogen, weergegeven voor zowel de woningbouw als voor de gebouwde omgeving. In de tuinbouw wordt relatief veel warmte afgenomen in de nacht, terwijl de gebouwde omgeving juist veel afneemt gedurende de nacht. Beide patronen zijn dus tot op zekere hoogte complementair. Het afname patroon voor de tuinbouw laat zien dat mogelijkheden bestaan voor grootschalige buffering. Het verschil tussen de warmtevraag overdag en in de nacht is namelijk groot. Het warmtepatroon van de gebouwde omgeving is veel gelijkmatiger, waardoor buffering van warmte minder goed mogelijk is [Meulen 1997].

1.5 Aanbod van warmte

Verkennde studies uit begin jaren negentig gaven al aan dat in het Europoort/Botlek gebied veel warmte vrijkomt. Volgens deze studies was zo'n 1.000 MW met een temperatuur van ruim 100°C beschikbaar. In 1998 is het INES-BIR rapport gepubliceerd waaruit bleek dat het vermogen nog veel hoger ligt.

In Tabel 3 is het beschikbare vermogen van restwarmte in Rijnmond weergegeven volgens de INES-BIR studie. In Tabel 4 staat welk deel van dit vermogen voor export beschikbaar is (een klein deel kan intern worden benut). Wat opvalt in de tabellen is dat met name in de Maasvlakte en in Botlek een hoog vermogen beschikbaar is.

Tabel 3 Vermogen aan restwarmte in Rijnmond

	Maasvlakte	Europoort	Botlek	Pernis	Totaal
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
stoom HP/MP/LP	196	42	185	23	446
stoom VLP	139	0	109	56	304
heet water	613	214	352	297	1476

HP = hogedruk stoom (ca 40 atm)

MP = middendruk stoom (ca 20 atm)

LP = lage druk stoom (ca 4 - 6 atm)

VLP = zeer lage druk stoom (ca 1-3 atm)

Tabel 4 Restwarmte beschikbaar voor export

	Maasvlakte	Europoort	Botlek	Pernis	Totaal
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
stoom HP/MP/LP	190	14	45	0	249
Stoom VLP	139	0	109	56	304
Heet water	608	182	288	196	1274

Het warmte kwaliteitsniveau varieert per bron. Stoom is hoogwaardige warmte en dus op een hoge temperatuur beschikbaar. Het aanbod heet water is veelal laagwaardig. In deze studie is uitgegaan van het aanbod aan heet water. De temperatuur hiervan ligt meestal rond de 100°C. Hoogwaar-

dige warmte is vaak op de locatie zelf nog nuttig inzetbaar, zoals blijkt wanneer de gegevens uit Tabel 3 en Tabel 4 worden vergeleken.

Uit het vermogen in Tabel 4 is het jaarlijkse aanbod van restwarmte berekend. Hierbij is een bedrijfstijd van 8.000 uur aangehouden. Industriële restwarmte, zo blijkt uit de praktijk is namelijk bijna gedurende het hele jaar beschikbaar. Het jaarlijkse aanbod is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Jaarlijks aanbod van restwarmte in Rijnmond

	Maasvlakte	Europoort	Botlek	Pernis	Totaal
	[PJ/jr]	[PJ/jr]	[PJ/jr]	[PJ/jr]	[PJ/jr]
stoom HP/MP/LP	5,5	0,4	1,3	0,0	7,2
stoom VLP	4,0	0,0	3,1	1,6	8,7
heet water	17,5	5,2	8,3	5,6	36,6

In Tabel 6 is het vermogen van de WKK centrales in Rijnmond weergegeven. Daaruit is ook een maximale warmteproductie berekend, uitgaande van een bedrijfstijd van 8.000 uur.

Tabel 6 Vermogen bestaande WKK centrales in (de omgeving van) Rijnmond

	Soort	Vermogen elektrisch	Vermogen thermisch	productie thermisch
		[MWe]	[MWth]	[PJ / jaar]
Galiliestraat	STEG	209	256	7,4
RoCa 1	gasturbine	25	50	1,5
RoCa 2	gasturbine	25	50	1,5
RoCa 3	STEG	220	200	5,7

www.eon-benelux.com

1.6 Warmteopties

In het algemeen kan voor Rijnmond worden gesteld dat de bedrijfstijd en de kwaliteit van de beschikbare restwarmte geen belemmerende factoren kunnen zijn voor de benutting ervan. Warmte is bijna continu aanwezig en de temperatuur is veelal hoger dan 100°C. Zowel in de glastuinbouw als in de bebouwde omgeving is laagwaardige warmte nodig van circa 120°C.

De warmteopties zijn daarom samengesteld op basis van het aanbod, het vermogen dat in de verschillende gebieden beschikbaar is, en de geografische ligging. In Tabel 7 zijn deze warmteopties weergegeven. In Figuur 3 zijn deze tevens grafisch weergegeven

De eerste drie opties betreffen combinaties met glastuinbouwgebieden, die vrij voor de hand liggen omdat het hier gaat om locaties met een grote warmtevraag in de buurt van locaties waar warmte vrijkomt. Optie 4, Pernis / Hoogvliet, is een optie waarvoor al plannen bestaan, vanwege de gunstige ligging ten opzichte van elkaar. Optie 5 is het huidige stadsverwarmingsnet voeden door industriële restwarmte. Ter voorbereiding daarop kan alvast een aantal extra wijken op het huidige stadsverwarmingsnet aangesloten worden, zoals in optie 6 en 7 wordt voorgesteld. Optie 8 tenslotte is vanwege de geografische ligging van de vraag en het aanbod een logische combinatie.



Een optie die nog niet concreet is uitgewerkt, maar die in beeld komt wanneer een transportbuis wordt aangelegd vanaf de Maasvlakte naar het Westland, is een aansluiting vanaf deze buis op het huidige stadsverwarmingsnet in Den Haag. De centrale die het huidige net van warmte voorziet is binnen afzienbare termijn aan vervanging toe. Dit zou een geschikt moment zijn om op industriële warmte over te stappen.

Tabel 7 Warmteopties

	Aanbieder	Vrager
Optie 1 [Eurodelta-project]	Maasvlakte	Westland
aanbod /vraag [PJ/jr]	17,5	5,8
vermogen [MW]	608	350
Optie 2	Maasvlakte	Tinte/Vierpolders
aanbod /vraag [PJ/jr]	17,5	2
Vermogen [MW]	608	140
Optie 3	Botlek + Pernis	B-driehoek
aanbod /vraag [PJ/jr]	8,3+5,6	11,6
vermogen [MW]	500	800
Optie 4	Pernis (Shell)	Rotterdam, Hoogvliet
aanbod /vraag [PJ/jr]	5,6	0,2
vermogen [MW]	196	13
Optie 5	Pernis (Shell)	stadsverwarmingsnet R'dam
aanbod /vraag [PJ/jr]	5,6	2,6
vermogen [MW]	196	110
Optie 6	Stadsverwarmingsnet R'dam	Rotterdam, Ommoord
aanbod /vraag [PJ/jr]	10,4*	0,09
vermogen [MW]	356	6,5
Optie 7	Stadsverwarmingsnet R'dam	Rotterdam-Zuid
aanbod /vraag [PJ/jr]	10,4*	0,02
vermogen [MW]	356	2,4
Optie 8	Pernis	Schiedam / Vlaardingen
aanbod /vraag [PJ/jr]	5,6	0,26
vermogen [MW]	196	22

* Dit is de totale productie, een deel van de productie (2,6 PJ/jr) is bestemd voor de huidige gebouwen die op het stadsverwarmingsnet zijn aangesloten

Figuur 3 Warmteopties



Uit Tabel 7 blijkt dat het beschikbare vermogen in de meeste gevallen toereikend is. Ook het aanbod aan warmte is bij genoemde combinaties, met uitzondering van optie 3, voldoende hoog om aan de vraag te kunnen voldoen. Bij warmteoptie 3 is de vraag naar warmte hoger dan het aanbod. In principe hoeft dat nog geen knelpunt te zijn voor het benutten van restwarmte. Er zijn andere restwarmtebronnen vanuit Botlek en/of de nieuwe Intergen-centrale te benutten

Verder wordt Pernis vaak genoemd als bron van restwarmte. Geografisch gezien lijkt het namelijk gunstig om vanuit daar warmte te transporteren naar de locaties boven de Nieuwe Waterweg. Het is vanzelfsprekend niet uitgesloten om ook restwarmte uit andere industriegebieden te transporteren naar Pernis en via dit gebied naar de warmtevragende locaties. Vooruitlopend op Hoofdstuk 2 zal dat kosteneffectiever zijn dan het aanleggen van meerdere transportleidingen onder de Nieuwe Waterweg door.

De belangrijkste conclusie van fase 1 is tot slot dat het aanbod aan restwarmte in Rijnmond groot is en in de meeste situaties geen knelpunt zal vormen voor restwarmtebenutting, mits handige combinaties van vragende en aanbiedende locaties worden gevormd. Hoewel in deze studie niet op een gedetailleerd niveau gekeken is naar het warmteprofiel van locaties met een vraag of aanbod, kan vanwege de ruime hoeveelheid beschikbare restwarmte en goede kwaliteit ervan wel worden gesteld dat restwarmte kan voorzien in de vraag naar warmte. Andere haalbaarheidsstudies laten dezelfde conclusie zien.

2 Maatschappelijk rendabele warmteopties

2.1 Inleiding

Uit de analyse in Hoofdstuk 2 zijn 8 opties voor warmtelevering geïdentificeerd die een voldoende technisch potentieel hebben. Om de haalbaarheid van deze opties te bekijken volgt hier een economisch analyse van deze opties.

Op basis van deze analyse wordt de maatschappelijke rentabiliteit beoordeeld. Hiervoor worden de kosten en baten voor warmteprojecten in zijn geheel in kaart gebracht, inclusief een marktprijs voor CO₂ in 2020.

Hierbij wordt uitgegaan van een toekomstbeeld in 2020: een industrieel gebied met een grote stedelijke agglomeratie waar een prijs is ontstaan voor CO₂-emissie. Het grootste deel van de energievoorziening is nog steeds gebaseerd op fossiele brandstoffen, maar op grote schaal wordt de CO₂ afgevangen en opgeslagen en/of gebruikt (Schoon Fossiel). In die situatie zullen gebruikers van energie ofwel betalen voor de emissie van CO₂, ofwel technische maatregelen treffen om de emissie van CO₂ te beperken. Benutting van restwarmte is een van die technische mogelijkheden. De hoogte van de marktprijs voor CO₂ hangt dus samen met de kosten van alternatieven voor de preventie van CO₂-emissie. Door deze CO₂-marktprijs als referentie te hanteren worden alleen die warmteprojecten geselecteerd waarvoor de inzet van restwarmte de meest doelmatige methode voor CO₂-reductie is. Voor de andere opties bieden alternatieven om CO₂-emissie tegen te gaan een meer doelmatige oplossing. De inschatting van CE is dat een prijs van € 50 per vermeden ton CO₂ zal ontstaan om de doelstellingen die voortvloeien uit het Kyoto-protocol te realiseren. Op basis van deze analyse wordt aangegeven welke projecten sowieso rendabel zijn, welke marginaal rendabel zijn en verdere analyse verlangen, en welke projecten niet rendabel zijn en waarvoor dus andere opties meer geschikt zijn. Van de rendabele projecten wordt vervolgens een ontwikkelingstraject beschreven voor de aanleg en exploitatie van een warmtesysteem.

2.2 Onderzoeksopzet

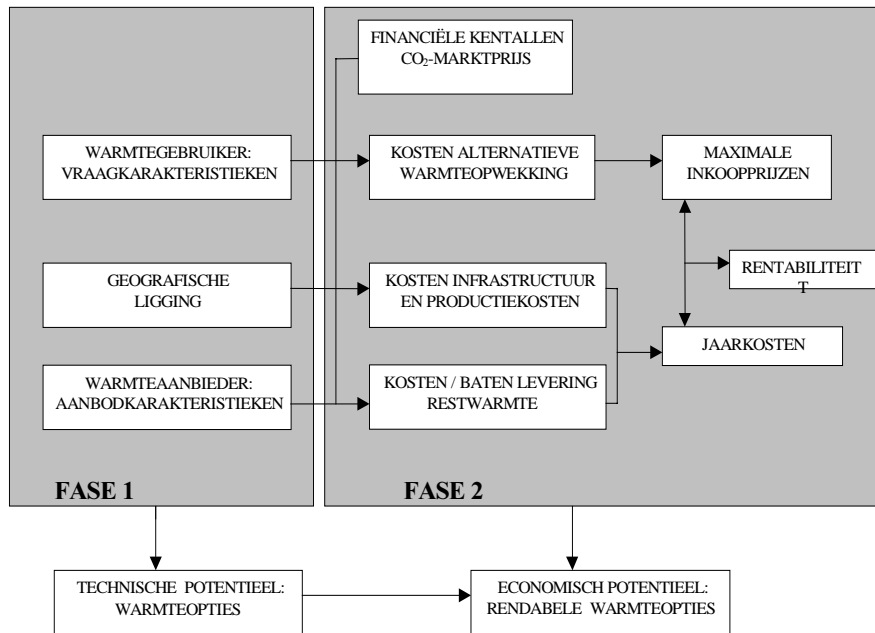
De rentabiliteit van warmteprojecten is een resultante van de kosten voor de aanleg en onderhoud van de warmte-infrastructuur en de warmteproductiekosten enerzijds en de inkomsten uit warmtelevering inclusief aansluitkosten anderzijds. Deze rentabiliteit hangt dus enerzijds samen met vier typen financiële kentallen:

- 1 Karakteristieken van de gebruiker.
- 2 Karakteristieken van het aanbod.
- 3 Karakteristieken van de infrastructuur.
- 4 Algemene financiële kentallen: renteniveaus, brandstofprijzen en kosten CO₂-emissiereductie.

De verschillende technische warmteopties bestaan uit een combinatie van drie variabelen: een gebruikersgroep, een aanbod en een optie voor de aan te leggen infrastructuur. Voor de verschillende technisch mogelijke combinaties wordt vervolgens op basis van financiële kentallen de rentabiliteit berekend.

De methode hiervoor staat systematisch weergegeven in Figuur 4.

Figuur 4 Onderzoeksopzet



Voor de warmtetarieven die aan de gebruikers worden berekend geldt het “niet-meer-dan-anders” principe. De kosten voor de gebruiker mogen dus niet hoger zijn dan in de referentiesituatie: de maximale inkoopprijs. Deze kosteninschattingen worden gebaseerd op de modelberekeningen uit het rapport “Warmte in de aanbieding”. De referentie is de alternatieve wijze van warmteopwekking voor de verschillende eindgebruikers. Hiervan worden naast de kosten ook de CO₂-emissies berekend.

De kosten van de warmtelevering worden tevens grotendeels gebaseerd op de modelberekeningen uit voorgaand onderzoek. Hierbij wordt ook de minimale winstoverslag die door de marktpartijen wordt gehanteerd meegenomen. Een uitzondering wordt hierbij gemaakt voor de transportkosten.

Een belangrijk knelpunt voor de implementatie van warmteopties zijn de hoge kosten van het transport tussen warmteaanbod en het distributienet van de gebruikers. Deze analyse vereist meer maatwerk en zal worden gebaseerd op specifieke studies naar de aanleg van warmtetransportpijpen in verschillende gebieden zoals waterwegen en bestaand stedelijk gebied. Uit het totaal aan vaste en variabele kosten worden de jaarkosten afgeleid.

Uit de jaarkosten (vaste + variabele kosten) de investeringskosten en de maximale inkoopprijs van warmte, wordt de rentabiliteit van de warmteoptie berekend.

CO₂-prijs

Voor de kostenberekening wordt gebruik gemaakt van de systematiek en uitgangswaarden zoals die door het Projectbureau CO₂-reductieplan en anderen worden gehanteerd. Dit geldt voor de algemene kosten zoals de gasprijs, de rentevoet en afschrijvingsperiode. Deze prijzen worden vervolgens gecorrigeerd met de CO₂-marktprijs zodat een integrale maximale inkoopprijs ontstaat die van gebruikers gevraagd kan worden voor de te leveren warmte. Bij deze CO₂-marktprijs wordt in eerste instantie uitgegaan van een open markt waarbij tevens tussen sectoren gehandeld kan worden. De verwachte prijs wordt ingeschat rond de € 50 per ton CO₂ in 2020. De schaduwprijs voor CO₂-emissies is door CE bepaald op € 50 per ton (zie www.ce.nl). Op deze wijze kan bepaald worden of investeringen in restwarmte rendabel zijn. Bij de benutting van restwarmte wordt gerekend met



industriële restwarmte die tot een CO₂-reductie leidt van 80% ten opzichte van de referentie-situatie (lokale warmteproductie uit aardgas). Indien veel warmte van nieuwe elektriciteitscentrales wordt gebruikt, dan zal de besparing afnemen omdat benutting van deze restwarmte gepaard gaat met een verlies aan elektriciteitsproductie [CE, Valuing Co-generation, 2000].

2.3 Selectie van rendabele warmteprojecten

Op basis van de economische analyse worden de technische warmteopties gerangschikt op basis van hun rentabiliteit. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar die opties die niet rendabel zijn, die wel rendabel zijn en de tussenliggende groep die een marginale rentabiliteit hebben en alleen met een CO₂-marktprijs gerealiseerd kunnen worden.

De kosten en opbrengsten van CO₂-levering aan de glastuinbouw zijn niet meegenomen. De kosten en opbrengsten zijn klein in verhouding tot de warmtelevering en zullen in het algemeen geen doorslaggevende rol spelen (ESP, 1997). In de feitelijke realisering wordt wel uitgegaan van CO₂-levering voor de dekking van de warmtevraag. Als er niet gelijktijdig CO₂ wordt geleverd gaan tuinders speciaal stoken met een hulpketel om de gewassen met CO₂ te bemesten. De rentabiliteit van de warmtelevering loopt dan sterk terug.

Westland

Uit de analyse in het kader van de haalbaarheidsstudie Euro-Delta (SE, 1997) bleek al dat een aantal gebieden binnen het Westland niet rendabel aan te sluiten zijn. Oorzaken hiervoor liggen in de geringe bedrijfsomvang, de geringe energievraag en de ruimtelijke inrichting van de gebieden die de aanleg van distributienetten bijzonder kostbaar maakt. We beperken de analyse daarom tot vier gebieden. Dit zijn: Oranjepolder, Oude Camp, Oude Campspolder & Kreekrug, Broek en Vlietpolder. Binnen deze polders wordt bovendien een ondergrens gesteld van een minimaal energiegebruik van 300.000 m³ aardgasequivalenten (a.e.) per bedrijf. Dit sluit de meest energie-extensieve bedrijven uit.

Tabel 8 Geselecteerde warmteleveringsgebieden in Westland

Gebied	Aantal bedrijven	Oppervlakte (ha)	Warmtevraag (PJ/jaar)
Oranjepolder	56	113	1.3
Oude Camp	21	82	0.9
Oude Campspolder-N en Kreekrug	37	70	0.8
Vliet en Broekpolder	184	255	2.8
Totaal	298	523	5.8

B-driehoek

Vanuit de RoCa centrale van EZH wordt momenteel al aan 131 tuinders warmte en CO₂ geleverd. In dit gebied vindt veel nieuwbouw van kassen plaats, waardoor de omvang en de warmtevraag van de bedrijven relatief groot is. Hierdoor zijn de distributiekosten relatief laag. Het aandeel van de utiliteitsbouw in de totale vraag is klein. Deze sector wordt daarom niet meegenomen.

Stadsverwarming

De optie betreft het met restwarmte beleveren van de Stadsverwarming Rotterdam en nieuwe stadsverwarminggebieden in de regio waaronder Zuidplein e.d. Daarnaast kan het stadsverwarminggebied nog verder worden uitgebreid naar andere complexen in Ommoord en Rotterdam-Zuid en worden uitgebreid met nog niet aangesloten kantoren en bedrijfsruimten. Ook is koeling via de stadsverwarming een mogelijkheid. Deze opties zijn feitelijk varianten op de aansluiting van het stadsverwarmingnet op restwarmtelevering. In de rentabiliteitsanalyse worden deze opties daarom als varianten op de opties stadsverwarmingsnet-Pernis beschouwd. Vanwege de geringe totale vraag worden deze opties niet gekwantificeerd, maar alleen kwalitatief besproken.

Op termijn kan het stadsverwarmingsnet verder worden uitgebreid met een mogelijk potentieel van circa 20 PJ/jaar en 1 miljoen ton CO₂/jaar.

Opbrengsten warmtelevering.

De baten van warmtelevering bestaan uit de opbrengsten voor de te leveren warmte, het vastrecht en de aansluitbijdrage voor warmtelevering.

De aansluitbijdrage zijn de vaste kosten die worden vermeden in vergelijking met levering van gas. Dit zijn de installatie voor warmte- en tapwaterlevering en de aansluitbijdrage voor gas. De aansluitbijdrage voor glastuinbouw is op 0 gesteld, omdat de gasinfrastructuur en verwarmingsketels bij de bedrijven behouden blijven voor de buffercapaciteit. Voor nieuwbouw in de glastuinbouw wordt een aansluitbijdrage van 65 €/kW gehanteerd. De kosten blijven dus gelijk. Voor nieuwbouw van woningen en utiliteit wordt wel van een aansluitbijdrage uitgegaan. Voor de bestaande bouw is de aansluitbijdrage aanzienlijk geringer, gebaseerd op de gemiddelde resterende levensduur van de bestaande installatie en de vervangingskosten gedurende de berekeningsperiode.

Het vastrecht voor warmte is gebaseerd op het uitgespaarde onderhoud aan de cv-ketel en kosten door levensduurverschillen van de componenten van de cv en een warmte-installatie.

De warmteprijs (prijs per geleverde eenheid warmte) is dus verreweg de belangrijkste inkomstenbron voor de meeste te beschouwen projecten. Deze prijs is gebaseerd op het niet meer dan anders principe. Dit komt overeen met de kosten die de gebruikers in de referentiesituatie kwijt zouden zijn voor verwarming. De referentiesituatie gaat uit van een individuele verwarming met gas met een gebruiksrendement van 80% op onderwaarde voor de woningbouw en 105% voor tuinbouwbedrijven (PSE, 1997). Uitgangspunten hierbij zijn de huidige gasprijs en een dekkingsgraad van de warmtevraag van 80% voor de glastuinbouw en 90% voor de woningbouw. Hierbij is uitgegaan van het volledige potentieel aan warmtevraag in het gebied. In een latere fase kan dit op basis van specifieke kostenkennallen naar beneden worden bijgesteld en het effect van een gefaseerde aansluiting worden doorberekend.

De berekende warmteverkoopprijs voor de woningbouw is hiermee 15 €/GJ en voor de glastuinbouw 4 €/GJ.



Tabel 9 Opbrengsten

Vraagoptie	Warmte [PJ/jaar]	Reductie [kton CO ₂ /jaar]
1 Westland	5,8	263
2 Tinte/Vierpolders	2,0	91
3 B-driehoek	11,6	528
4 Hoogvliet	0,2	10
5 Stadsverwarmingsnet R'dam	2,6	133
6 Rotterdam Ommoord	0,09	6
7 Rotterdam-Zuid	0,02	2
8 Vlaardingen/Schiedam	0,26	13

Jaarkosten warmteberekening

De kosten voor warmtelevering bestaan uit drie typen kosten: de productie-kosten, de transportkosten en de distributiekosten.

De productiekosten zijn de warmte-inkooprijzen en de uitkoppelingskosten uitgedrukt in €/GJ. De warmte-inkoopkosten zijn gelijk aan de baten van de restwarmte voor de aanbieder. Indien de restwarmte geen baten heeft, maar de afvoer hiervan netto kosten oplevert die door restwarmtelevering aan derden worden verminderd, zijn de warmte-inkoopkosten negatief. Dit blijkt in de praktijk vaak het geval te zijn.

De uitkoppelingskosten zijn de kosten voor voorzieningen om de restwarmte beschikbaar te maken en te bundelen naar de transportinfrastructuur. Deze hangen sterk af van de wijzigingen die in de bestaande installatie moeten worden aangebracht en de infrastructuur die op de bedrijfsterreinen moeten worden aangelegd. Veelal moeten speciale voorzieningen worden getroffen en zal een geschikt moment gekozen moeten worden als de productie om onderhoudsredenen wordt stilgelegd. De uitkoppelingskosten bleken in praktijk veel hoger te zijn dan de eerste inschattingen in het project Energy 2010. Voor zover voorradig hanteren we daarom praktijkwaarden.

De *transportkosten* zijn in veel van de warmteleveringsopties hoog door de lange afstand tussen aanbod en gebruik en fysieke belemmeringen voor aanleg. De feitelijke transportafstand is de resultante van de netto afstand en de omwegfactor. De omwegfactor bedraagt, afhankelijk van het landgebruik, tussen de 1,3 en 1,7. De kosten van de aanleg van de transportpijpen verschillen ook sterk per gebied. We onderscheiden hierbij 4 typen gebieden

- 1 Green fields.
- 2 Licht bebouwd stedelijk gebied.
- 3 Ingewikkeld stedelijk gebied.
- 4 Speciale inrichtingen (waterwegen, rijkswegen, etc.).

In praktijk wordt veelal een vaste opslagfactor voor de verhouding tussen de eerste drie categorieën gehanteerd. Deze zijn 0.8 : 1.0 : 1.2 voor respectievelijk "green-fields", bebouwd stedelijk gebied en ingewikkeld stedelijk gebied. Voor vraagopties die aan dezelfde warmteleveringsoptie zijn gekoppeld zijn de vaste kosten voor productie en transport verdeeld naar ratio van de energievraag. Een overzicht van de kosten van transportleidingen in licht bebouwd stedelijk gebied is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Berekende kosten transportleidingen in licht bebouwd stedelijk gebied

Vermogen MW	Kosten €/m	Kosten per trajectafstand (mln €)			
		500 m	1.000m	5.000m	10.000m
10	357	0,178	0,357	1,785	3,569
20	504	0,252	0,504	2,518	5,037
40	755	0,378	0,755	3,776	7,553
60	951	0,475	0,951	4,755	9,509
100	1175	0,587	1,175	5,873	11,746

Bron: bewerking Rooijers et al, 1996

Voor de speciale inrichtingen zijn geen generieke cijfers beschikbaar. De kosten hiervoor lopen sterk uiteen. Belangrijke obstakels die in de warmte-opties naar voren komen zijn de waterweg waarbij de transportleidingen verzonken worden (rijkswegen, het Zwethkanaal, de Kralingerplas).

De marginale transportkosten verschillen per vraagsector. Dit hangt samen met de verdeling van de warmtevraag over het jaar. Voor nieuwbouwwoningen is dit relatief het meest ongunstig, omdat deze door de toegenomen isolatie een kort stookseizoen hebben en dus een geconcentreerde warmtevraag. De marginale transportkosten voor de glastuinbouw zijn het laagst. De utiliteit is vergelijkbaar met de woningbouw.

Zoals Tabel 11 en Tabel 12 laten zien lopen de marginale transportkosten sterk uiteen per sector én met de omvang van de vraag en dus het vermogen.

Tabel 11 Relatieve transportkosten voor glastuinbouw

Vermogen MW	kosten (€/GJ) per transportafstand				
	(€ ct /GJ*m)	500 m	1.000m	5.000m	10.000m
10	0,08	0,40	0,79	4,0	7,9
20	0,056	0,28	0,56	2,8	5,6
40	0,042	0,21	0,42	2,1	4,2
60	0,036	0,18	0,36	1,8	3,6
100	0,026	0,13	0,26	1,3	2,6
410*	0,010	0,05	0,10	0,5	1,0

Bron: bewerking Rooijers et al, 1996; gemiddeld voor nieuw en bestaand, uitgaande van maximaal gebruik vermogen.

* Warmtelevering Westland vanuit Maasvlakte inclusief speciale voorzieningen (Eurodelta-project)



Tabel 12 Relatieve transportkosten voor de woningbouw

Vermogen MW	Kosten (€/GJ) per transportafstand				
	(€ ct /GJ*m)	500 m	1.000m	5.000m	10.000m
10	0,20	0,99	2,0	9,9	20
20	0,14	0,72	1,4	7,2	14
40	0,11	0,54	1,08	5,40	11
60	0,090	0,45	0,90	4,52	9
100	0,067	0,34	0,67	3,35	7
410*	0,051	0,26	0,51	2,5	5,1

Bron: bewerking Rooijers et al, 1996, uitgaande van maximaal gebruik vermogen

* Warmtelevering Westland vanuit Maasvlakte inclusief speciale voorzieningen (Eurodelta-project)

Distributiekosten

Het distributienet voor warmtelevering bestaat uit de volgende delen:

- de gebouwinstallatie;
- het distributienet dat de warmte van de onderstations tot aan de woning transporteert;
- het onderstation met een warmtewisselaar;
- het secundaire transport van de onderstations naar het aansluitpunt met het primaire transportnet met het warmteonderstation;
- het warmteonderstation met de hulpwarmteketel.

De kenmerken en kosten van dit net zijn dus geheel vraagafhankelijk. Zij worden niet beïnvloed door de aanbodoptie.

Tabel 13 Kosten warmteleveringsopties

Project	Warmte-inkoop (€/GJ)	Uitkoppeling (miljoen €)	Transport (miljoen €)	Distributie (miljoen €)
Maasvlakte-Westland	1.5	46	66	136
Maasvlakte – Tinte/Vierpolders	1.5	30	17	44
Pernis(Shell) - B-driehoek	1	137	122	221
Pernis(Shell)-Hoogvliet	1	3 ³	6	20
Pernis(Shell) – stadsverwarmingsnet R'dam	1	40 ³	10	0 ¹
Stadsverwarmingsnet – Rotterdam Ommoord	1	3 ³	- ²	
Stadsverwarmingsnet – Rotterdam-Zuid	1	3 ³	- ²	
Pernis (Shell) – Schiedam/Vlaardingen	1	3 ³	8	25

¹ Er wordt hierbij uitgegaan van een bestaand distributiesysteem waarvan de kosten reeds zijn verdisconteerd in de tarieven.

² Meerkosten als gevolg van een grotere capaciteit van de transportleidingen

³ Toe te rekenen kosten uitgaande van uitkoppeling ten behoeve van meerdere gebieden

Bestaande stadsverwarmingsnet

Tijdens de studie is op verzoek van de opdrachtgevers ook gekeken naar de mogelijkheid van warmtelevering vanuit de Rijnmond naar het stadsverwarmingsnet van Den Haag. Berekeningen hiernaar zijn echter niet eerder uitgevoerd en stonden dus niet tot onze beschikking. Wel kan worden ingeschat of een dergelijke optie kansrijk is om in een later stadium te onderzoeken. De transportafstand zal ten opzichte van warmtelevering aan het Westland ongeveer 10 km extra zijn door dicht bebouwd gebied. Op basis van Tabel 12 zal bij een vermogen van 400 MWth een kostprijs voor transport van € 5 per GJ te leveren warmte ontstaan. De verwachting van de onderzoekers is dat voor een dergelijke prijs ter plekke (of een plek dicht bij het SV-net) goedkoper warmte kan worden geproduceerd uit een nieuwe elektriciteitscentrale of een afvalverbrandingsinstallatie.

Op basis hiervan lijkt deze optie niet interessant voor nader onderzoek.

Rentabiliteit

De maatschappelijke rentabiliteit van de projecten is de rentabiliteit met meeneming van de toekomstige kosten voor CO₂-reductie.

Er zijn 2 soorten berekeningen uitgevoerd:

1. Berekening van saldo van inkomsten en uitgaven uitgedrukt per GJ geleverde warmte. Hierbij zijn 4 berekeningen uitgevoerd rekeninghoudend met en zonder een CO₂-prijs in de woningbouw van € 70 per vermeden ton CO₂ (huidige niveau REB) en € 50 per vermeden ton CO₂ voor de glastuinbouw.:

- a - Afschrijvingstermijn van 15 jaar en rekenrente van 6% (Tabel 14)
- b - Afschrijvingstermijn van 25 jaar en rekenrente van 6% (bijlage B)
- c - Afschrijvingstermijn van 25 jaar en rekenrente van 4% (Tabel 15)
- d - Afschrijvingstermijn van 20 jaar en rekenrente van 4% (Tabel 16)

2. Berekening van kosten per vermeden ton in CO₂ waarbij kosten en baten gelijk zijn. Uitgangspunt hierbij is een afschrijvingstermijn van **15 jaar** en rekenrente van **6%**. De resultaten zijn opgenomen onderaan in Tabel 14.

Tabel 14 Saldo van kosten en baten [€/GJ] bij verschillende CO₂-prijzen (rente 6%, afschrijving 15 jaar)

rente = 6% 15 jaar afschrijving	Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)
saldo als € 70 per ton CO ₂	1,14	1,38	-7,12			
saldo als € 50 per ton CO ₂	-0,19	0,05	-8,45	1,12	1,59	1,86
saldo als € 40 per ton CO ₂	-0,63	-0,39	-8,89	0,66	1,14	1,41
saldo als € 30 per ton CO ₂	-1,07	-0,83	-9,33	0,21	0,68	0,95
saldo als € 20 per ton CO ₂	-1,51	-1,27	-9,77	-0,25	0,23	0,50
saldo als € 10 per ton CO ₂	-1,95	-1,71	-10,21	-0,70	-0,23	0,04
saldo als € 0 per ton CO ₂	-2,39	-2,15	-10,65	-1,16	-0,68	-0,41
kosten per vermeden ton CO ₂	€ 60	€ 50	> € 70	€ 25	€ 15	€ 10

In Tabel 14 is het saldo weergegeven van warmtelevering (€/GJ) voor verschillende waarden van de prijs per vermeden ton CO₂. De berekeningen



zijn uitgevoerd onder “commerciële” condities (berekingsmethode 1a). De € 70 per vermeden ton CO₂ is gerelateerd aan de huidige REB in de woningbouw.

Als onderste rij is de CO₂-reductieprijs opgenomen waarbij kosten en baten gelijk zijn.

Tabel 15 Saldo van kosten en baten [€/GJ] bij verschillende CO₂-prijzen (rente 4%, afschrijving 25 jaar)

rente = 4% 25 jaar afschrijving	Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)
saldo als € 70 per ton CO ₂	6,26	2,12	0,37			
saldo als € 50 per ton CO ₂	4,94	0,80	-0,96	2,96	3,27	3,51
saldo als € 40 per ton CO ₂	4,49	0,35	-1,40	2,51	2,81	3,06
saldo als € 30 per ton CO ₂	4,05	-0,09	-1,84	2,05	2,36	2,60
saldo als € 20 per ton CO ₂	3,61	-0,53	-2,28	1,60	1,90	2,15
saldo als € 10 per ton CO ₂	3,17	-0,97	-2,72	1,14	1,45	1,69
saldo als € 0 per ton CO ₂	2,73	-1,41	-3,16	0,69	0,99	1,24

In Tabel 15 is het saldo weergegeven van warmtelevering (€/GJ) voor verschillende waarden van de prijs per vermeden ton CO₂. De berekeningen zijn nu uitgevoerd onder “nutscondities” (4% rente, 25 jaar afschrijving).

Duidelijk is te zien dat onder nutscondities de rentabiliteit ook bij een CO₂-prijs van € 0 meestal positief is.

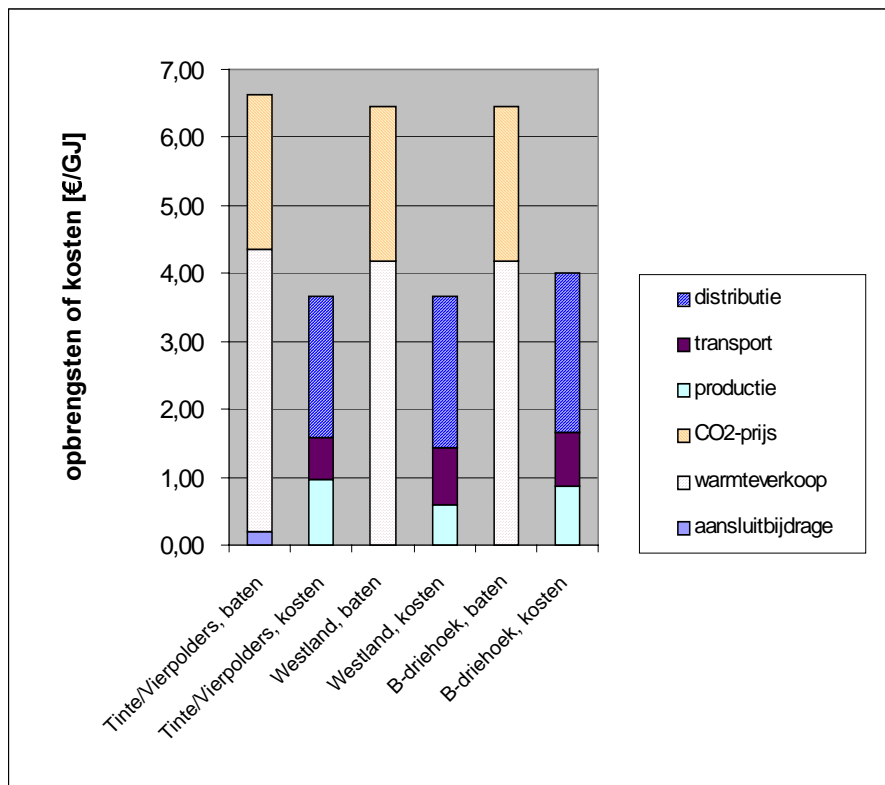
Tabel 16 Saldo van kosten en baten [€/GJ] bij verschillende CO₂-prijzen (rente 4%, afschrijving 20 jaar)

Rente = 4% 20 jaar afschrijving	Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)
saldo als € 70 per ton CO ₂	5,00	1,94	-1,47			
saldo als € 50 per ton CO ₂	3,68	0,61	-2,80	2,51	2,86	3,11
saldo als € 40 per ton CO ₂	3,24	0,17	-3,24	2,05	2,40	2,65
saldo als € 30 per ton CO ₂	2,80	-0,27	-3,68	1,60	1,95	2,20
saldo als € 20 per ton CO ₂	2,35	-0,71	-4,12	1,14	1,49	1,74
saldo als € 10 per ton CO ₂	1,91	-1,15	-4,56	0,69	1,04	1,29
saldo als € 0 per ton CO ₂	1,47	-1,59	-5,00	0,23	0,58	0,83

In Tabel 16 is het saldo weergegeven als de berekeningen uitgevoerd worden onder een combinatie van "commerciële" en "nuts" condities (berekeningsmethode 1d, een afschrijvingstermijn van 20 jaar en rente van 4%).

In bijlage C zijn alle berekeningen opgenomen. Hierna zijn alleen grafisch de resultaten weergegeven met 'nutscondities' en € 50 per ton CO₂ als CO₂-reductieprijs. De resultaten hiervan voor de glastuinbouw en woningbouw-opties zijn weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6.

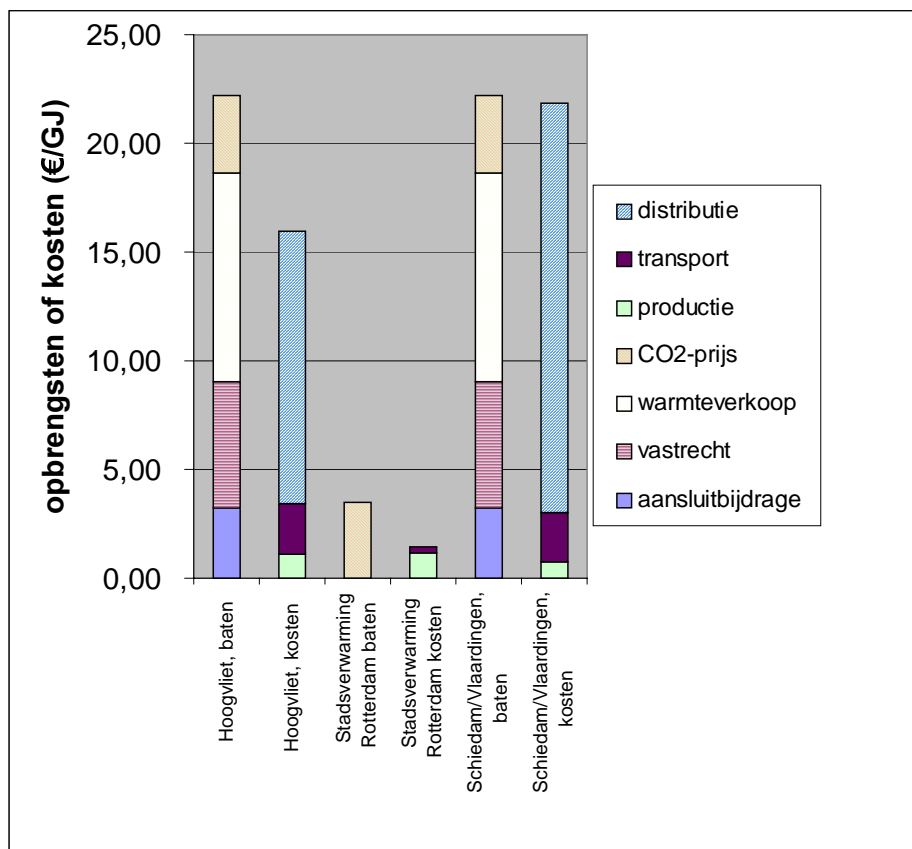
Figuur 5 Integrale kosten en baten van warmtelevering aan glastuinbouwopties



In Figuur 5 en 6 zijn per locatie in de rechterkolom de kosten per GJ geleverde warmte aangegeven, opgebouwd uit productie-, transport- en distributiekosten. In de linkerkolommen zijn de inkomsten, wederom uitgedrukt per geleverde GJ weergegeven. Het totaal is voor alle locaties hoger dan de kosten. De bijdrage van € 50 per ton CO₂ is hard nodig om uit de sfeer van marginaal rendabel te raken (afschrijvingstermijn 25 jaar, rente 4%).



Figuur 6 Integrale kosten en baten van warmtelevering aan de woningbouwopties



Conclusies

De opties in de glastuinbouw zijn met een prijs van € 50 per vermeden ton CO₂ rendabel (positief saldo bij exploitatie). De grootste benutting van restwarmte is te bereiken in de glastuinbouw, namelijk 880 kton/jaar bij kosten minder dan € 25 per vermeden ton CO₂. Voor woningbouw is het reductiepotentieel 143 kton/jaar bij ongeveer € 50 per vermeden ton CO₂. Het totale reductiepotentieel komt daarmee op 1 Mton/jaar, oftewel benutting van circa 20 PJ restwarmte per jaar.

Met name voor de glastuinbouw zijn verhogingen van de gasprijs te verwachten: rond € 0,07 per m³ a.e. Dit maakt restwarmte een aantrekkelijkere optie. Hiernaast is ook een verandering van de kostenstructuur te verwachten met meer gedifferentieerde tarieven en een groter aandeel van de vaste kosten. Hierdoor worden de marginale gaskosten voor bijstook hoger hetgeen restwarmte minder financieel aantrekkelijk maakt. Schattingen lopen op tot een verhoging van de gasprijs met € 0,23/m³ a.e. voor bijstook (Van der Velden, 1999 naar Bakker, 2000).

2.4

Gevoeligheidsanalyse

CO₂-levering

CO₂-levering in de glastuinbouw is essentieel voor de rentabiliteit. Zonder gelijktijdige CO₂-levering dalen de dekkingpercentages sterk tot maximaal 70%. Omdat de kosten en baten van de CO₂-levering zelf niet bepalend zijn voor het geheel (PSE, 1997) zijn deze in de berekeningen niet meegenomen. Het effect hiervan wordt in de gevoeligheidsanalyse bekeken.

Economische levensduur

Er wordt in de berekening gewerkt met een levensduur van 20 jaar. De verwachte levensduur is weliswaar veel langer (meer dan 40 jaar), maar de tijdshorizon die bedrijven hanteren is beperkt. Veelal wordt uitgegaan van maximaal 8 of 15 jaar voor de aanleg van warmtenetten (Novem, 2002). In de gevoeligheidsanalyse is daarom ook een variant opgenomen met een levensduur van respectievelijk 10 en 30 jaar.

Scenario 2020

Hoe hoog de prijzen voor emissierechten voor CO₂ in 2020 zullen liggen is niet bekend. Generieke studies tonen aan dat, uitgaande van de Kyoto-doelstelling voor 2010 en de economische ontwikkelingen volgens het GC-scenario op Europees niveau, bedragen tussen de € 5 en de € 100 per ton mogelijk zijn. Een specifieke studie naar CO₂-reductiemogelijkheden in de Rijnmond voor 2020 laat kosten zien van ongeveer € 100 per ton CO₂ voor een beperkt aantal opties tot kosten van € 800 per ton CO₂ bij inzet van PV. Verwijdering en opslag van CO₂ wordt hierbij op € 12 tot ongeveer € 70 geschat (Beers et al, 1999). Voor de vraagsectoren bij warmtelevering, de woningbouw, de utiliteitsector en de glastuinbouw, zijn de kosten vergelijkbaar met verwijdering en opslag van CO₂. Een voorzichtige schatting waarbij tevens afvlakking van de kosten onder invloed van technologische ontwikkelingen en toenemende schaalvoordelen is meegenomen, is een prijs van € 50 per ton CO₂.

Nieuwe tariefsystemen

Op dit moment is er een verandering gaande naar andere tariefsystemen voor aardgas, waarbij niet alleen op m³ gas wordt afgerekend, maar voor een belangrijk deel op beschikbaar vermogen (CDS). Dit leidt tot een lager bedrag dat kan worden bespaard door warmtelevering omdat altijd een gasaansluiting als back-up nodig is. De verwachting van CE is dat op dit punt innovatieve ideeën mogelijk zijn, zoals lokale gasopslag in tanks voor noodgevallen zodat het beschikbare vermogen kan worden verkleind.

2.5

Ontwikkelingstrajecten voor de warmteprojecten

Voor de geïdentificeerde maatschappelijk rendabele en marginaal rendabele warmteprojecten wordt een ontwikkelingstraject geschetst. In dit plan wordt aangegeven hoe voor de rendabele opties de gebruikers aangesloten kunnen worden, welke route en overige infrastructurele opties de voorkeur hebben en hoe de benodigde continuïteit en leveringszekerheid kan worden gegarandeerd.

Voor de marginaal rendabele opties wordt verder bekeken of er alternatieve uitvoeringsvarianten mogelijk zijn om de rentabiliteit te verhogen. Hierbij wordt gedacht aan de onderlinge koppeling van verschillende opties, aan tracéaanpassingen en uitbestedingsprocedures om de kosten te drukken en aan beperking van het voorzieningsgebied.



Minimaliseren van de kosten van de infrastructuur

Vergroten van het uitbreidingspotentieel van de geanalyseerde warmteopties is mogelijk:

- Hoogvliet
Uitbreiding naar bestaande hoogbouw, Spijkenisse, Rotterdam-Zuid.
- Koppeling B-driehoek aan stadsverwarmingsnet om transportkosten te drukken.
- Verhogen efficiency transport door gelijktijdig aansluiten van verschillende typen gebouwen.
Door gebouwen uit verschillende sectoren op dezelfde warmteleveringsoptie en transportinfrastructuur aan te sluiten wordt de gelijktijdigheid-factor een stuk lager doordat de warmtevraag over een grotere tijdsperiode wordt verspreid. Hiermee neemt de energievraag per aansluitingsvermogen relatief sterk toe en kan de warmteproductiecapaciteit van de veelal volcontinue werkende industrieën beter worden benut.

Ondergrens voor kleine verbruikers

De kosten voor distributie en aansluiting zijn voor kleine en grote verbruikers gelijk. Door een ondergrens te stellen kan de rentabiliteit als geheel worden verhoogd. Woningbouw met een te lage vraagdichtheid en kleine glastuinbouwbedrijven (kleiner dan 300.000-500.000 m³ a.e. (EPS,1997 en Bakker, 2000) worden niet aangesloten op het net waardoor de totale rentabiliteit toeneemt.

2.6 Conclusie

Op dit moment zien wij 5 warmteopties met restwarmtebenutting die wij als zeer kansrijk en maatschappelijk rendabel aanmerken:

- (een deel van het) Westland;
- B-driehoek;
- Tinte/Vierpolders;
- beperkte uitbreiding SV-net (Hoogvliet)
- benutting restwarmte voor huidige stadsverwarmingsnet.

Op basis van het criterium 'maatschappelijk rendabel' (Tabel 14) kunnen we het CO₂-reductiepotentieel stellen op 1 Mton/jaar, oftewel benutting van circa 20 PJ restwarmte per jaar. Hierbij is rekening gehouden met de toenemende rendementen om warmte te maken uit aardgas. Waarschijnlijk zullen er ook andere technieken zijn om warmte te maken zoals de zonnecombi, maar deze is niet algemeen toepasbaar in stedelijk gebied. In Tabel 17 is een overzicht gegeven van de 5 warmteopties.

De woningbouw is slechts een klein deel van dit potentieel. Het overgrote deel is glastuinbouw.

Tabel 17 Investeringen

	Productie [milj €]	Transport [milj €]	Distributie [milj €]	Totaal [milj €]	[PJ/jr]	kosten [€/kton CO ₂]	Reductie [kton CO ₂ /jr]
Tinte/Vierpolders	30	17	44	91	2	10	91
Westland	46	66	136	248	5,8	15	263
B-driehoek	137	122	221	481	11,6	25	528
Hoogvliet	3	6	20	29	0,2	60	10
Stadsverwarming op restwarmte	40	10	0	50	2,6	50	133



3 Ervaringen elders

3.1 Inleiding

In Amsterdam is in bestaand gebied een nieuwe warmte-infrastructuur aangelegd en in exploitatie gebracht. In Apeldoorn heeft men recent het fiat gegeven voor een nieuw grootschalig warmtesysteem. Daarnaast zijn er nog enkele andere initiatieven op het gebied van benutting van restwarmte. Om een realistisch, haalbaar ontwikkelplan voor Rijnmond te kunnen maken zijn de verschillende initiatieven geïnventariseerd, waarbij de nadruk is gelegd op Amsterdam en Apeldoorn. Uit deze projecten komen knelpunten en aanbevelingen naar voren die van belang kunnen zijn voor de situatie in het Rijnmondgebied.

3.2 Amsterdam

3.2.1 Levering van AVI aan Westelijk Havengebied

De Gemeentelijke Dienst Afvalverwerking (GDA) en Nuon hebben een bedrijf opgericht dat de warmte uit de AVI Amsterdam gaat distribueren naar bedrijfsgebouwen in het Westelijk Havengebied Amsterdam. Beide partijen nemen voor de helft deel in het bedrijf, dat Westpoort Warmte heet.

Warmtedistributie is een mogelijkheid om de doelstelling van beide ondernemingen voor energie-efficiëntie en duurzame energie te realiseren.

Voor de AVI vormt het een van de mogelijkheden om het rendement van de centrale te verhogen, zoals onlangs is afgesproken in een convenant met de overheid. Anderzijds wordt door het gebruik van de restwarmte van de AVI het verbruik van fossiele brandstoffen vermeden, en daarmee de uitstoot van CO₂ verminderd [Afval, 1999].

De AVI verbrandt 800.000 ton afval op jaarbasis en produceert 60 MW elektriciteit. Bij deze productie blijft nuttige warmte over [Nieuwsbrief CO₂, 2001]. Westpoort Warmte distribueert deze warmte vanaf eind 2000 uit de AVI aan bedrijven in het Westelijk Havengebied. Dit wordt mogelijk uitgebreid naar de vier westelijke stadsdelen van Amsterdam. In dat gebied zou geleverd kunnen worden aan minimaal 20.000 woningen en 500.000 m² kantoorruimte. Voorwaarde hierbij is de bouw van een andere turbine die 700 TJ per jaar warmte kan leveren [Nieuwsbrief, 2001].

Om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen is een warm water bufferstation gebouwd met een inhoud van 6000 m³. 's Nachts wordt zoveel mogelijk warmte afgenomen tegen de laagste prijs. Vervolgens wordt dit gebufferd en overdag, bij grote vraag naar warmte, geleverd tegen een hogere prijs. Dit systeem was echter alleen mogelijk door middel van subsidies vanuit het CO₂-reductieplan.

De bestaande kantoren waren al aangesloten op het aardgasnet. Om de overstap op warmte te stimuleren, krijgen afnemers een korting van 7% op de GJ prijs. Bij nieuwbouw wordt direct een warmtesysteem aangelegd in plaats van aardgasleidingen [Nieuwsbrief, 2001].

Het aanleggen van de infrastructuur en opslagsystemen voor warmte zal de komende jaren een investering van 25 miljoen Euro vergen. Deze investe-

ring wordt mogelijk gemaakt door subsidie van de rijksoverheid en het gebruik van de zogenaamde groenfinanciering [Afval, 1999].

3.2.2 Levering van UNA aan IJburg

Een ander initiatief is de samenwerkingsovereenkomst die op 13 augustus 1999 ondertekend is door de gemeente Amsterdam, Energie Noord West (thans Nuon) en de bouwconsortia IJburg voor de levering van warmte aan de eerste 9.100 woningen van IJburg. Dit is een nieuwe stadswijk in het oosten van Amsterdam op een zestal eilanden in het IJmeer. In totaal worden hier 18.000 woningen gerealiseerd voor 45.000 mensen. De eerste woningen zijn gebouwd op het westelijk deel van het Haveneiland en de Riepteilanden [Amsterdam, 1999].

De partijen hebben afgesproken dat de restwarmte van de elektriciteitscentrale van de UNA in Diemen gebruikt wordt voor een centraal warmtenet. De woningen krijgen geen aansluiting op het aardgas en geen cv-ketels. De huizen worden verwarmd door een centraal warmtenet met water van 70° C. Dit water is afkomstig van de elektriciteitscentrale van Diemen. De warmte wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan de verwarming en de tapwatervoorziening. Daardoor is een continue toevoer van warm water uit de kraan mogelijk.

De bewoners betalen voor deze warmte niet meer dan wanneer hun woning op aardgas zou zijn aangesloten. Het systeem is rendabel doordat IJburg dichtbij de elektriciteitscentrale ligt [Amsterdam, 1999].

3.3 Apeldoorn

Begin februari 2002 heeft de Gemeente Apeldoorn met energieleverancier NUON een akkoord gesloten over het aanleggen van een warmtenet. Vanuit dit net ontvangt een aantal nieuwbouwwijken en delen van het bestaande centrum van Apeldoorn in de toekomst hun warmte. In 2008 moeten 5000 woningen op het net zijn aangesloten. Dit ondergrondse leidingnet komt in de plaats van het traditionele gasnet. Het aardgasverbruik in Apeldoorn zal daardoor met circa vijf miljoen m³ per jaar afnemen [Weekend Totaal Gemeente, 2002].

De warmte zal afkomstig zijn van bedrijven op het te ontwikkelen bedrijventerrein Ecofactorij, gelegen tussen de A1 en A50. Een van deze bedrijven is Fibroned, een verbrander van pluimveemest. De geplande centrale gaat naar verwachting 385.000 ton mest per jaar verwerken en levert 27 MW elektriciteit, 13 MW warmte en 7 MW koude [Roos, 2001; Paes-group, 2002]. Een belangrijke potentiële afnemer van zowel de warmte als de koude zijn de bedrijven op de Ecofactorij zelf. Na benutting van alle mogelijkheden voor warmtetoepassing door deze bedrijven zal per saldo sprake zijn van een warmte overschot. Dit overschot zal worden geleverd aan de genoemde wijken. De opstart is gepland eind 2002 / begin 2003 [Roos, 2001].

Het initiatief voor levering van warmte komt voort uit het overkoepelende concept voor de Ecofactorij. Bij de ontwikkeling van dit nieuwe bedrijventerrein staan "efficiency" en "duurzaamheid" centraal.

Uit tegengestelde opvattingen is de Ecofactorij aanvankelijk als compromis geboren: als er dan toch een bedrijvenpark bij moet, dan in ieder geval een duurzaam bedrijventerrein. De gemeente Apeldoorn heeft het initiatief genomen en een beleidsplan geschreven dat tussentijds getoetst is in het bedrijfsleven. Daarbij is ruim aandacht geschonken aan de financiële gevol-



gen van het plan. Uiteindelijk heeft het beleidsplan zowel bij de gemeente als bij het bedrijfsleven ruim voldoende draagvlak verworven. Bedrijven krijgen korting op de grondprijs wanneer ze voldoen aan een bepaald aantal milieupunten. Deze korting verrekent de gemeente achteraf, wanneer de bouw van de bedrijfshuisvesting voltooid is.

Om duurzaamheid in de toekomst te garanderen, is een gedegen juridische onderbouwing van het beleidsplan van kracht. Hiermee kan worden voorkomen dat een bedrijf dat voldoet aan de eisen uit het beleidsplan grond koopt van de gemeente en deze enige jaren later overdoet aan een ander bedrijf. Om dergelijke situaties het hoofd te bieden is een coöperatieve vereniging van eigenaren opgericht die het beheer van het park op zich neemt. Door middel van een juridische constructie kan de gemeente duurzaamheid van bedrijven afdwingen. Deze constructie berust op een koppeling van het bestemmingsplan met een privaatrechtelijke overeenkomst. Overeenkomsten die gesloten worden tussen de gemeente en een nieuw te vestigen bedrijf hebben een erfpachtconstructie in zich, waardoor het blote eigendom na aankoop in handen komt van de coöperatieve vereniging. De gemeente houdt hierbij door middel van een zetel in de vereniging als pachtheer een vinger in de pap. Dit in tegenstelling tot de gebruikelijke situatie waarin de gemeente een bedrijvenpark aanlegt, zorgt voor alle voorzieningen en zich vervolgens terugtrekt [Apeldoorn Webmagazine, 2000].

De aanleg van het net levert een potentiële besparing op fossiele/nucleaire energie op van 350 TJ per jaar. Uit onderzoek van Roos [2001] blijkt dat de kosten voor de gemeente Apeldoorn om het net aan te leggen worden geraamd op bijna € 23 miljoen over de periode 2001 – 2008.

Nuon investeert ca. 41 miljoen euro in het project. De gemeente geeft een krediet van 2 miljoen euro. Dat bedrag moet Nuon, bij rendabele exploitatie, voor 2010 afbetalen [Energiemanagement, 2002].

Actoren die betrokken zijn bij het project zijn de gemeente Apeldoorn, NUON en Fibroned, maar ook de Milieufederatie en SNM. Deze laatste twee genoemden fungeren als discussiepartners [Roos, 2001].

3.4 Overige initiatieven

In de Willem-Annapolder op Zuid-Beveland is eind april 2002 een groot glastuinbouwbedrijf geopend. Voor dit bedrijf van ruim 35 hectare is onder andere de energievoorziening in handen van het Zeeuwse energiebedrijf Delta. Delta zorgt op dit bedrijf via grote warmtekrachtinstallaties voor de levering van warmte, CO₂ en elektriciteit. Op het omvangrijke tuinbouwcomplex staan twee grote ketelhuizen met in totaal 12 gasmotoren die elk een capaciteit van 1,5 MW hebben. Daarnaast bevinden er zich in elk ketelhuis 3 ketels met elk een capaciteit van 7 MW.

De Afval Verbranding Rijnmond benut restwarmte voor de productie van gedestilleerd water, terwijl de AVI Roosendaal warmte levert aan naburige tuinbouwkassen. Avira te Duiven en de ROTEB leveren warmte aan het stadsverwarmingsnet.

AVI Moerdijk levert stoom aan de naastgelegen WKK centrale. Van hieruit wordt weer restwarmte geleverd aan naburige industrieën. De GEVUDO in Dordrecht kan stoom leveren aan een naburige slibverbrandingsinstallatie.

Bovenstaande initiatieven zijn een selectie van projecten op het gebied van levering van (rest)warmte. Dit is geen volledig overzicht.

3.5 Knelpunten en aanbevelingen

Uit de verschillende projecten is een aantal knelpunten en aanbevelingen gedestilleerd.

Amsterdam

Voor de afstemming van vraag en aanbod is een bufferstation noodzakelijk. Hiermee kan echter tevens een gedeelte van de inkomsten worden vergaard, doordat warmte 's nachts goedkoop wordt afgenomen en overdag, bij een grote warmtevraag, tegen een hogere prijs wordt geleverd.

Subsidies blijken noodzakelijk om het systeem te implementeren. In het geval van Amsterdam zijn deze subsidies vanuit het CO₂-reductieplan verstrekt. Ook de investering in infrastructuur bleek alleen mogelijk door subsidie van de rijksoverheid en het gebruik van groenfinanciering.

Apeldoorn

Bij de ontwikkeling van het bedrijventerrein staan "efficiency" en "duurzaamheid" centraal. Bedrijven krijgen daarom korting op de grondprijs wanneer ze voldoen aan een bepaald aantal milieupunten.

Deze korting wordt door de gemeente achteraf verrekend na voltooiing van de bouw van de bedrijfshuisvesting.

Door middel van een juridische koppeling van het bestemmingsplan met een privaatrechtelijke overeenkomst kan duurzaamheid in de toekomst worden gegarandeerd. Op deze manier kan een bedrijf, dat voldoet aan de eisen uit het beleidsplan van de gemeente, grond kopen en deze na een aantal jaren overdoen aan een ander bedrijf.

Voor het beheer van het park is een coöperatieve vereniging opgericht, waarin de gemeente een zetel heeft. Overeenkomsten die gesloten worden tussen de gemeente en een nieuw te vestigen bedrijf hebben een erfpachtconstructie in zich, waardoor het blote eigendom na aankoop in handen komt van de vereniging.

Overige initiatieven

Uit allerlei andere initiatieven is een aantal aanbevelingen gedestilleerd dat hieronder kort wordt weergegeven [duurzame bedrijventerreinen; OEI, 2002]:

- laat duurzaamheid geen doel op zich zijn en beschouw de marktvrage als leidend. Stel om die reden economische voordelen centraal;
- zorg reeds in een zo vroeg mogelijk stadium voor een overleg met alle betrokken instanties op basis van een duidelijke besluitvormingsanalyse en een helder communicatieplan;
- zorg voor een vroegtijdige samenwerking tussen alle betrokken partijen;
- de rol van de diverse actoren dient duidelijk te zijn en de financiering geregeld. Daarnaast is er een businessplan voor de exploitatie nodig en duidelijke procedures;
- een goede uitwisseling van informatie is van groot belang;
- probeer de andere betrokken partijen als collega's of partners te zien en ga op die manier ook met elkaar om;



- zorg voor een beheersstructuur of formule die steeds verdergaande verbeteringen ten aanzien van samenwerking en milieuprestaties stimuleert;
- het creëren van een gezamenlijk belang wordt gezien als voorwaarde. Vanuit een gemeente kan door middel van financiële participatie worden getoond dat zij ook een belang heeft [Weekend Totaal Gemeente, 2002];
- naast het gezamenlijke belang zijn vertrouwen en openheid belangrijke aspecten;
- probeer een positieve support te realiseren van de vergunningverlenende instanties;
- het hebben van een aantal belangrijk trekkers is belangrijk, evenals inventiviteit, vasthoudendheid en uitstraling. De trekkersrol blijkt het beste vervuld te kunnen worden door een ondernemersvereniging of één of meerdere grote bedrijven;
- het verstrekken van subsidies kan in sommige gevallen de doorslag geven.



4 Knelpunten en oplossingen

In hoofdstuk 2 is een aantal kansrijke warmteopties met ontwikkeltrajecten beschreven voor restwarmtebenutting tot 2020. In dit hoofdstuk worden knelpunten en oplossingsrichtingen voor deze opties geanalyseerd aan de hand van de analyse van vier recente warmteprojecten die niet van de grond zijn gekomen.

De analyse in dit hoofdstuk zal bestaan uit drie delen:

- 1 Actorenanalyse.
- 2 Knelpuntenanalyse.
- 3 Oplossingsrichtingen voor 2020, rollen actoren en instrumenten voor overheidsorganisaties.

De onderdelen worden in de navolgende paragrafen afzonderlijk besproken.

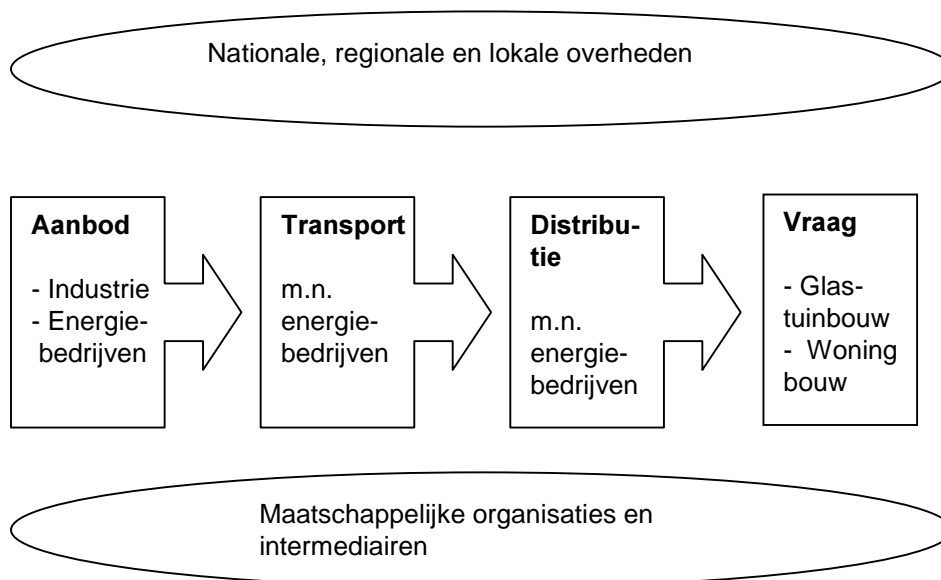
4.1 Actorenanalyse

Voor wat betreft de huidige bij restwarmtelevering betrokken actoren kan een onderscheid gemaakt worden naar vier groepen. Actoren kunnen betrokken zijn bij:

- aanbod van restwarmte;
- transport van restwarmte;
- distributie van restwarmte;
- vraag naar restwarmte.

De belangrijkste categorieën actoren zijn weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7 Actoren bij restwarmtelevering



Voor wat betreft het aanbod van restwarmte speelt in de Rijnmond met name de industrie een rol. Deze is in de voorgaande hoofdstukken geclusterd in vier gebieden, te weten: Maasvlakte, Europoort, Pernis en Botlek. In ieder

gebied bevinden zich verschillende industrieën die zowel aanbieders als vragers van restwarmte kunnen zijn. Deze industrieën worden hier niet afzonderlijk onderscheiden als actoren, maar zij komen deels wel terug in de onderstaande analyse van de vier cases. Voor de industrie is warmte een bij- of restproduct dat ontstaat door de normale bedrijfsvoering. Voorbeelden van industrieën die restwarmte zouden kunnen leveren zijn: Shell-raffinaderij, Esso, Nerefco, E-on, Astral, Carbon Black, AVR, DSM.

Behalve de industrie zijn ook energiebedrijven van belang als aanbieders van warmte. In de Rijnmond staan verschillende warmte-krachtcentrales die naast elektriciteit ook warmte leveren. In deze centrales is warmte een product dat bewust wordt opgewekt en ingezet bij een efficiënte bedrijfsvoering voor levering aan afnemers. Door liberalisering van de energiemarkt en fusies is het beeld bij energiebedrijven de laatste jaren sterk veranderd. In principe kan ieder energiebedrijf nu betrokken zijn bij energie- en warmtelevering in de Rijnmond. Het voorbeeld van de (nog) niet gerealiseerde STEG in Bleiswijk laat zien dat NUON een van de actoren is die actief gebruik maakt van de ruimte die ontstaan is naast de vroegere monopolist Eneco.

Transport en distributie van warmte en andere vormen van energie waren vroeger onlosmakelijk verbonden met het energiebedrijf. Tegenwoordig zijn zowel transport als distributie van warmte afzonderlijke bedrijfsactiviteiten die ook als zodanig door individuele bedrijven kunnen worden gerealiseerd. Hoewel in de praktijk de bestaande energiebedrijven hier nog een grote rol spelen zijn er nu ook andere spelers in de markt.

Er zijn twee grote categorieën vragers van warmte te onderscheiden in de Rijnmond. Dit zijn de glastuinbouw en de woningbouw. De bestaande glastuinbouw is met name te vinden in het Westland, de B-driehoek en bij Tinte/Vierpolders. Voor de laatste twee locaties valt in de toekomst een sterke uitbreiding van het glastuinbouwareaal te verwachten. Bij de woningbouw is het stadsverwarmingsgebied in Rotterdam een grote partij aan de vraagkant. Daarnaast zijn er diverse Vinex-locaties en stadsvernieuwingsgebieden waar de inzet van warmtelevering gepland is of wordt overwogen (o.a. Zoetermeer-Oosterheem, Hoogvliet)

De overheid is een andere partij die van groot belang is voor de levering van restwarmte. Op zowel nationaal, regionaal als lokaal niveau speelt de overheid hierbij een rol door de inzet van verschillende stimuleringsinstrumenten (nationaal), de planning en samenwerking bij de ruimtelijke ordening in de Rijnmond, en bij de aanbesteding en realisering van projecten op gemeentelijk niveau. Verder zijn diverse intermediairen, projectontwikkelaars, adviseurs en ingenieursbureaus betrokken bij het realiseren van restwarmtelevering.

Ook diverse maatschappelijke organisaties spelen een, weliswaar indirecte maar niet onbelangrijke rol bij het realiseren van warmtelevering. Te denken valt hierbij aan bewonersverenigingen en andere belangenvertegenwoordigers. Relevante vragen daarbij zijn onder meer hoe gewild warmtelevering voor woningen is en of er weerstanden tegen aanleg van de infrastructuur zijn.



4.2 Knelpuntenanalyse

In deze paragraaf worden vier recente cases van geplande restwarmtebenutting in de Rijnmond onderzocht waarvan de oorspronkelijke planning niet is gerealiseerd. Deze vier cases zijn:

- INES-BIR project;
- Eurodelta-project;
- Stadsverwarming Rotterdam-Zuid;
- STEG Bleiswijk.

De vier projecten worden in afzonderlijke deelparagrafen beschreven. Paragraaf 4.2.5 geeft een overkoepelende analyse van de geconstateerde knelpunten in deze projecten.

4.2.1 INES-BIR project

Projectbeschrijving

Het INES('INDustrieel EcoSysteem')-project is een initiatief van de Stichting Europoort/Botlek Belangen (EBB, tegenwoordig Deltalinqs). Vanaf 1993 werd hierin onderzocht hoe de verschillende bedrijven in het Europoort/Botlekgebied gebruik kunnen maken van elkaars (rest)energie, afval en grond- en hulpstoffen om zodoende de economische bedrijfsvoering te verbeteren en de milieubelasting te verminderen.

Een van de deelprojecten binnen INES is het project 'Benutting Industriële Restwarmte' (BIR), waarbinnen onderzocht werd in hoeverre bedrijven gebruik kunnen maken van elkaars restwarmte. Bij INES-BIR werden aanvankelijk acht deelprojecten onderscheiden, waarvan vijf zouden bestaan uit stoomuitwisseling tussen bedrijven, twee waarbij heet water zou worden uitgewisseld en een waarbij heet water zou worden benut voor de productie van elektriciteit. De totale investeringskosten voor het INES-BIR project werden in eerste instantie geraamd op 84 miljoen Euro. De CO₂-emissiereductie door het project zou 273 kiloton per jaar bedragen.

Van de acht onderzochte projecten werd uiteindelijk echter maar één (deel van een) deelproject economisch rendabel bevonden zonder subsidie en één deelproject ingediend voor subsidieverlening uit het CO₂-reductieplan. De investeringssom voor deze twee deelprojecten samen bedraagt circa 4 miljoen Euro (5% van de oorspronkelijke investeringssom). Tabel 18 geeft een overzicht van de voortgang van de verschillende projecten en redenen voor wijzigen of schrappen van de verschillende deelplannen.

Tabel 18 INES Projecten Benutting Industriële Restwarmte

Deelproject INES-BIR	Voortgang
1 Air Products - Shell Chemie	geschrapd; terugverdientijd meer dan 30 jaar
2 AVR - Watco	geschrapd; geringe continuïteit van de stoomvraag bij Watco
3 ARCO (Lyondell)-Climax	geschrapd; economisch onhaalbaar
4 Esso - ORC	geschrapd; economisch onhaalbaar
5 Shell – Shell - Kemira	aanvullend onderzoek uitgevoerd, daarna geschrapd wegens sluiten van Kemira Agro Pernis
6 Shell - Shell	aanvullend onderzoek uitgevoerd, daarna geschrapd wegens hoge kosten voor uitkoppelen van warmtebronnen en geringe interne warmtevraag
7 AVR – Kerr McGee	gesplitst in twee delen; AVR – Kerr McGee wellicht haalbaar zonder subsidie, AVR – DSM wordt verder besproken
8 Carbon Black - VOTT	ingediend bij projectbureau CO ₂ -reductieplan voor subsidie, teruggetrokken, gaat niet door

Van de Shell deelprojecten wordt nu onderzocht of het uitkoppelen en exporteren van industriële restwarmte van Shell Pernis (200 MWth) naar het stadsverwarmingsnet in Rotterdam commercieel haalbaar is.

Daarnaast zijn drie mogelijke alternatieve projecten gesignaleerd door de werkgroep BIR. Dit zijn:

- Exxon Chemical: stoom uit restwarmte;
- Hunter Douglas: restwarmte uit rookgas voor stadsverwarming Rotterdam;
- Waterbedrijf Europoort: productie van gedestilleerd water uit restwarmte. Hiervan worden de mogelijkheden op dit moment eveneens onderzocht.

Actoren

Tabel 19 geeft een overzicht van de diverse actoren die betrokken zijn bij het INES-BIR project.

Tabel 19 Actoren INES-BIR

Aanbod warmte	Transport	Distributie	Vraag
Diverse industrieën	Door industrieën onderling		Diverse industrieën
- Air Products			- Shell Chemie
- AVR			- Climax
- Lyondell			- Kerr McGee
- Esso			- DSM
- Shell-raffinaderij			- VOTT
- Carbon Black			

Knelpunten

Geconstateerde knelpunten zijn o.a.:

- uitkoppeling van restwarmte op veel verschillende plaatsen in industrieterrein nodig;
- te lange terugverdientijd;
- beperkte continuïteit warmtevraag bij vragende partij;



- beperkte interne warmtevraag;
- sluiten van fabriek
- meerdere partijen nodig voor realisatie
- gebrek aan infrastructuur.

Knelpunten voor directe warmtelevering tussen industrieën liggen dus zowel aan de aanbodzijde (procestechnisch), anderzijds aan de vraagkant (onzekerheden over vraag, hoge rentabiliteitseisen, te beperkte vraag). Gezien de beperkte afstanden tussen de fabrieken en het beperkte aantal aanbieders en vragers per project zijn transport en distributie hier van relatief kleiner belang.

4.2.2 Eurodelta-project

Projectbeschrijving

Een afzetmogelijkheid voor restwarmte van de industrie in de Rijnmond richting noorden is de glastuinbouw in het Westland. Per warmtepijpleiding kan warmte direct aan de glastuinbouw geleverd worden. Dit gebeurt al op beperkte schaal. Wenselijk bij de toepassing van deze restwarmte is dat eveneens CO₂ wordt geleverd. In de tuinbouw wordt immers warmte en CO₂ gebruikt.

In eerste instantie was in het Eurodelta-project voorzien dat op deze wijze een hoeveelheid energie van 500 MWth bespaard worden. Samen met de CO₂-emissiereductie, gerealiseerd door het transport van CO₂ die de industrie in Rijnmond produceert, geeft dit in totaal een CO₂-reductie van ruim 300 kton/jaar.

In 1997 is in een haalbaarheidsstudie gezocht naar de meest kostenefficiënte manier om warmte en CO₂ van verschillende producenten bij de afnemers te krijgen. Verschillende opties zijn bestudeerd, waarbij de afzetvarianten 266 ha (fase 1) resp. 523 ha (fase 2) netto glas zijn.

In geval dat het Eurodelta-project zou worden uitgevoerd, zou een exploitatiemaatschappij Eurodelta worden opgericht, die zowel de realisatie van de benodigde infra als de exploitatie gedurende de levensduur van het project op zich zou nemen. Deelnemers: Nutsbedrijf Westland, Elektriciteitsbedrijf EZH, Eneco, Energieproductiebedrijf UNA.

Afnemende glastuinbouwbedrijven zouden een kostenvoordeel van 10% hebben ten opzichte van het kostenniveau van individuele productie van warmte en CO₂ uit aardgas.

Hoewel de uitkoppeling van laagwaardige warmte aanzienlijke kosten met zich meebrengt, zou de industrie indirecte voordelen kunnen behalen door de mogelijkheid om warmte als energiebesparing mee te nemen in bestaande convenanten.

De CO₂-emissiereductie wordt geschat op 380 kton per jaar bij 523 ha glas. NO_x wordt met 175 ton per jaar verminderd. De aardgasbesparing is ruim 200 miljoen m³ per jaar.

De projectinvesteringen voor de verschillende opties variëren van € 120 (fase 1) tot € 250 (fase 2) miljoen. Het warmtedistributienet is hiervan de grootste kostenpost (€ 50-90 miljoen), gevolgd door de warmtetransportleiding (€ 25-50 miljoen), aansluiten 300 tuinders (€ 15-20 miljoen) en uitkoppelen (€ 6-20 miljoen).

Uiteindelijk is het Eurodelta-project niet gerealiseerd. Enerzijds omdat de bestaande tuinders in het Westland allemaal al een eigen (gas) energievoorziening hebben en niet zozeer op een extra warmteaansluiting zitten te

wachten. Anderzijds omdat de uitbreiding van glastuinbouw in andere gebieden zal plaatsvinden en er dus geen nieuwe vraag ontstaat. De fysieke infrastructuur in het Westland zelf maakt aanleg van een warmtenet daarnaast extra moeilijk: onder de merendeels smalle wegen en vele sloten is een warmtenet moeilijk aan te leggen. Het pijpleidingtraject vanaf de Maasvlakte (E-on) is bovendien zeer lang en kostbaar. Tabel 20 geeft een overzicht van voortgang en knelpunten bij verschillende deelstudies binnen het Eurodelta-project.

Tabel 20 Voortgang Eurodelta

Deelproject Eurodelta	Voortgang
Westelijk systeem a: 250 MWth vanuit de Maasvlaktecentrale (E-on), met 250 MWth uit Kemira-regio, met CO ₂ van Shell Pernis richting 523 ha glas	Hoge CO ₂ -reductie, maar grote onrendabele top door lange transportleiding Risico t.a.v. niet doorgaan 2 ^e fase glastuinbouw.
Westelijk systeem b: 500 MWth vanuit de Maasvlaktecentrale richting 523 ha glas	Hoogste onrendabele top door hoge inkoopprijs. Risico t.a.v. niet doorgaan 2 ^e fase glastuinbouw.
Oostelijk systeem a: 210 MWth vanuit AVR, met 250 MWth uit Kemira-regio richting 523 ha glas	Risico t.a.v. niet doorgaan 2 ^e fase glastuinbouw, Kemira-vestiging gesloten
Oostelijk systeem b: 210 MWth uit AVR richting 266 ha glas	Zekerheid t.a.v. afzet, maar wel relatief ongunstige onrendabele top en hoge prijs per vermeden ton CO ₂ .
Het Midden systeem: 250 MW uit Kemira-regio en CO ₂ vanuit Kemira richting 266 ha glas	Aanbod niet zeker gesteld (Kemira-vestiging gesloten).

Actoren

Tabel 21 geeft een overzicht van de belangrijkste actoren in het Eurodelta-project.

Tabel 21 Actoren Eurodelta

Aanbod warmte / Transport / Distributie	Vraag
Participanten Stichting PSE : – Nutsbedrijf Westland – Power Projects (50% EZH, 50% UNA) – Eneco – VEK Adviesgroep – Coop. Rabobank de Maaslanden – Heerema Fabrication Group – Thomassen International Holding Leveranciers restwarmte en CO ₂ : - AVR - Maasvlakte centrale EZH (afgevalen) - Kemira - Shell Raffinaderij Overheid: - Bestuurscie Westland stadsgewest Haaglanden (samenwerking 7 Westlandse gemeenten)	Glastuinbouworganisaties - LTO Nederland - WLTO-kring Westland



Knelpunten

Geconstateerde knelpunten in dit project zijn o.a.:

- herstructurering glastuinbouw 2^e fase; geen verdere uitbreiding; geen nieuwe vraag;
- pijpleiding vanuit Maasvlakte (of AVR) zeer lang en kostbaar;
- bestaande gasinfrastructuur in Westland;
- aanbod bij verschillende aanbieders niet zeker;
- beperkingen voor aanleg warmtenet door fysieke infrastructuur in Westland.

Bij een aantal deelprojecten is hier sprake van onzekerheden in het aanbod, maar zelfs wanneer dat niet het geval is (restwarmte vermoedelijk voor lange termijn beschikbaar) spelen knelpunten met name in (kosten van) transport en distributie en (beperkingen bij de) vraag.

4.2.3 Stadsverwarming Rotterdam-Zuid

Projectbeschrijving

In 1998 hebben Shell en Eneco onderzocht wat het zou kosten om vanaf het Shell terrein de restwarmte te leiden naar Rotterdam-Zuidplein, vanwaar het verder aangesloten zou worden op het bestaande stadsverwarmingssysteem. Berekend is o.a. dat een hoofdleidingpijp van 2 buizen met elk 0,5 m diameter van 8 kilometer (naar Zuidplein) ca. € 60 miljoen zou kosten. De uitkoppeling op het Shell terrein zou neerkomen op ca. € 70 miljoen.

Het terugwinnen van restwarmte voor stadsverwarming vergt omvangrijke investeringen. Er zijn 3 typen kostenposten:

- 1 Het verzamelen van de restwarmte op het Shell terrein; het is kostbaar om in een gebied van 4 bij 1,5 km waarin 2 havens liggen en diverse bebouwing bij diverse onderdelen de restwarmte bruikbaar te maken voor gebruik elders. Om het productieproces niet te belemmeren moet het heet watersysteem in parallel worden uitgevoerd (extra kosten).
- 2 Het transporteren van de restwarmte naar het afzetgebied via een hoofdleiding.
- 3 Het distribueren van de restwarmte naar de consumenten (in de vorm van heet water).

Zuidwijk

Gemeentewerken Rotterdam heeft onlangs in Zuidwijk in opdracht van de woningcorporatie Vestia een "energievisie" opgesteld. Het resultaat van de energievisie voor Zuidwijk was dat de beste optie voor de hoogste CO₂-reductie en de financieel gunstigste situatie het gebruiken van restwarmte was. Aangezien de hoofdleiding voor restwarmte echter pas over ongeveer 12 jaar bij die wijk zou aankomen, moest er wat verzonnen worden voor de kortere termijn. Voordat aansluiting met het restwarmtenet zal plaatsvinden wordt waarschijnlijk gekozen voor een lokaal stadsverwarmingnet en het neerzetten van een decentrale WK-installatie op een slimme plek.

Op dit moment wacht Vestia met het nemen van een besluit om op termijn restwarmte te willen benutten. Er zal een aanbestedingsprocedure gestart worden in het kader van het Besluit Aanleg Energie Infrastructuur. Daarbij zal gegund worden op basis van milieuprestaties in plaats van alleen op financiële prestaties voor de levering van restwarmte.

Hoogvliet

Momenteel speelt restwarmte benutting voor de wijk Hoogvliet, waar nieuwbouw wordt gerealiseerd. Hier wordt o.a. gewerkt met de EPC, de Energie Prestatie Coëfficiënt. Hoogvliet kan slechts 2% (5 MWth) van de door Shell ter beschikking te stellen restwarmte benutten. Er moet voldoende potentieel aan de vraagzijde zijn, die eerst ontwikkeld moet worden voordat restwarmte benut kan worden, omdat de infrastructurele kosten van een pijpleiding vanaf Shell hoog zijn.

Actoren

Betrokken actoren bij warmtelevering aan Rotterdam-Zuid zijn weergegeven in Tabel 22.

Tabel 22 Actoren warmtelevering Rotterdam-Zuid

Aanbod warmte	Transport	Distributie	Vraag
- Shell Pernis		- Energiebedrijven	- Wooncorporaties, zoals Vestia in Zuidwijk

Knelpunten

De belangrijkste geconstateerde knelpunten in dit geval zijn:

- de hoge kosten voor uitkoppeling;
- de hoge kosten voor een hoofdleiding;
- de relatieve kleinschaligheid van stadsverwarmingswijken waar restwarmte kan worden toegepast; eigenlijk komen alleen grootschalige nieuwbouw- en renovatiewijken in aanmerking;
- onzekerheid over mogelijkheden tot aansluiting / deelname van verschillende wijken;
- er is soms sprake van mismatch in soort en tijdstip van warmtelevering. Vooral in de zomer is het voor Shell moeilijk restwarmte te leveren aan een warmtenet omdat de vraag dan wegvalt. Stadsverwarming is juist in de winter nodig;
- fasering van nieuwbouw- en renovatieprojecten speelt een belangrijke rol. Naarmate wijken sneller aangepakt/gerenoveerd worden en de besluiten omtrent al dan niet (op termijn) restwarmtebenutting niet genomen worden, wordt de vraag binnen een bepaald gebied steeds kleiner, hetgeen de rentabiliteit verkleint;
- afnemende warmtevraag per nieuwbouw- en renovatieproject door isolatie- en andere efficiëncymaatregelen.

Knelpunten in dit project liggen dus in een combinatie van aanbod, transport, distributie en vraag. Het aanbod van restwarmte is daarbij min of meer een vaststaand gegeven, gezocht moet worden naar mogelijkheden om de warmtevraag in tijdstip, kwantiteit en kwaliteit hierbij te laten aansluiten.

4.2.4 STEG Bleiswijk

Projectbeschrijving

De plannen voor een STEG in Bleiswijk die zowel het kassengebied in de B-driehoek (Bleiswijk, Bergschenhoek en Berkel en Rodenrijs) als de Vinexlocaties Zoetermeer-Oosterheem en Bergschenhoek-Park Rodenrijs moest voorzien van warmte dateren uit 1997. Het toenmalige energiebedrijf Energie Delfland onderhandelde met de verschillende betrokken gemeenten over



de bouw van deze centrale. Planvorming en concretisering van het project namen echter verschillende jaren in beslag.

Terwijl de planvorming nog niet was afgesloten fuseerde Energie Delfland in de aanloopfase van liberalisering van de energiemarkt met Eneco. Deze partij besloot na een nieuwe beschouwing van de plannen het project toch niet te realiseren. Als redenen hiervoor werden te hoge risico's en te beperkte winstgevendheid aangegeven. Eneco moest een 'verkoopbaar' bedrijf in de markt worden, waarbij lange-termijn risico's zo veel mogelijk vermeden dienden te worden. Inschattingen waarbij door elektriciteitslevering uit het buitenland de elektriciteitsprijs in de toekomst wel eens lager zou kunnen worden dan de productiekosten op basis van aardgas, maakten het project financieel onaantrekkelijk. Daarnaast speelde het vertrek van de toenmalige bestuursvoorzitter van Eneco, die een groot voorstander van warmteprojecten was.

Met Zoetermeer kwam Eneco vervolgens overeen dat de woningen in de inmiddels gerealiseerde fase 1 van de nieuwbouwwijk Oosterheem apart zouden worden aangesloten op een warmtenet, gevoed door een te bouwen kleinschalige gasmotor. In fasen 2 en 3 van de oplevering van Oosterheem, zou, door een verscherping van de EPC-eisen in combinatie met warmtepompen voor de gestapelde woningbouw, nieuw te bouwen warmtecapaciteit overbodig worden. Een nieuw te bouwen centrale voor het kassengebied leek daarmee van de baan.

Zeer recent zijn de plannen voor een STEG toch weer actueel geworden. In samenwerking met projectontwikkelaar Syens bestaan momenteel plannen voor financiering van een STEG bij Bleiswijk die zowel verschillende Vinexlocaties in de regio van warmte moet voorzien als CO₂ moet leveren aan tuinders. Hierbij worden nieuwe technologische mogelijkheden gebruikt voor ontkoppeling van warmtelevering en elektriciteitsproductie. Zoetermeer heeft echter in een reactie op de plannen aangegeven dat de plannen voor warmtevoorziening van Oosterheem door Eneco niet zullen worden gewijzigd, waarmee de rentabiliteit van een door NUON te bouwen centrale sterk verminderd wordt. In de loop van 2002 wordt naar verwachting beslist of de centrale al dan niet gebouwd zal worden.

Actoren

De belangrijkste betrokken actoren bij de STEG Bleiswijk zijn weergegeven in Tabel 23.

Tabel 23 Actoren STEG Bleiswijk

Aanbod warmte / Transport / Distributie	Vraag
<ul style="list-style-type: none"> - Energie Delfland (begin) - Eneco (later) - NUON (recent) 	Woningbouw (VINEX locaties) <ul style="list-style-type: none"> - Zoetermeer - B-driehoek (Bleiswijk, Bergschenhoek, Berkel en Rodenrijs) - Pijnacker
Projectontwikkelaar / intermediair <ul style="list-style-type: none"> - Syens 	Glastuinbouw <ul style="list-style-type: none"> - B-driehoek

Knelpunten

De belangrijkste knelpunten in dit geval zijn:

- onzekerheid / risico's lange-termijncontracten;
- beperkte winstgevendheid verwacht door onzekerheden over elektriciteits- en gasprijen;
- strategieverandering betrokken energiebedrijf door liberalisering energiemarkt;
- wegvallen van deel van vraag (VINEX locatie Zoetermeer);
- wegvallen van persoonlijke trekker.

In dit project gaat het om het realiseren van een nieuw aanbod aan energie, inclusief warmte. Er wordt hier dus niet restwarmte van de industrie als restproduct benut. Knelpunt ligt daarbij in eerste instantie bij het aanbod, maar realisatie van dit aanbod is afhankelijk van opties aan de vraagkant en transport- en distributiemogelijkheden en kosten voor warmtelevering aan de vraaglocatie.

4.2.5 Belangrijkste knelpunten in de onderzochte cases

In de onderzochte cases zijn meerdere knelpunten voor (rest)warmtelevering gevonden. Hieronder zijn in hoofdlijnen de belangrijkste knelpunten bij productie, transport, distributie en vraag weergegeven.

Tabel 24 Belangrijkste knelpunten voor restwarmtebenutting

<p>Productie</p> <ul style="list-style-type: none">– Geen drijfveer bij industrie om restwarmte te benutten– hoge initiële investering– lange terugverdientijden– benutting restwarmte is geen kernactiviteit van industrie– maakt industrie afhankelijk van veel andere partijen– restwarmtelevering is lang niet altijd rendabel– geen infrastructuur voor restwarmtebenutting– rendementseisen industrie maken lange-termijninvesteringen moeilijk <p>Transport</p> <ul style="list-style-type: none">– er zijn geen primair belanghebbenden bij aanleg warmtetransportinfrastructuur– hoge kosten en laag rendement– onzekerheid over terugverdienen op lange termijn– energiebedrijven zijn potentiële investeerders, maar zien elders betere investeringsmogelijkheden.– overheid niet/ beperkt bereid om risicodragers / financier te zijn <p>Distributie</p> <ul style="list-style-type: none">– aanleg wijd vertakte distributie-infrastructuur nodig bij veel verschillende vragers– hoge investeringskosten en laag rendement– afstemmen vraag en aanbod op elkaar nodig (dag / seizoen / kwaliteit)– beperkte ruimte (fysiek) voor nieuwe warmte-infrastructuur <p>Vraag</p> <ul style="list-style-type: none">– onzekerheid over ontwikkeling warmtevraag (geplande uitbreidingen tuinbouw en VINEX locaties vergen vaak jarenlange voorbereidingen)

Belangrijke knelpunten voor restwarmtelevering zijn bij zowel aanbod, transport, distributie als vraagkant te vinden. Drijfveren bij de industrie voor nuttig gebruik van restwarmte ontbreken momenteel grotendeels. Ook voor aanleg van de transportinfrastructuur ontbreken grotendeels de prikkels, terwijl de



risico's aanzienlijk zijn. Aan de andere kant is duidelijk dat er in de regio zowel een groot potentieel aan restwarmte is als een vraag naar warmte.

Knelpunten voor realisering van restwarmteopties liggen daarmee vooral op het economische vlak. De initiële investering voor restwarmteprojecten is zeer hoog en de verwachte rendementen zijn laag. Bovendien kleven er gezien de lange realisatie- en terugverdientijd grote risico's aan projecten voor benutting van restwarmte. Technisch zijn veel oplossingen daarentegen nu al realiseerbaar. Warmtebuffers, warmtepompen, nieuwe opslagmogelijkheden en ontkoppeling van warmtelevering en elektriciteitsproductie zijn voorbeelden technische ontwikkelingen die bijdragen tot vergroting van het aantal beschikbare opties.

Andere knelpunten voor realisering van restwarmteopties zijn met name organisatorisch van aard. Deze liggen onder meer bij organisatie van de lange-termijnprocessen en het bijeenbrengen van de vele partijen rondom aanbod, vraag, transport en distributie bij grootschalige warmteprojecten, evenals bij het in de tijd afstemmen van verschillende ruimtelijke ordenings- en planningsprocessen.

In de volgende paragraaf zal worden ingegaan op mogelijke oplossingsrichtingen om aanbod en transport tot 2020 aantrekkelijk te maken en vraag en aanbod bij elkaar te brengen.

4.3 Oplossingsrichtingen, rollen actoren en instrumenten overheid

Tabel 25 geeft een overzicht van mogelijke oplossingsrichtingen voor de belangrijkste geconstateerde knelpunten. Industrie en andere private partijen aan de aanbod- en transportzijde van de warmteketen zullen in eerste instantie degenen moeten zijn die het belang van warmtelevering inzien en hierin het voortouw nemen. Zij zullen belangrijke initiatiefnemers moeten zijn, daarin terzijde gestaan door partijen aan de vraagkant van de keten die het belang van warmtelevering onderkennen.

Voor de overheid is echter eveneens een zeer belangrijke rol weggelegd bij het wegnemen van een aantal kernknelpunten voor de ontwikkeling van restwarmtelevering voor de toekomst. Deze zal met name moeten bestaan uit het creëren van belangen voor warmtelevering en transport door de inzet van verschillende regulerende en financiële instrumenten, afspraken tussen partijen, het lokaliseren en inventariseren van de vraag naar warmte en het organisatorisch bijeenbrengen van vraag en aanbod. De overheid is daarbij eveneens regisseur van de planprocessen die noodzakelijk zijn voor grootschalige warmtelevering en intermediair tussen de verschillende betrokken partijen. Gezien het publieke belang van warmtebenutting lijkt het voor de overheid ook wenselijk te overwegen in hoeverre een bijdrage in de financiering en risicoafdekking van projecten nodig is.

Voor oplossingsrichtingen valt een onderscheid te maken naar opties op nationaal niveau en opties die binnen Rijnmond verwezenlijkt kunnen worden. Deze zijn hieronder weergegeven.

Tabel 25 Knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen

Knelpunten	Mogelijke oplossingsrichtingen
Productie	Productie
Geen drijfveer bij industrie om restwarmte te benutten	<ul style="list-style-type: none"> - Gesloten energieheffing met compensatie - Subsidie op nuttig gebruik restwarmte (CO₂-reductieplan, Energie Premie Regeling) - Normstelling / verbieden bovenmatige restwarmte-lozing
Hoge initiële investering	<ul style="list-style-type: none"> - Investeringsubsidies (EIA, Vamil, EINP, Groen beleggen)
<ul style="list-style-type: none"> - Lange terugverdientijden - Lang niet altijd rendabel - Rendementseisen maken lange termijn investeringen moeilijk 	<ul style="list-style-type: none"> - Investeringsubsidies - Verhogen prijs warmte (REB, CO₂-heffing) - Restwarmtelevering plek geven in benchmarkconvenant, meerjarenafspraken, CO₂-index, ... - Afnamegaranties / risicodekking / risicofondsen
<ul style="list-style-type: none"> - Geen kernactiviteit van industrie - Afhankelijkheid andere partijen - Rendementseisen maken lange termijn investeringen moeilijk - Geen infrastructuur 	<ul style="list-style-type: none"> - Oprichting warmtebedrijf - Intermediairen / projectmakelaars inschakelen
Transport	Transport
Geen primair belanghebbende bij aanleg transportinfrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> - Investeringsubsidies - Oprichting warmtebedrijf
Onzekerheid over terugverdienen op lange termijn	<ul style="list-style-type: none"> - Afnamegaranties (en aanbodgaranties) / risicodekking / risicofondsen
Energiebedrijven zien elders betere investeringsmogelijkheden.	<ul style="list-style-type: none"> - Bevorderen toetreding nieuwe partijen / warmtebedrijven / projectmakelaars - investeringsubsidies
Overheid niet/ beperkt bereid om risicodragers / financier te zijn	<ul style="list-style-type: none"> - Rechtvaardiging investeringen in publieke belang van infrastructuur vergelijkbaar met andere infrastructurele investeringen - Publiek private samenwerking bij financiering en risicospreiding
Distributie	Distributie
Aanleg wijd vertakte distributie-infrastructuur nodig bij veel verschillende vragers.	<ul style="list-style-type: none"> - Publiek private samenwerking bij financiering - Zoeken private partijen die distributie (los van transport) kunnen verzorgen
Beperkte ruimte nieuwe warmte-infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> - Bovenregionale samenwerking voor grootschalige opties - Warmteopties opnemen in streekplan / structuurplan/ bestemmingsplan / stedenbouwkundig plan / bouwplan
Afstemmen vraag en aanbod op elkaar nodig (dag / seizoen / kwaliteit)	<ul style="list-style-type: none"> - Bevorderen toepassing technische opties zoals warmtebuffers
Vraag	Vraag
Onzekerheid over ontwikkeling warmtevraag	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling lange-termijn visie toepassing instrumenten (o.a. EPN, EPL en EPC) - In planning warmtelevering inspelen op voorziene toekomstige ontwikkelingen - Aandacht voor flexibiliteit systemen - Verschillende energievoorzieningsopties tegen elkaar afwegen via gemeentelijke en regionale aanbestedingsprocedures (o.a. BAEI)
Vraag en aanbod in kwaliteit en tijdstip van levering niet op elkaar afgestemd	<ul style="list-style-type: none"> - Op elkaar afstemmen vraag/aanbod - Oprichting warmtebedrijf - Buffer- en opslagmogelijkheden warmte - Technische opwaardering warmte - Zoeken naar andere vraagmarkten - Proeftuinen en simulaties besluitvormingsprocessen



4.4 Nationaal

Op nationaal niveau gaat het vooral om de toepassing van regelgeving en de inzet van verschillende generieke en financiële instrumenten door de overheid. Voorbeelden zijn de toepassing van EPL/EPC/EPN, convenanten, verschillende nationale investerings- en subsidieregelingen (Vamil, EIA, EINP, duurzaam beleggen) en inzet van de regulerende energiebelasting. Door de toepassing van deze instrumenten kan de nationale overheid voor een groot deel de randvoorwaarden voor restwarmtebenutting bepalen.

Een nieuw instrument dat daarbij in de toekomst van belang zal worden voor de benutting van restwarmte is de heffing op CO₂-emissies in combinatie met het opzetten van een systeem voor het verhandelen van CO₂-emissierechten. Bij emissiehandel worden bedrijven beloond naarmate ze erin slagen emissies verder terug te dringen. Er liggen thans voorstellen voor nationale CO₂-emissiehandel (Commissie Vogtländer) en een Europees systeem van emissiehandel (richtlijn komt in oktober 2002 in stemming).

De verwachting bestaat dat in de situatie waarin emissiehandel toegestaan is, en CO₂ derhalve een prijs heeft, ook meer aandacht zal ontstaan voor de benutting van restwarmte. De verkoop van deze restwarmte bespaart energie en reduceert daarmee CO₂-emissies. In eerste instantie zal het systeem gestart worden met grote bedrijven, maar met name indien ook kleinverbruikers en glastuinbouw in het systeem worden betrokken zal een extra impuls ontstaan voor restwarmtebenutting.

Ook de verbredingsthema's in de bedrijfsmilieuplannen (BMP's) en de meerjarenafspraken energie-efficiency (MJA's) en de benchmarkconvenanten bieden nieuwe kansen voor restwarmtebenutting. Naast de klassieke besparingsmogelijkheden binnen het bedrijf kan nu ook aandacht worden besteed aan duurzame energie en energiezuinige productontwikkeling. Het laatste betreft efficiencyverbetering van het indirecte energiegebruik in product en keten, duurzame bedrijventerreinen en optimalisatie van logistiek, transport en ketens (ketenbeheer). Vooral clustering van voorzieningen op bedrijventerreinen levert daarbij nieuwe mogelijkheden voor benutting van restwarmte.

Hoewel het toepassen van verbredingsthema's in de meerjarenafspraken niet verplicht is, kunnen besparingen die daarmee bereikt worden wel worden meegerekend in de doelstellingen voor het bedrijf. Het benutten van restwarmte zou derhalve voordeel op kunnen leveren. Op langere termijn kan men ervoor opteren om op basis van de behaalde resultaten met de verbredingsthema's ook hiervoor aparte doelstellingen te formuleren. Zo kunnen vooral achterblijvers worden gestimuleerd, en bedrijven die bijvoorbeeld buiten de scope van de emissiehandel vallen.

4.5 Rijnmond

Binnen Rijnmond gaat het er om de regionale samenwerkingsstructuur die al tot stand is gekomen verder uit te bouwen en te benutten voor concrete projecten in de toekomst.

Een belangrijke factor om bestaande knelpunten weg te nemen kan een op te richten warmtebedrijf zijn, waarin regionale- en lokale overheden samenwerken met aanbieders en vragers van warmte. Door dit bedrijf kunnen aan-

bod en vraag naar warmte bij elkaar worden gebracht. Het warmtebedrijf zal ook, gezien het ontbreken van prikkels voor individuele private partijen, het initiatief moeten nemen tot aanleg en financiering van transport- en warmte-infrastructuur.

Het warmtebedrijf zal daarmee dus verantwoordelijk worden voor:

- 1 Het inkopen van warmte bij industriële bedrijven.
- 2 De afzet van warmte aan klanten.
- 3 Het aanleggen van warmtetransportpijpen.
- 4 Het aanleggen van energie-(distributie)infrastructuur.

Het kapitaal voor het warmtebedrijf zal in eerste instantie primair afkomstig moeten zijn van de overheid. Op termijn kan het bedrijf wellicht (deels) overgenomen worden door private partijen in een samenwerkingsconstructie. Een rechtvaardiging voor een dergelijke, waarschijnlijk aanzienlijke investering ligt in het publieke (milieu-)belang van een dergelijke infrastructurele voorziening, vergelijkbaar met overheidsinvesteringen in andere infrastructurele werken. Denkbaar is dat een startkapitaal in de orde van € 750 miljoen nodig is.

De voor het warmtebedrijf benodigde kapitaalsinvestering kan echter ook (mede) gefinancierd worden uit de inzet en uitwerking van een tweede instrument op regionaal niveau, een regulerende gesloten energieheffing. Een voorzien knelpunt bij inzet van een dergelijke heffing is dat de industrie in Rijnmond een “non-sheltered sector” is, waarvan de vestiging in dit gebied economisch van nationaal belang is. Om te voorkomen dat een dergelijke heffing een negatief effect heeft op de vestigingsvoorwaarden voor de multinationals in de Rijnmond dient deze heffing via het warmtebedrijf dan ook volledig gecompenseerd te worden. Een complicerende factor waarmee rekening gehouden zal moeten worden is dat de huidige afspraken in het Benchmark convenant Energie-efficiency, de bedrijven vrijwaren van enige aanvullende heffing.

Aan de vraagkant kan met name gewerkt worden door het stimuleren, of zelfs verplicht stellen van warmteaansluiting bij alle (ver)nieuwbouwprojecten in de regio. Hierdoor wordt ook op lange termijn een stabiele warmtevraag gegarandeerd. Ook kan actief gezocht worden naar de ontwikkeling van nieuwe vraagmarkten voor restwarmte in de toekomst. Denkbare opties daarbij zijn onder meer koelhuizen, drogen (van biomassa voor bijstook in energiecentrales of aantrekken van industrie met droogprocessen), tankparken, tankercleaning, aquacultuur en vorstvrije (spoor)wegen².

Voor de zeer korte termijn kan in het bestaande samenwerkingsverband gewerkt worden aan het visualiseren en in scenariovorm “doorspelen” van bovenstaande opties, daarbij al dan niet gebruik makend van bestaande (computerondersteunde) hulpmiddelen op dit gebied. Hiermee kan zicht verkregen worden op de haalbaarheid en opstelling van de verschillende betrokken partijen bij realisatie van restwarmtebenutting in de Rijnmond.

Vanzelfsprekend rijzen hierbij een aantal vragen:

- Waarom 4 soorten maatregelen (oprichting warmtebedrijf, gesloten heffing, exploitatiebijdrage, planning warmtevraag), is alleen een heffing of alleen de oprichting van het warmtebedrijf niet voldoende?
- Moeten bestaande energiebedrijven een rol spelen bij de distributie van warmte?

² Zie TNO “Warmtenetwerken Rijnmond”, Symposium E2010, 7 november 2000, Rotterdam.



- Is een liberale markt ook hier mogelijk?

Meerdere maatregelen tegelijkertijd

Omdat warmtelevering, ook bij verdiscontering van een prijs van € 50 per vermeden ton CO₂ hoge investeringen vergt, en geen aantrekkelijke rendementen oplevert, zullen commerciële partijen geen grote investeringen doen in dergelijke projecten. Op andere plaatsen is met dezelfde hoeveelheid geld meer te verdienen. Andersom is het alleen oprichten van een nutsbedrijf voor warmtelevering niet voldoende omdat de projecten zonder waardering van de CO₂-reductie nauwelijks rendabel zijn en bij de minste tegenslag in de rode cijfers belanden. Een warmtebedrijf heeft daarnaast ook de hulp van lokale overheden nodig om een warmtevraag te creëren. Zonder diens invloed kan gekozen worden voor de gemakkelijke optie, behoud of aanleg van gasinfrastructuur, ook al levert dit geen CO₂-reductie op. De warmtevragers hebben namelijk geen verplichting tot reductie van hun CO₂-emissie.

Andere energiebedrijven

Indien andere energiebedrijven een deel van de investeringen willen doen, bijvoorbeeld de investeringen in de distributienetten, dan moet dat met beide handen worden aangepakt. Energiebedrijven hebben er belang bij omdat ze een vaste relatie met een klant realiseren. Als NV Warmwaterbedrijf Rijnmond de transportinfrastructuur aanlegt zullen energiebedrijven eerder warmteprojecten starten. Hier is niets op tegen, in tegendeel, maar een nuts optie achter de hand houden kan wel zorgen voor continuïteit in de planfase. De recente historie heeft geleerd dat bij enige tegenwind de energiebedrijven warmteprojecten door het lage rendement en de risico's voor een negatief resultaat, weer in de kast stoppen.

Liberalisering op de warmtemarkt

Met concurrentie op de warmtemarkt zijn nog geen ervaringen opgedaan. In verband met het goed plannen van voldoende vermogen (over de komende dagen, maar ook over de komende jaren) lijkt het niet aannemelijk om een liberale warmtemarkt te creëren. Zonder liberalisering is het al moeilijk genoeg. Wel kan voor langere tijd een concessie worden verleend voor de distributie, dus niet concurrentie op het warmtenet, maar concurrentie om het warmtenet.

4.6 Conclusies

Het oprichten van een nutsbedrijf nieuwe stijl, de NV Warmwaterbedrijf Rijnmond, is een optie om een belang voor restwarmtebenutting te creëren. Dit bedrijf zal zich moeten richten op:

- de afzet van warmte aan klanten;
- het aanleggen van energie-infrastructuur;
- het aanleggen van warmtetransportpijpen, en
- het inkopen van warmte bij industriële bedrijven.

Om deze taken te ondersteunen zal de NV Warmwaterbedrijf Rijnmond moeten beschikken over een startkapitaal ter grootte van € 750 miljoen om de benodigde investeringen te kunnen doen (transport en distributie). Dit zal in de vorm van risicodragend kapitaal tegen een lage rente verstrekt moeten worden. Het betreft echter geen subsidie! Maar daarnaast zullen er diverse instrumenten ingezet moeten worden om een echte markt voor warmte te creëren.

- Allereerst een gesloten energieheffing. Een gesloten energieheffing zou kunnen worden opgezet door een heffing te leggen op de inkoop van fossiele brandstoffen en een terugsluizing op basis van de nuttig ge-

bruikte energie, dus hoe meer restwarmte via lucht en oppervlakte water wordt geloosd, hoe minder terugsluizing. Alle bedrijven betalen een heffing, en alle bedrijven ontvangen een compensatie, per saldo wordt geen geld onttrokken aan de industrie. Hiermee ontstaat een belang bij industriële bedrijven om hun restwarmte aan te bieden aan de NV Warmtebedrijf Rijnmond. Hierbij zal echter rekening gehouden moeten worden met de afspraken in het Benchmark convenant Energie Efficiency.

- Vervolgens een gegarandeerde exploitatiebijdrage overeenkomend met € 50 per vermeden ton CO₂ voor de komende 20 jaar. Dit betekent voor de woningbouw op dit moment geen bijdrage omdat de REB hoger is dan deze € 50.
- En, zeker niet onbelangrijk, diverse maatregelen aan de vraagkant om zoveel mogelijk warmtevragers in de gebieden van de hiervoor genoemde warmteopties te kunnen aansluiten. Het gaat hierbij dan om de verplichte warmteaansluiting voor alle gebouwen, tot het meer concentreren van warmtevraag in glastuinbouwgebieden. Speciale aandacht zal NV Warmwaterbedrijf Rijnmond moeten gaan richten op nieuwe afzetmarkten voor warmte in de zomerperiode (slibdroging, koeling, etc).



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond

Opgesteld voor
Energie Rijnmond

Bijlagen

Achtergrondrapportage

Delft, oktober 2002

Opgesteld door: CE





A Aansluitwaarde van warmtevragende locaties

Aan de hand van de volgende formule is vervolgens een aansluitwaarde berekend per locatie:

$$P_{\max,OS} = 1/(1-\beta) \cdot Y \cdot \sum(AW \cdot a)$$

$P_{\max,OS}$ = Aansluitwaarde locatie

β = piekverliesfactor

Y = gelijktijdigheidsfactor

AW = aansluitwaarde per woning of per m² glastuinbouw

a = aantal woningen of aantal m² glastuinbouw

Voor de variabelen zijn de volgende waarden gehanteerd.

Tabel 26 Uitgangspunten bij berekening aansluitwaarde

	Bestaande woningbouw	Nieuwe woningbouw	Utiliteitsbouw	Glastuinbouw
Gelijktijdigheidsfactor	0,5	0,5	0,6	1
Aansluitwaarde	12 kW / woning	8 kW / woning	0,15 kW / m ²	0,165 kW / m ²
Piekverliesfactor	0,05	0,05	0,05	0,05

Rooijers 1994, 1993

Tabel 27 Jaarlijks warmteverbruik

	Warmteverbruik per jaar
Eengezinswoning, nieuw	29 GJ per woning
Meergezinswoning, nieuw	23 GJ per woning
Kantoren, nieuw	0,30 GJ / m ²
Overige utiliteitsgebouwen, nieuw	0,50 GJ / m ²
Glastuinbouw	1,01 GJ / m ²

Rooijers 1994



B Overzicht knelpunten

		Knelpunten
Vraag	Woningbouw	Wijken van 5.000 woningen zijn een te kleine vraagmarkt (marginale business).
		'Niet meer dan anders'-principe
		Bedrijfszekerheid; kan altijd geleverd worden?
	Woningbouw	Kosten van aanpassing (renovatie)woningen
	Woningbouw	Woningen worden steeds energiezuiniger (isolatie); de afnamevraag daalt verder.
	Woningbouw	EPC-eisen woningen aanscherpen -> minder warmte nodig
	Woningbouw	Factor tijd. Bij snelle bouw/renovatie en langzame besluiten omtrent benutting restwarmte, valt deel van de markt weg.
	Glastuinbouw	Onduidelijkheid over locaties afzetgebieden (ruimtelijke ordeningsvragen)
	Glastuinbouw	Onduidelijkheid over hoe lang bedrijven daar blijven zitten
	Glastuinbouw	Gas-aansluiting blijft noodzakelijk (verzekering)
		Energie niet hoog op agenda bij herstructurering en ruimtelijke inrichting
		Onduidelijkheid aanscherping CO ₂ -doelen en nieuw instrumentarium (VER)
		Er bestaat nog geen vrije energiemarkt voor warmtelevering. Eindgebruikers hebben nog geen keus in leverancier.
Aanbod		Risico's procesintegratie; geen kernactiviteit
	Industrie	Hoge kosten verzamelen van restwarmte ('uitkoppeling')
		Onzekerheid over continuering vrijstelling REB voor warmte
	Industrie	Geen kernactiviteit
		Wie gaat uitkoppeling financieren.
	Industrie	Slechts een fractie van de op termijn ter beschikking te stellen restwarmte kan worden benut (door Hoogvliet). Vraag-aanbod-discrepanties. Verschillen afname in de tijd.
	Industrie	Verschillen in kwaliteit(seisen) productie en afname warmte
	Industrie	Ontbreken voldoende financiële prikkels (hoogte ecotax)
	Industrie	Geen infrastructuur voor restwarmte
	Industrie	Lange-termijnafspraken voor industrie moeilijk
	Energieproducent	Dalende elektriciteitsprijzen (liberalisering) -> minder rentabiliteit
		Verkoopprijs restwarmte is relatief laag, aangezien het concurreert met de variabele component van de gasprijs onder het CDS-systeem
		Marktwaaarde CO ₂ niet stimulerend.
		Hoge investeringen voor het verzamelen van restwarmte ('uitkoppeling')
Transport / distributie		Hoge investeringen voor het transport (hoofdleiding warmte); pas rendabel na 25 jaar; 5 tot 10 keer zo duur als gas-infrastructuur.
		Investeringen voor aankoppeling met bestaande stadsverwarmingsnet.
		Te lage capaciteit bestaande stadsverwarmingshoofdleiding, zodat doortrekken naar nieuwe gebieden via een nieuwe pijp of omleiding moet.
		Investeringen voor het distributienet
		Risico-rendement verhouding te hoog; terugverdientijd te lang.
		Operationele risico's
		Overheid wil niet investeren in primaire infra (doen dit wel bij gas en elec.net)
		Noodzakelijke tussenoplossingen voor opbouw vraag (lokaal stadsverwarmingnet en WKK) totdat restwarmte pijp op locatie aankomt. Kosten.
		Tracé afhankelijk van locatie nieuwe afzetgebieden (m.n. glastuinbouw).
		De ingangsdatum en ontwerp van flexibele instrumenten (emissiehandel etc) is onduidelijk.
		Liberaliseringstrajecten in omringende landen zijn onduidelijk.
		Vastleggen voor langere termijn risicovol, omdat afzetgebieden mogelijk eerder wijzigen.

	Knelpunten
	Hulpketels noodzakelijk. Extra kosten.
	Onzekerheid over financiering en tracé hoofdleiding -> projectontwikkelaars maken geen aanpassingen, energiebedrijven leggen geen warmtenet aan.
Bestuurlijk	Gebrek aan politieke steun
	Gebrek aan maatschappelijk draagvlak
	Marktwaaarde van CO ₂ is onzeker
	Onduidelijkheid rondom lange termijn investeringsgaranties / bijdragen overheid
	Ontbreken zicht op lange termijn ontwikkeling financiële overheidsinstrumenten
	Onduidelijkheid effecten liberalisering. Timing level-playing field.



C Berekeningen

C.1 Uitgangswaarden kostenberekeningen

Uitgangswaarden kostenberekeningen	eenheid	waarde	Bron
aansluitbijdrage CO ₂	[€/bedrijf]		
aansluitbijdrage glastuinbouw bestaand	[€/kW]	0	
aansluitbijdrage glastuinbouw nieuw	[€/ha]	20.000	1
aansluitbijdrage woningbouw nieuw	[€/woning]	1.500	
aansluitbijdrage woningbouw bestaand	[€/woning]	0	
aansluitbijdrage utiliteitsbouw nieuw	[€/kW]	65	
aansluitbijdrage utiliteitsbouw bestaand	[€/kW]	0	
aansluitwaarde woningbouw bestaand	kW/woning	12	1
aansluitwaarde woningbouw nieuw	kW/woning	8	1
aansluitwaarde utiliteit	kW/m ²	0,15	1
aansluitwaarde glastuinbouw	kW/m ²	0,17	1
distributiekosten glastuinbouw nieuw	[€/ha]	220.000	8
distributiekosten glastuinbouw bestaand	[€/ha]	260.000	8
distributiekosten woningbouw bestaand	[€/won]	5.000	1
distributiekosten woningbouw nieuw	[€/won]	4.000	1
afschrijvingsperiode	jaar	25	4
rente		4%	4
annuïteitenfactor		0,064	
CO ₂ -emissies	kg/m ³ a.e.	1,8	4
CO ₂ -prijs bij emissiehandel	[€/ton CO ₂]	50	1
CO ₂ -prijs glastuinbouw	[€/ton]	50	1
CO ₂ -vraag glastuinbouw	kg/(ha*jaar)	411.000	2 en 3
correctiefactor intensief bebouwd gebied		1,2	1
correctiefactor onbebouwd gebied		0,8	1
dekkingsgraad tuinbouw met CO ₂ -levering		80%	1 en 4
dekkingsgraad tuinbouw zonder CO ₂ -levering		70%	1, 2 en 4
dekkingsgraad woningbouw		90%	1
dekkingsgraad utiliteit		80%	1
elektriciteitsprijs huishoudens incl REB excl BTW	[€/kWh]	0,17	8
gasprijs huishoudens incl REB, excl BTW	[€/m ³]	0,244	6
gasprijs tuinders excl REB, excl BTW	[€/m ³]	0,132	5
gasprijs utiliteit incl REB, excl BTW	[€/m ³]	0,244	6
REB huishoudens, excl BTW	[€/m ³]	0,124	6
REB utiliteit, excl BTW	[€/m ³]	0,07	6
Interne rentevoet		15%	2
kosten pijp (inclusief) van 10 MW	[€/m]	357	1
kosten pijp (inclusief) van 20 MW	[€/m]	504	1
kosten pijp (inclusief) van 40 MW	[€/m]	755	1
kosten pijp (inclusief) van 60 MW	[€/m]	951	1

Uitgangswaarden kostenberekeningen	eenheid	waarde	Bron
kosten pijp (inclusief) van 100 MW	[€/m]	1.175	1
omwegfactor bebouwd gebied		1,7	1
omwegfactor nieuwbouw		1,3	1
rendement warmteopwekking ref woningbouw		80%	1
rendement warmteopwekking glastuinbouw en utiliteit ref		100%	1
transport percentage onderhoud		1%	1
transport percentage verlies		10%	1
distributie percentage onderhoud woningbouw		3%	1
distributie percentage verlies woningbouw		20%	1
distributie percentage onderhoud utiliteit		3%	1
verkoopprijs CO ₂	[€/ton CO ₂]	23	2
vastrecht woningbouw	€/woning .jaar	175	6
warmtevraag glastuinbouw	m ³ a.e./ha	42,1	3
warmtevraag woningbouw EG, bestaand	m ³ a.e./woning	2.295	4
warmtevraag woningbouw EG, nieuw	m ³ a.e./woning	1.000	4
warmtevraag woningbouw MG, nieuw	m ³ a.e./woning	1.000	4
warmtevraag woningbouw MG, bestaand	m ³ a.e./woning	1.745	4

Bronnen:

- (1) Rooijers et al
- (2) EPS, 1997
- (3) Bakker, 2000
- (4) EZ, 2001
- (5) ECN, 2002
- (6) www.eneco.nl
- (7) NUON, 2002
- (8) Eurodelta

C.2 De kosten en baten van warmteopties

Er zijn 2 soorten berekeningen uitgevoerd:

1) Berekening van saldo van inkomsten en uitgaven uitgedrukt per GJ geleverde warmte. Hierbij zijn 4 berekeningen uitgevoerd rekeninghoudend met en zonder een CO₂-prijs in de woningbouw van € 70 per ton CO₂ (huidige niveau REB) en € 50 per vermeden ton CO₂ voor de glastuinbouw.:

Afschrijvingstermijn van **15 jaar** en rekenrente van **6%**

Afschrijvingstermijn van **25 jaar** en rekenrente van **6%**

Afschrijvingstermijn van **25 jaar** en rekenrente van **4%**

Afschrijvingstermijn van **20 jaar** en rekenrente van **4%**

2) Berekening van kosten per ton vermeden CO₂ waarbij kosten en baten gelijk zijn. Uitgangspunt hierbij is een afschrijvingstermijn van **15 jaar** en rekenrente van **6%**.



		Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw, bestaand)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)	TOTAAL
Investering (milj. €)	productie	3	40	3	137	46	30	259
	transport	6	10	8	122	66	17	229
	distributie	20	0	25	221	136	44	446
	TOTAAL	29	50	36	480	248	91	934
	PJ/j restwarmte	0,2	2,6	0,3	11,6	5,8	2,0	22,5
	CO ₂ reductie (kton/j)	10	133	13	528	263	91	1038

Rentevoet	6%						
Afschrijvingstermijn	15 jaar						
Prijs (€/GJ)	inkoop/productie	1,77	1,74	1,19	1,34	0,90	1,54
	transport	3,50	0,41	3,48	1,19	1,30	0,95
	distributie	17,73	0,00	26,59	3,31	3,13	2,93
	aansluitbijdrage	5,15	0,00	5,15	0,00	0,00	0,31
	vastrecht	5,83	0,00	5,83	0,52	0,47	0,53
	inkomsten uit verkoop	9,62	0,00	9,62	4,17	4,17	4,17
	CO ₂ prijs	3,53	3,53	3,53	2,27	2,27	2,27
	saldo excl CO ₂ -prijs	-2,39	-2,15	-10,65	-1,16	-0,68	-0,41
	saldo incl CO ₂ -prijs	1,14	1,38	-7,12	1,12	1,59	1,86

Rentevoet	6%						
Afschrijvingstermijn	25 jaar						
Prijs (€/GJ)	inkoop/productie	1,34	1,36	0,90	1,04	0,70	1,17
	transport	2,74	0,32	2,71	0,93	1,01	0,74
	distributie	14,43	0,00	21,65	2,70	2,55	2,38
	aansluitbijdrage	3,91	0,00	3,91	0,00	0,00	0,23
	vastrecht	5,83	0,00	5,83	0,52	0,47	0,53
	inkomsten uit verkoop	9,62	0,00	9,62	4,17	4,17	4,17
	CO ₂ prijs	3,53	3,53	3,53	2,27	2,27	2,27
	saldo excl CO ₂ -prijs	0,86	-1,68	-5,89	0,01	0,38	0,64
	saldo incl CO ₂ -prijs	4,39	1,85	-2,37	2,29	2,66	2,91

		Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw, bestaand)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)	TOTAAL
Rentevoet	4%							
Afschrijvingstermijn	25 jaar							
Prijs (€/GJ)	inkoop/productie	1,10	1,14	0,74	0,88	0,59	0,96	
	transport	2,29	0,27	2,28	0,78	0,85	0,62	
	distributie	12,53	0,00	18,80	2,34	2,21	2,07	
	aansluitbijdrage	3,20	0,00	3,20	0,00	0,00	0,19	
	vastrecht	5,83	0,00	5,83	0,52	0,47	0,53	
	inkomsten uit verkoop	9,62	0,00	9,62	4,17	4,17	4,17	
	CO ₂ prijs	3,53	3,53	3,53	2,27	2,27	2,27	
	saldo excl CO ₂ -prijs	2,73	-1,41	3,16	0,69	0,99	1,24	
	saldo incl CO ₂ -prijs	6,26	2,12	0,37	2,96	3,27	3,51	

Rentevoet	4%							
Afschrijvingstermijn	20 jaar							
Prijs (€/GJ)	inkoop/productie	1,26	1,29	0,85	0,99	0,66	1,10	
	transport	2,59	0,30	2,57	0,88	0,96	0,70	
	distributie	13,81	0,00	20,72	2,58	2,44	2,28	
	aansluitbijdrage	3,68	0,00	3,68	0,00	0,00	0,22	
	vastrecht	5,83	0,00	5,83	0,52	0,47	0,53	
	inkomsten uit verkoop	9,62	0,00	9,62	4,17	4,17	4,17	
	CO ₂ prijs	3,53	3,53	3,53	2,27	2,27	2,27	
	saldo excl CO ₂ -prijs	1,47	-1,59	-5,00	0,23	0,58	0,83	
	saldo incl CO ₂ -prijs	5,00	1,94	-1,47	2,51	2,86	3,11	

Berekening rentabiliteit (uitgedrukt in CO ₂ -reductieprijs)		Hoogvliet (woningbouw)	Stadsverwarming (woningbouw)	Schiedam/Vlaardingen (woningbouw, bestaand)	B-driehoek (glastuinbouw)	Westland (glastuinbouw)	Tinte/Vierpolders (glastuinbouw)
Rentevoet	6%						
Afschrijvingstermijn	15 jaar						
Prijs (€/ton CO ₂)		60	50	> 70	25	15	10



D Literatuurlijst

Afval, 1999
GDA gaat warmte leveren aan zijn omgeving
http://www.afval.noordhoek.nl/archief/9912/gda_gaat_warmte_leveren_aan_zijn.htm
Afval! ; 1999

Amsterdam
Amsterdam sluit overeenkomst voor warmtelevering IJburg
Amsterdam.nl – Nieuws en actueel
www.amsterdam.nl/nieuwsactueel/pb/pb-80.alg.html
Amsterdam, 1999

Apeldoorn Webmagazine, 2000
Uniek in Europa: de Ecofactorij
Apeldoorns Webmagazine Informatie voor stad en dorpen
www.apeldoorn.org

CE
Valuing Co-generation
CE, Delft, 2000

Duurzame bedrijventerreinen
Duurzame Bedrijventerreinen in Nederland, tips
www.duurzamebedrijventerreinen.nl/tipsaanvul.html

Energiemanagement, 2002
Nuon verzorgt in Apeldoorn duurzaam warmtenet
www.energiemanagement.net
Warmte/nieuws, 5 februari 2002

EnergieNed, 1996
Herzien tariefadvies voor de levering van Warmte
EnergieNed, 1996

Energy 2010, Werkgroep beleidsontwikkeling
De toekomst van de energievoorziening in Rijnmond: Een strategische visie op de realisatie van het energiebesparing- en CO₂-reductiepotentieel van de regio
Cogen, Driebergen 2000

Haskoning
Integrale benadering van nieuwe ontwikkelingen in het verzorgingsgebied van Energie Delfland
Haskoning, Nijmegen 1997

Meulen, S.F. van der,
Bivalente warmtelevering aan de glastuinbouw: optimale inzet van het warmte-CO₂ systeem
Universiteit Twente en Energie Delfland, 1997

Ministerie van Economische Zaken,
Uitvoeringsregeling subsidies CO₂-reductieplan in: Staatscourant nr 174 p.9
Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 2001

Nieuwsbrief CO₂, 2001
De beste milieu-investering die je kunt doen Warmtelevering uit afvalver-
brandingsinstallatie
Nieuwsbrief CO₂-reductie; nr. 3; 2001

Novem, 2002, <http://www.warmte.nl>

OEI, 2002
Oplossingen – Succes- en faalfactoren
www.novem.nl/oei

Paes-group, 2002
Paes Energie BV te Wessum
<http://www.paes-group.com/html/nrgfibro.htm>

Projektbureau warmte / kracht
Warmtedistributie in de woningbouw: voorbeelden uit de praktijk
Projektbureau warmte / kracht, Driebergen-Rijsenburg 1997

Projectgroep Sustainable Energy
Euro Delta Project: definitief haalbaarheidsonderzoek
Projectgroep Sustainable Energy, 1997

Rigro, 2002, RBK, 2001, <http://www.rigro.nl/rbk/cbs>. ECN, 2002, Energiever-
slag Nederland: Trends, energieprijzen.

Rooijers, F.J., Bergsma, G.C., Verlinden, J.
Grootschalige warmtelevering in de nieuwbouw en de glastuinbouw
CE, Delft 1994

Rooijers, F.J., Bergsma, G.C., Boels, L.B.M.M., Verlinden, J.
Potentieel van grootschalige warmtelevering in de bestaande bouw
CE, Delft 1993

Roos, 2001
Roos, J.H.J., F. de Haan
Duurzame energie in Apeldoorn Potentieel en kansen tot 2008
CE, Delft, 2001

Stichting Europoort / Botlek Belangen
INES project: Benutting Industriële Restwarmte
Haalbaarheidsonderzoek naar de realisatie van een restwarmtebenuttings-
structuur in het Europoort/Botlek gebied
Stichting Europoort / Botlek Belangen, Rozenburg 1997

Weekend Totaal Gemeente, 2002
Gemeente en Nuon sluiten overeenkomst over 'warmtenet
Weekend Totaal online Gemeente Apeldoorn Informatie voor stad en dorpen
www.apeldoorn.org

