



Ielystad / smedinghuis / zuiderwagenplein 2 / telefoon (03200) 99111 / telex 40115

Copy van deze brief ook al in DHC!

ingekomen: 27 APR. 1977	
afd. I	nr.
<input type="checkbox"/> dac A	omv. acties:
<input checked="" type="checkbox"/> dac B	telocoptie:
<input type="checkbox"/> med avr	
<input type="checkbox"/> ing avr	

De landdrost van het openbaar lichaam
 "Zuidelijke IJsselmeerpolders"
 Stadskantoor
 L E L Y S T A D

uw brief van
 uw kenmerk
 onderwerp Toezending Flevobericht
 nr. 122-Stadsverwarming
 Almere

Ielystad 22 april 1977
 mijn kenmerk Cl 19357
 bijlage(n) 1

toestelnr.
 verz.: 26 APR. 1977

(+2 exc nr. bibl.
 +2 exc nr. ald. I §)

*Kan worden
 geïnformeerd welke
 gedeelte hier een
 dipsonde
 over weer
 acht is?*

Hierbij ontvangt U ter persoonlijke kennisneming een exemplaar van een door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders verrichte studie over eventuele stadsverwarming voor Almere.

Te Uwer informatie deel ik U nog mede, dat de Minister van Verkeer en Waterstaat over de in deze studie neergelegde problematiek het standpunt van zijn ambtgenoot van Economische Zaken heeft gevraagd.

*Wat is de briefje
 waarmee iedereen
 de studie heeft
 ontvangen.*

DE DIRECTEUR VAN DE RIJKSDIENST
 VOOR DE IJSELMEERPOLDERS

Prof. Dr. R.H.A. van Duin

3 MEI 1977

ADVIES:

Het vraagstuk van de stadsverwarming moet aan de orde worden gesteld in de commissie voor openbare werken. Ir. Gorter van de Flevocentrale zal ter zake een uiteenzetting geven. De heer Boogaard zal bezien of de vergadering van de commissie voor openbare werken waarin de stadsverwarming ter sprake komt, kan worden gecombineerd met die van de Adviescommissie Almere, waarin het Flevobericht nr. 122 ook aan de orde moet komen.

BESL. LD.: conform

flevobericht

nr 122

Stadsverwarming Almere

door

Werkgroep Stadsverwarming Almere

nr 122

Stadsverwarming Almere

door

Werkgroep Stadsverwarming Almere

INHOUD

Hoofdstuk 1. Inleiding

Hoofdstuk 2. Stadsverwarming als systeem

- 2.1. De techniek van stadsverwarming
- 2.2. Historische ontwikkeling
- 2.3. De problematiek van deze tijd

Hoofdstuk 3. Voor- en nadelen van stadsverwarming

- 3.1. Voordelen
- 3.2. Nadelen
- 3.3. Overige aspecten
- 3.4. Stadsverwarming en de bewoner

Hoofdstuk 4. Mogelijke toepassing in Almere

- 4.1. Uitgangspunten
- 4.2. Inpassing in stedenbouwkundig plan
- 4.3. Warmte-opwekking
- 4.4. Warmtetransport en distributie

Hoofdstuk 5. Energiebesparing

Hoofdstuk 6. Milieu-technische aspecten van warmte-kracht-koppeling

- 6.1. Inleiding
- 6.2. Koelwater
- 6.3. Luchtverontreiniging
- 6.4. Geluidshinder

Hoofdstuk 7. Kostenaspecten

- 7.1. Investeringskosten
- 7.2. Exploitatiekosten in de eindfase
- 7.3. Aanloopkosten

Hoofdstuk 8. Samenvatting en conclusies

- 8.1. Samenvatting per hoofdstuk
- 8.2. Conclusies

1. INLEIDING

Tot in de 60-erjaren was men in Nederland betrekkelijk zuinig met energie. Woningen werden als regel verwarmd met haarden of kachels, die per stuk slechts één vertrek verwarmden. Ze werden gestookt met kolen of olie. Op bescheiden schaal kwam met kolen of olie gestookte centrale verwarming in woningen voor. Centrale verwarming in de vorm van buurt- of wijkverwarming was beperkt tot flatbouw in nieuwbouwwijken. De eerste toepassingen van centrale verwarming in de sociale woningbouw maakten deel uit van zo'n project met buurt- of wijkverwarming.

Na de ontdekking van de Nederlandse aardgasvoorkomens bij Slochteren heeft het aardgas snel de olie en de kolen als brandstof voor woningverwarming verdrongen. Omdat het gas goedkoop was en de bediening van een gasgestookte centrale verwarmingsinstallatie vrijwel probleemloos bleek, veroverde de met aardgas gestookte centrale verwarmingsinstallatie zeer snel de markt. De meeste reeds gerealiseerde buurt- en wijkverwarmingsinstallaties bleven weliswaar in bedrijf, maar nieuwe werden nog slechts zelden aangelegd. De individueel per huis gestookte centrale verwarming was dus binnen enkele jaren de normale verwarmingsvorm bij nieuwbouw geworden. Bij vele bestaande woningen en gebouwen werd bij verbouw overgeschakeld op gasgestookte verwarming.

Alle aandacht is de laatste 10 à 15 jaar gericht geweest op verhoging van het comfort van woningen; de prijs van de brandstof speelt de nauwelijks een rol. En over het feit, dat de voorraden fossiele brandstoffen waarover de wereld beschikt, in principe eindig zijn, werd over het algemeen weinig nagedacht.

Het ziet ernaar uit, dat die tijd definitief voorbij is. De olieprijsen zijn de laatste drie jaar enorm gestegen. De aardgasprijsen bewegen zich ook in Nederland sterk in opwaartse richting. Te verwachten valt, dat ze binnen een beperkt aantal jaren weer ongeveer gelijkwaardig aan de veel hogere olieprijsen zullen worden (Energienota, lit. 1). In brede kringen begint men zich bewust te worden van het feit, dat de voorraden fossiele brandstoffen, waarover de mensheid kan beschikken, slechts één keer gebruikt kunnen worden. Zuinigheid met de beschikbare voorkomens alsmede de ontwikkeling van nieuwe technieken zal een dwingende noodzaak zijn als men de thans bereikte welvaart en het thans gebruikelijke comfort ook in de toekomst zal willen behouden. Het verdient daarom ook aanbeveling om bij nieuwbouw, i.h.b. als dit gaat om nieuwe stadswijken of hele nieuwe steden zoals in de IJsselmeerpolders, voor zover mogelijk, zodanig te bouwen, dat inefficiënt energiegebruik wordt vermeden.

Stadsverwarming biedt hiertoe bepaalde mogelijkheden. In een aantal andere landen wordt stadsverwarming veel meer toegepast dan in Nederland. In een land als Zweden is deze verwarmingstechniek vrij gebruikelijk, ook in steden met veel laagbouw en een woningdichtheid die vergelijkbaar is met die van een nieuw woongebied als Almere.

In dit rapport wordt nagegaan, of stadsverwarming in de Zuidelijke IJsselmeerpolders zinvol is.

Uitgangspunten bij de aan dit rapport ten grondslag liggende studie is, dat onafhankelijk van de vraag, of er in de toekomst wel of geen stadsverwarming zal worden toegepast, er ook andere maatregelen zullen worden getroffen, waarmee het energieverbruik in woningen en gebouwen wordt beperkt. Hierbij is met name rekening gehouden met

een betere thermische isolatie van woningen en gebouwen en met verwarmingsapparatuur, die met hogere thermische rendementen werkt, dan de thans vrij algemeen gebruikelijke apparaten.

Omdat het nu eenmaal terwille van de duidelijkheid van een be-
toog nodig is, een probleem als dit zo concreet mogelijk te benaderen,
is het gewenst, het onderwerp te behandelen met gebruikmaking van een
beschikbaar stedenbouwkundig plan. Er diende voor het gebied van de IJss-
selmeerpolders dus gekozen te worden tussen bestudering van de moge-
lijkheden van stadsverwarming in Lelystad en stadsverwarming in Almere.
Omdat de bouw van Lelystad al vrij ver is gevorderd en met de bouw van
Almere nog vrijwel begonnen moet worden, is de kans, dat op grond van
deze studie aanpassing van plannen plaats heeft, voor wat Almere be-
treft groter, dan voor wat betreft Lelystad. Er is daarom gekozen voor
bestudering van de stadsverwarmingsproblematiek aan de hand van een
stedenbouwkundig plan van Almere.

Het rapport is samengesteld door een werkgroep, bestaande uit
vier medewerkers van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, t.w.
de heren ir. E.J.J. Cals, ir. P.J.R. Heesterman, dr. J. de Jong en
ir. B.S. van der Weide. De werkgroep is in september 1974 begonnen met
de bestudering van de problematiek. In maart 1975 heeft zij een eerste
rapport aan de directie van de Rijksdienst uitgebracht. Een substan-
tiële bijdrage tot dit rapport is geleverd door de heren ir. J.C. Resing
en ir. R. Kluver van het Provinciaal en Gemeentelijk Utrechts Stroom-
leveringsbedrijf (N.V. PEGUS).

Op basis van dit eerste rapport zijn inlichtingen ingewonnen
en besprekingen gevoerd met een aantal overheids- en semi-overheids-
instellingen in Nederland, die op het gebied van ruimteverwarming en
energieproblematieken deskundig zijn, t.w.:

1. Directoraat Algemeen Energiebeleid van het Ministerie van Economi-
sche Zaken in Den Haag
2. Beleidsadviesgroep Stadsverwarming te Arnhem
3. Centrum voor Energievraagstukken TNO (NO) te Apeldoorn
4. Studiegroep Energiebesparing (Economisch-Technologische Dienst voor
Noord-Holland) te Haarlem
5. N.V. Samenwerkende Electriciteits Productiebedrijven (SEP) te
Arnhem
6. N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA) te Arnhem
7. Provinciaal en Gemeentelijk Utrechts Stroomleveringsbedrijf (PEGUS)
N.V. te Utrecht
8. Provinciale Gelderse Electriciteits Maatschappij (PGEM) N.V. te
Arnhem
9. Gemeente Energie Bedrijf Rotterdam
10. N.V. Nederlandse Gasunie te Groningen
11. N.V. Gasmaatschappij Gelderland (GAMOG) te Zutphen.

De heren Heesterman en Van der Weide van de werkgroep hebben
het congres van de Union Internationale des Distributeurs de Chaleur
(Unichal), dat in september 1975 in Parijs werd gehouden, bijgewoond.
De heren De Jong en Cals van de werkgroep hebben in november 1975 werk-
bezoeken gebracht aan de stadsverwarmingsbedrijven in Stockholm, Uppsala
en Västerås alsmede aan het kantoor van de Svenska Värmeverksföreningen
(Zweedse Vereniging van Stadsverwarmingsbedrijven) in Stockholm.

Alle begin 1976 bij de werkgroep bekende gegevens zijn ver-
werkt in het hiernavolgende rapport. Het rapport bestaat uit een al-
gemeen beschouwend deel (hoofdstukken 1 t/m 3) en een deel, dat meer

in het bijzonder is toegespitst op Almere (hoofdstukken 4 t/m 8).

De wens, deze studie overzichtelijk te houden, heeft gemaakt, dat de schrijvers genoodzaakt waren, om op een aantal plaatsen gebruik te maken van geschematiseerde analyses en vereenvoudigde berekeningen. Indien te eniger tijd een beslissing tot voorbereiding van een stadsverwarmingsproject mocht worden genomen, dan moeten een aantal zaken uiteraard veel gedetailleerder worden bestudeerd.

De in dit rapport gebruikte eenheden zijn de genormaliseerde S.I.-eenheden. Overeenkomstig de aanbevelingen van normaalblad NEN 1000 zijn als eenheid van hoeveelheid energie en hoeveelheid warmte niet de kilowattuur, de calorie en de kilocalorie gebruikt maar de joule (J) of wattseconde. Ter informatie zij vermeld dat,

1 kWh = 3.600.000 J

1 cal = 4,1868 J

1 kcal = 4.186,8 J

Omdat de joule een kleine eenheid is, wordt in dit rapport veelvuldig gebruik gemaakt van de in normaalblad NEN 1000 genormaliseerde voorvoegsels:

k = kilo = 10^3 = 1.000

M = mega = 10^6 = 1.000.000

G = giga = 10^9 = 1.000.000.000

T = tera = 10^{12} = 1.000.000.000.000

2. STADSVERVERMING ALS SYSTEEM

2.1. De techniek van stadsverwarming

Onder afstandsverwarming kan worden verstaan een systeem van warmtevoorziening waarbij de voor verwarmingsdoeleinden benodigde energie (zoals voor ruimteverwarming, verwarming van huishoudelijk verbruikswater, airconditioning, enz.) voor een groot aantal individuele verbruikers centraal wordt geproduceerd en via een in de regel ondergronds, goed geïsoleerd leidingnet, bestaande uit een aanvoerleiding en een retourleiding wordt getransporteerd en gedistribueerd. Afhankelijk van de grootte van het gebied dat voorzien wordt van warmte spreekt men van wijkverwarming of stadsverwarming. In feite is ook de zgn. blokverwarming (centraal ketelhuis in een flatgebouw ten behoeve van de ruimteverwarming van de flats) niets anders dan een afstandsverwarmings-systeem, zij het dan op kleine schaal.

Bij grootschalige afstandverwarmings-systemen zijn andere technieken van warmte-opwekking en warmte-distributie mogelijk of economisch zinvol dan bij kleinschalige systemen. De keuze van het technische systeem heeft uiteraard invloed op zaken als de bedrijfszekerheid van de installaties, de flexibiliteit (mogelijkheid van het aanpassen van het aanbod aan de vraag) en dergelijke zaken. Ook de mogelijkheden op het punt van brandstofkeuze liggen bij de ene techniek soms anders dan bij een andere technische oplossing. Bij de diverse mogelijkheden speelt het kosten-aspect uiteraard een grote rol. Het is daarom van belang om - indien besloten wordt tot aanleg van een stadsverwarmingssysteem - een groot aantal technische systemen met elkaar te vergelijken, van ieder systeem te pogen, de optimale omvang van het verzorgingsgebied te achterhalen en dan een keuze te maken uit de mogelijke systemen.

Een van de meest wezenlijke verschillen tussen de voor afstandsverwarming bruikbare systemen is het verschil tussen enerzijds systemen, waarbij alleen warmte wordt opgewekt en gedistribueerd en anderzijds systemen waarbij in een gecombineerd proces gelijktijdig zowel elektriciteit als warmte worden geproduceerd en gedistribueerd. Bij deze laatste categorie van systemen spreekt men van warmte-kracht-koppeling.

Een dergelijk gecombineerd proces kan tot aanzienlijke brandstofbesparing leiden t.o.v. het proces van gescheiden productie van elektriciteit en warmte omdat in het gecombineerde proces de energie die bij de elektriciteitsproductie normaliter aan het koelwater wordt afgegeven (ca. 50% van de toegevoerde primaire energie) nuttig gebruikt wordt voor de afstandsverwarming.

Een warmte-kracht-centrale kan gestookt worden met de gebruikelijke brandstoffen voor elektrische centrales (steenkool, olie, gas, kernenergie). Ook verbrandingsinstallaties voor huisvuil worden in sommige steden toegepast om zowel elektriciteit op te wekken als warmte ten behoeve van afstandsverwarming te leveren.

Als warmtetransportmedium voor de afstandsverwarming werd vroeger vrij algemeen stoom toegepast; tegenwoordig wordt bij aanleg van nieuwe systemen vrijwel steeds water toegepast. Afhankelijk van de produktiemogelijkheden en de lengte van het ondergrondse leidingnet kan de maximale watertemperatuur in de aanvoerleiding liggen tussen 100° C en 180° C (uiteraard onder druk). Aanvoertemperaturen boven 140° C worden in het algemeen slechts toegepast bij systemen met directe warmteproductie zonder warmte-kracht-koppeling.

De maximum retourwatertemperatuur wordt bepaald door de hoedanigheid van de technische installaties van de verbruikers welke aangesloten zijn op het afstandsverwarmingsnet en zal in het algemeen niet hoger zijn dan 60 à 70° C. Naarmate de aanvoertemperatuur hoger wordt gekozen bij gelijkblijvende retourtemperatuur zal de warmte transportcapaciteit van het leidingnet toenemen.

De installaties van de verbruikers kunnen "direct" en "indirect" aangesloten worden op het leidingnet van de afstandsverwarming. Bij de directe aansluiting stroomt het water dan in de centrale is verwarmd en door het leidingnet getransporteerd en gedistribueerd wordt ook door de verwarmingslichamen zoals radiatoren, luchtverwarmers, enz. bij de verbruikers; bij de indirecte aansluiting daarentegen zijn de installaties van de verbruikers gescheiden van het leidingnet van de afstandsverwarming door middel van warmtewisselaars. De keuze voor de directe of indirecte aansluiting wordt bepaald door de drukverhoudingen in het leidingnet van de afstandsverwarming en de maximale aanvoertemperatuur.

Om economische redenen is het gebruikelijk, een warmte-kracht-centrale te dimensioneren op een warmte-capaciteit van ca. 50% van de te verwachten maximale uurbelasting. Gedurende de paar honderd uur per jaar, dat de vraag naar warmte uitgaat boven de capaciteit van de warmte-kracht-centrale wordt de meer benodigde warmte geleverd door hulpwarmte-centrales, die normaal gesproken in de woonwijken zijn gesitueerd. Deze hulpwarmte-centrales zijn eenvoudig van constructie, werken automatisch, leveren géén elektriciteit en zijn betrekkelijk goedkoop. Bij de gebruikelijke verhoudingen wordt desondanks in een normaal jaar niet meer dan enkele procenten van alle geleverde warmte geleverd door de hulpwarmte-centrales (zie bijlage 1).

Stadsverwarming vergt aanzienlijke investeringen in een warmwaterleidingnet. Het systeem is dan ook het meest aantrekkelijk in steden met hoge bebouwingsdichtheden. Een stad met hoofdzakelijk flats is beter geschikt voor stadsverwarming dan een stad met hoofdzakelijk eengezinshuizen. Een stad met veel bungalowbouw komt het minst in aanmerking. De ervaring met name in Zweden wettigt echter de verwachting, dat Almere nog binnen het dichtheidsgebied ligt, waar stadverwarming zinvol is.

De opwekkingseenheden in een warmte-kracht-centrale zijn als regel tegendruk-stoomturbines, aftap-stoomturbines (als er weinig warmte en veel elektriciteit wordt gevraagd), gasturbines of een combinatie van deze zaken, alles uiteraard gekoppeld aan generatoren. Condensatieturbines, zoals normaal gebruikelijk in elektrische centrales zijn niet bruikbaar omdat daarmee warmwater wordt geleverd, dat "te koud" is voor verwarmingsdoeleinden (ca. 30° C). Als men alleen maar naar het elektrische rendement van een warmte-kracht-centrale kijkt valt te constateren, dat dit lager is dan dat van een gewone elektrische centrale. Het totaal rendement van levering van warmte + elektriciteit is echter ruim het dubbele van dat van de meest geavanceerde centrale, die alléén elektriciteit levert.

Bij het bouwen van een nieuwe stad, zoals in het geval Almere, hoeft niet direct begonnen te worden met de bouw van een (relatief dure) warmte-kracht-centrale. Tijdens de aanloopfase van de ontwikkeling is een systeem van wijk-warmte-centrales (die alleen warmte leveren en geen elektriciteit) zinvol. Pas als het verzorgingsgebied een zekere omvang heeft bereikt wordt een warmte-kracht-centrale zinvol. De dan reeds bestaande wijk-warmte-centrales blijven dan bestaan als

hulpwarmte-centrales. Een belangrijk deel van de investeringen in het kostbare net van hoofdleidingen kan dus ook naar een later ontwikkelingsstadium worden verschoven.

Bij toepassing van stadsverwarming verdient het overigens wel aanbeveling, er naar te streven, om ieder van de onderdelen van een nieuw te bouwen stad (in de termen van Almere ieder van de kernen) in betrekkelijk korte tijd te ontwikkelen. De aanloopverliezen van een stadsverwarmingsbedrijf zijn groot als diverse kernen tegelijk in ontwikkeling zijn en in elke kern gedurende lange tijd grote arealen ongebruikt blijven liggen.

Een warmte-kracht-centrale die wordt toegepast ten behoeve van de afstandsverwarming in een bepaalde stad of een bepaald stedelijk gebied kan een centrale zijn, die primair gebouwd wordt ten behoeve van de produktie van elektriciteit. Zo'n centrale wordt dan ten behoeve van de verwarmingsfunctie uitgerust met enkele speciaal daartoe aangepaste opwekkings-eenheden (aftap-stoomturbines). Als regel zal er in een dergelijk geval sprake zijn van een grote elektrische centrale; deze zal in het algemeen niet centraal in het met warmte te verzorgen gebied gesitueerd kunnen zijn. De stadsverwarmingsfunctie is in een dergelijk geval secundair.

Een tweede mogelijkheid is een of meer elektrische centrales, die primair worden gebouwd ten behoeve van de warmtebehoefte van een bepaald gebied. Een dergelijke centrale kan zijn uitgerust met gasturbines of tegendruk-stoomturbines. De opgewekte elektriciteit is dan bijzaak. Een dergelijke centrale is als regel wat bescheidener van afmetingen en kan eventueel midden in het verzorgingsgebied worden gesitueerd. Omdat als regel méér elektriciteit wordt geproduceerd, dan in het warmte-verzorgingsgebied wordt afgenomen, is koppeling met het regionale of nationale elektriciteitsnet een logische oplossing.

Het is zeer wel mogelijk, stadsverwarming te combineren met andere technieken voor ruimteverwarming, zowel bestaande, als nieuwe (nog te ontwikkelen) technieken. Zo is het denkbaar, dat een stad in principe wordt verwarmd door warmwater van een warmte-kracht-centrale (+ in extreem koude periodes bovendien een aantal hulp-warmte-centrales), maar dat het verwarmingsnet (dat grote investeringen vergt) niet wordt gerealiseerd in extensief gebouwde wijken (bungalow- en villawijken). In die wijken kunnen de bewoners dan - indien in de stad ook geen gasdistributienet wordt aangelegd - kiezen tussen oliegestookte verwarming of "all-electric" verwarming. Bij het hierboven als tweede beschreven type van centrale voor verwarming (met een "surplus" aan elektriciteitsproduktie) kan "all-electric" verwarming in een deel van de stad in bepaalde gevallen leiden tot een grotere mate van evenwicht tussen de vraag naar warmte en de vraag naar elektriciteit. Het antwoord op de vraag of het in dat geval aanbeveling verdient om gebruik te maken van accumulatie-systemen in de woningen is hierbij afhankelijk van diverse omstandigheden, waarvan behandeling in dit rapport te ver zou gaan. Technisch is zowel direct gebruik als gebruik via warmte-accumulatie-systemen mogelijk. Combinatie met "warmtepompen" is in een dergelijk geval ook denkbaar in bungalow- en villawijken. Met een warmtepomp is het mogelijk, om ten koste van een matig groot elektriciteitsverbruik warmte te onttrekken aan de omringende tuingrond. Deze ontwikkeling staat thans echter nog in de kinderschoenen.

Voor de stad als geheel geldt verder, dat diverse combinaties van stadsverwarming met zonne-energie-collectoren mogelijk zijn. Ook combinatiesystemen, waarin zowel stadsverwarming, zonne-energie-collectoren als warmtepompen een rol spelen moeten niet uitgesloten worden geacht.

2.2 Historische ontwikkeling

In het begin van de twintigste eeuw begon de toepassing van centrale verwarming in openbare gebouwen, kantoorgebouwen e.d. in de grote steden vrij algemeen te worden. In die tijd werden dergelijke installaties in het algemeen met kolen of cokes gestookt, het transportmedium voor de warmte was veelal stoom. Dergelijke verwarmingsinstallaties waren technisch vrij ingewikkeld en vergden veel personeel voor bediening en onderhoud.

De moeilijkheden bij de bedrijfsvoering van de kosten konden worden verminderd door wat tegenwoordig heet schaalvergroting: een aantal gebouwen werd verwarmd vanuit één grote ketelinstallatie. Geleidelijk aan werden aparte maatschappijen opgericht die stoom voor verwarming gingen leveren aan gebouwen.

De hiervoor nodige leidingnetten kregen op den duur in sommige steden een grote omvang; het begrip stadsverwarming was geboren.

Naast stadsverwarming door middel van stoom kwam tussen de beide wereldoorlogen ook het warmwater als transportmedium tot ontwikkeling.

In de industrie had men intussen ontdekt, dat stoom en koelwater van de eigen door stoom gedreven kracht-installaties praktisch toegepast konden worden voor verwarmingsdoeleinden, zowel voor het industriële proces zelf, als ook voor ruimteverwarming. Hiermee was dus ook het principe van de warmte-kracht-koppeling geboren.

Tussen de beide wereldoorlogen kregen hier en daar de openbare nutsbedrijven belangstelling voor warmtelevering in stedelijke gebieden, gekoppeld aan de elektriciteitsopwekking, die reeds door hen werd verzorgd. De verzorgingsgebieden van dergelijke openbare warmtekracht-bedrijven was in deze tijd in hoofdzaak de zakencentra en de industriële gedeeltes van de steden. Openbare gebouwen, ziekenhuizen, winkels e.d. werden vaak ook aangesloten, tenminste als ze in een gebied lagen, waar om andere redenen toch al een warmte-distributie-net aanwezig was of werd aangelegd. Woonhuizen werden in die tijd slechts zelden aangesloten omdat centrale verwarming in woonhuizen in die tijd nog een vrij exclusieve voorziening was.

Toen omstreeks het midden van de twintigste eeuw het welvaartspeil snel steeg, kwam de vraag naar centrale verwarming in woonhuizen op. In de meeste landen was kolen of cokes op dat moment nog de algemeen gebruikelijke brandstof. De met deze brandstoffen gestookte centrale verwarmingsinstallaties vergden nog steeds vrij veel arbeid voor toezicht en bediening. Dit leidde in vele steden in diverse landen tot de aanleg op grote schaal van stadsverwarmingsnetten ten behoeve van woonwijken. Dit geschiedde zowel in de vorm van "losse" netten met eigen ketelhuizen als in de vorm van uitbreiding van bestaande netten die de zakenwijken en industrieel ontwikkelde stadsdelen reeds van warmte voorzagen.

Het spreekt vanzelf, dat woonwijken met dichte bebouwing (meer-gezinshuizen) eerder in aanmerking kwamen voor toepassing van stads-

verwarming dan dun bebouwde wijken met hoofdzakelijk eengezinshuizen. De laatste jaren is echter in het buitenland, met name in Zweden, de stadsverwarming in steden met hoofdzakelijk laagbouw sterk in opkomst.

Hoewel gedurende de laatste 10 à 20 jaar de "handicap" van individueel gestookte centrale verwarmingsinstallaties is verdwenen (de steenkool is op de brandstofmarkt verdrongen door olie en gas), zijn de eenmaal bestaande stadsverwarmingsbedrijven ook na 1960 in het algemeen blijven groeien. Dit is een aanwijzing, dat het systeem, ook in de tegenwoordige economische verhoudingen nog voordelen kan hebben (privaat-economische of macro-economische voordelen).

De historische ontwikkeling van de stadsverwarming is in de verschillende landen heel verschillend geweest. Ook de economische verhoudingen en de juridische mogelijkheden verschillen van land tot land. Het is daarom niet verwonderlijk, dat er thans vele technische systemen van stadsverwarming bestaan. In landen als Zweden, Denemarken, Duitsland en Frankrijk is in vele steden, zowel grote als kleine een stadsverwarmings-systeem in bedrijf, soms in een deel van de stad, in een aantal gevallen ook in (bijna) de hele stad. In Duitsland overheerst de combinatie van stadsverwarming met elektriciteitsopwekking, in Frankrijk overheerst het systeem zonder deze combinatie. In sommige steden zijn vuilverbranding en stadsverwarming gekoppeld. Ook natuurlijke (post-vulkanische) warmte wordt hier en daar (Budapest, Reykjavik) toegepast. Een aantal (meest oudere) stadverwarmingsbedrijven past nog stoom als warmtetransportmedium toe. De nieuwere bedrijven werken hoofdzakelijk met warm water; de hierbij toegepaste temperatuur is van plaats tot plaats heel verschillend.

Naast echter stadsverwarming komt op heel veel plaatsen afstandsverwarming op kleine schaal (wijkverwarming, blokverwarming) voor. Nederland kent twee "echte" stadsverwarmingsbedrijven, nl. Utrecht en Rotterdam. In beide steden wordt de stadsverwarming bedreven in combinatie met elektriciteitsproductie. Het Utrechtse bedrijf voorziet ruwweg de helft van de stad van warmte voor ruimteverwarming. De warmte-distributie van het Rotterdamse bedrijf is beperkt tot de binnenstad.

Wijkverwarming wordt in een vrij groot aantal plaatsen in Nederland toegepast. Een uiterst klein bedrijfje is dat van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in Lelystad, dat de winkels en kantoren langs de Grutterswal, Koopmansstraat, Passage, Snijdersstraat en Weversstraat van warmte voorziet.

De Nederlandse stadsverwarmingsbedrijven hebben in de laatste 10 à 20 jaar de buitenlandse "trend" gevolgd; ze zijn blijven groeien, ook toen het aardgastijdperk was aangebroken (zie o.a. jaarverslag N.V. PEGUS 1973, lit. 2).

2.3 De problematiek van deze tijd

De leden van de werkgroep hebben contact gehad met een aantal Nederlandse en buitenlandse deskundigen op het gebied van stadsverwarming. Zij hebben daarbij geconcludeerd, dat in Nederland de stadsverwarming een wezenlijk andere plaats inneemt dan in landen als Zweden, Denemarken, Duitsland en Frankrijk. In al deze landen wordt tussen de 10 en 30% van de warmtebehoefte van woonhuizen en andere gebouwen verzorgd door stadsverwarmingsbedrijven; in Nederland is dit aandeel niet groter dan ca. 2%. In Nederland kent "men" de stadsverwarming als systeem niet of nauwelijks; de stadsverwarming wordt hier gezien als een soort hobby-isme van een klein groepje technici en economen.

In menig ander land is de stadsverwarming echter een geaccepteerd stuk techniek, dat min of meer vanzelfsprekend wordt betrokken in de stedelijke planologie. Er is een drukke uitwisseling van gegevens, er zijn verenigingen en vaktijdschriften, die zich met het onderwerp bezighouden.

Ondanks de verschillen tussen de situatie in Nederland en in een aantal andere landen is één ding hetzelfde: overal komt stadsverwarming sinds de "energiecrisis" méér in de belangstelling te staan en dan wel speciaal de combinatie van stadsverwarming met elektriciteitsopwekking. Het motief is nu niet alleen schaalvergroting ten behoeve van eenvoudiger onderhoud en bediening van de ketelininstallaties; energiebesparing is een duidelijk doel geworden. Dit geldt óók voor Nederland.

De noodzaak om zuinigheid met energie te betrachten is een wezenlijk onderdeel van het beleid van de ministers van Economische Zaken en van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. De bewindslieden spreken zich op enkele punten duidelijk uit voor energiebesparing door middel van een of andere vorm van warmte-kracht-koppeling. In dit verband kan gewezen worden op de Energienota van minister Lubbers (lit. 1) en wel speciaal op punt 1.3 van bijlage 5.2 van deze nota (besparing door koppeling van elektriciteitsgeneratie met warmteproductie). Verder zij gewezen op het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening van de ministers Lubbers en Gruijters (lit. 3) en wel speciaal de paragrafen 1.3 (pag. 7 onderaan en pag. 8 bovenaan) en 8.2.1 van deze nota. Hierin wordt een beleid uitgestippeld, waarin 10 à 15% van de nieuw te stichten capaciteit aan elektrische centrales gerealiseerd dient te worden in kleine productie-eenheden ten behoeve van combinaties met andere functies, zoals stadsverwarming.

Dat het onderwerp "energiebesparing door middel van stadsverwarming" ook bij de technici gedurende de laatste jaren sterker is gaan leven, blijkt uit de stroom van publicaties over dit onderwerp (o.a. lit. 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10).

Ook van wetenschappelijk zijde wordt aandacht gevraagd voor dit onderwerp. In het Interim-rapport van de Landelijke Stuurgroep Energieonderzoek (lit. 17) wordt op pag. 31 onder punt j aanbevolen, om studie te maken van de mogelijkheden van toepassing van laag-calorische warmte-distributie (= stadsverwarming) in nog te bouwen woongebieden. Bij dit punt van het rapport wordt Almere met name genoemd.

3. VOOR- EN NADELEN VAN STADSVERWARMING

3.1. Voordelen

Het belangrijkste voordeel van stadsverwarming is in het hiervoorgaande deel van dit rapport al enige malen genoemd, nl. de mogelijkheid, om - vergeleken met een stad zonder stadsverwarming - te komen tot een aanzienlijke energiebesparing oftewel een aanzienlijk lager gebruik van fossiele brandstoffen. Om alle misverstanden uit te sluiten: stadsverwarming zónder warmte-kracht-koppeling kán leiden tot energiebesparing, maar dat hoeft niet altijd; in ieder geval is de energiebesparing zonder warmte-kracht-koppeling niet spectaculair. Stadsverwarming mét warmte-kracht-koppeling leidt altijd tot energiebesparing. En wel tot een aanzienlijke energiebesparing. Op het aspect energiebesparing bij stadsverwarming wordt in hoofdstuk 5 nader ingegaan.

Afhankelijk van de omstandigheden kan toepassing van stadsverwarming ook leiden tot een minder sterke belasting van de atmosfeer met schadelijke bestanddelen van rookgassen.

Verder leidt warmte-kracht-koppeling altijd ergens tot vermindering van thermische belasting van het open water. Aan de milieu-aspecten van stadsverwarming wordt in hoofdstuk 6 uitvoerig aandacht besteed.

Op lange termijn gezien kan met stadsverwarming een belangrijk macro-economisch voordeel worden bereikt. Op wereldschaal is aardgas een brandstof, waarvan slechts een beperkte bekende voorraad aanwezig is. In de toekomst zal daarom de aandrang, om zo weinig mogelijk aardgas te consumeren sterk toenemen. Er zijn weliswaar aanwijzingen, dat vóór het einde van het "aardgastijdperk" technieken zullen zijn ontwikkeld om steenkoolgas te produceren van een kwaliteit, die in de buurt van de kwaliteit van aardgas komt; er moet echter op gerekend worden, dat dit een vrij dure brandstof wordt. Om zuiver economische redenen zal men in de toekomst dan ook meer en meer aangewezen raken op energie-systemen, die kunnen functioneren zonder gas.

Stookinstallaties die met andere brandstoffen dan gas kunnen worden gestookt zullen in de toekomst beter in het beleid passen, dan installaties, die aangewezen zijn op gas. Het ombouwen van per woning gestookte ketelinstallaties op een andere brandstof zal te zijner tijd een moeilijke operatie zijn, die men zo lang mogelijk zal pogen uit te stellen. Het op een andere brandstof ombouwen van een klein aantal grote ketelhuizen per stad is een veel eenvoudiger operatie. Verder kunnen dergelijke ketelhuizen veel gemakkelijker dan kleine huisinstallaties van het begin af aan worden ingericht op het naar keuze verstoken van meer dan één brandstof (gas, lichte olie, zware olie). Verder is het mogelijk, grote centrales voor stadsverwarming te stoken met brandstoffen die voor huisinstallaties moeilijk in aanmerking komen (zware olie, steenkool, kernsplijtstoffen). Stadsverwarming leidt dus tot een grotere flexibiliteit ten aanzien van de brandstofvoorziening in de wat verder gelegen toekomst.

3.2. Nadelen

Aan het toepassen van stadsverwarming zijn uiteraard ook nadelen verbonden. Het belangrijkste nadeel van stadsverwarming is wel, dat het leidingnet aanzienlijke investeringen vergt. Tegenover de hoge kapitaalslasten van een stadsverwarmingssysteem staat echter dat de

brandstofkosten relatief laag zijn, zodat opzet en exploitatie van een stadsverwarmingsbedrijf toch een bedrijfseconomisch zinvolle zaak kan zijn.

Een financieel probleem van wezenlijk belang bij nieuw aan te leggen stadsverwarmings-systemen is echter wél het tijdsverschil tussen het moment waarop grote investeringen in een leidingnet moeten worden gedaan en het moment, waarop de daarmee beoogde ontvangsten gerealiseerd worden.

Een tweede punt, dat als een nadeel van stadsverwarming kan worden beschouwd, is de gecompliceerdheid van de ondergronds te treffen voorzieningen. Het wordt met stadsverwarming nog moeilijker, dan het normaal al is, om alle nutsvoorzieningen en andere buizenstelsels een plaats te geven in de straatprofielen. Men dient daarom van het begin af aan op de inpassing van stadsverwarmingsbuizen te rekenen.

Bij toepassing van stadsverwarming heeft distributie van gas in de woongebieden alleen nog maar zin voor het koken (huishoudelijk verbruikswater kan gemakkelijk via de stadsverwarming worden verwarmd). Het ligt daarom voor de hand, om in nieuwe stedelijke gebieden bij toepassing van stadsverwarming af te zien van een gasdistributie-net in de woonwijken. Voor koken en bakken is men dan aangewezen op elektriciteit. Dit kan men zien als een beperking van de vrijheden, die aan de bewoner geboden kan worden. De Nederlander, die traditioneel gewend is, om op gas te koken, zal moeten overschakelen op elektrisch koken als hij komt te wonen in zo'n stad met stadsverwarming.

Elektrisch koken heeft uiteraard ook kostenconsequenties. Deze consequenties moeten bij het afwegen van de mogelijkheden pro en contra stadsverwarming uiteraard worden meegenomen. Op dit aspect wordt in detail ingegaan in hoofdstuk 7.

Ten slotte is een punt van belang, dat elektrisch koken energetisch onvoordeliger is dan koken op gas. Ook dit feit dient men in te passen in het totaal van een energie-beschouwing of energie-balans van stadsverwarming tegenover individuele verwarming. Op dit aspect wordt nader ingegaan in hoofdstuk 5.

Tot zover de behandeling van enige reële nadelen van stadsverwarming tegenover individuele verwarming. Daarnaast zijn er nog enige zaken, die in brede kring als nadelen van stadsverwarming worden genoemd, maar die in wezen geen nadelen van het systeem als zodanig zijn, maar voortkomen uit minder gelukkige toepassingswijzen.

De eerste soort bezwaren in deze categorie betreft de aantasting van de vrijheid van de bewoner om zijn huis te verwarmen op de manier, in de mate en op de tijden, waarop hij dat wenst. Deze problemen hangen samen met het feit, dat de regeling van de warmte-distributie bij toepassing van afstandsverwarming veelal collectief (per flat, per groep huizen, e.d.) plaats heeft. Maar dat is een keuze, die een bepaalde eigenaar of beheerder van een flatcomplex of groep woningen ooit eens gedaan heeft. Deze keuze wordt niet opgelegd door het stadsverwarmings-systeem, maar hangt samen met andere belangen van de eigenaar of de beheerder. Men kan ook anders kiezen en het distributie-systeem van de warmte op die andere keus afstemmen. Op dit onderwerp wordt in de volgende paragraaf meer diepgaand ingegaan.

Misverstanden zijn er ook ten aanzien van de vrijheid van keuze van een huis-installatie en ten aanzien van een vermeende aansluitplicht.

Bewoners van "eigen huizen" kunnen ook bij aansluiting op de stadsverwarming blijven kiezen uit alle normaal gebruikelijke installaties voor ruimteverwarming: radiatoren-verwarming, hete-lucht-verwarming, warmwater-vloerverwarming, volledige airconditioning. Stadsverwarming hoeft géén aansluitplicht in te houden. Een regeling analoog aan de vrijstellingsmogelijkheid van de verplichting tot gasaansluiting (art. 142 bouwverordening O.L. Z.I.J.P.) zou zonder bezwaar getroffen kunnen worden. Wie zijn huis met gasolie of geheel elektrisch zou willen verwarmen heeft die mogelijkheid dan.

Een laatste soort bezwaren die ten onrechte aan het stadsverwarmings-systeem worden toegeschreven betreft de slechte service, die geleverd wordt bij storingen. Deze bezwaren worden het meest gehoord bij kleinschalige afstandsverwarmingsbedrijven, die door hun beperkte omvang geen goed service-apparaat (dat dag en nacht paraat is) in stand kunnen houden. Bij grote bedrijven staat de service echter op hetzelfde niveau als de service van stedelijke waterleiding- en elektriciteitsbedrijven: storingen in de warmtelevering zijn zeldzaam en als ze zich voordoen zijn ze in het algemeen binnen enkele uren verholpen, ook 's nachts.

3.3 Overige aspecten

Stadsverwarming vergt voorzieningen op het gebied van regeling en meting van de aan de klant geleverde hoeveelheden warmte. Ten einde het wezenlijke voordeel van stadsverwarming, nl. energiebesparing, zo goed mogelijk te bereiken, moeten de toe te passen meet- en regelsystemen op dit doel worden afgestemd.

De mens is in het algemeen niet geneigd, zuinig te zijn met bepaalde verworvenheden als er geen sociale controle is die dit afdwingt en als zuinigheid niet resulteert in vermindering van de kosten, die men als individu moet betalen. Bij een individuele met gas of olie gestookte verwarmingsinstallatie wordt in het algemeen per woning een redelijke zuinigheid betracht. De sociale controle is binnen één woning een reëel feit; verspilling van energie wordt "gestraft" met een hoge gas- of olierekening. Bij sterk stijgende gasprijzen zal dit effect in de toekomst wellicht nog duidelijker worden.

De stadsverwarmingssystemen, die in Nederland bestaan (Utrecht en Rotterdam) zijn in eerste instantie opgericht om warmte te leveren aan utiliteitsgebouwen (kantoren, openbare gebouwen, ziekenhuizen, scholen e.d.). Toen het systeem er eenmaal was, zijn de binnen het bereik liggende grote flatcomplexen aangesloten. Het aansluiten van eengezinsrijenhuizen heeft tot nu toe geen grote omvang gehad.

Bij aansluiting van utiliteitsgebouwen of flatcomplexen op de stadsverwarming is er in het algemeen één aansluiting per gebouw of per complex op het stadsverwarmingssysteem. Zo'n aansluiting is uitgerust met een regelinrichting, een meetapparaat en afhankelijk van het toegepaste systeem eventueel een warmtewisselaar. Het meetapparaat werkt vrij exact: continu wordt het temperatuurverschil tussen aanvoer- en retourstroom gemeten alsmede de doorstromende hoeveelheid water. Het produkt van deze twee factoren wordt op een telwerk geregistreerd en is dus een maat voor de in een bepaalde tijdsperiode geleverde hoeveelheid warmte. De kosten van de op deze wijze gemeten hoeveelheden warmte worden door de exploitant van het gebouw of het complex met de leverancier van de warmte afgerekend. Bij utiliteitsgebouwen en openbare gebouwen doen zich dan verder weinig problemen voor: de post "verwarming" wordt in een dergelijk gebouw niet verder uitgesplitst of in

gedeeltes doorberekend. Bij flatcomplexen heeft in het algemeen in enigerlei vorm doorberekening van de geleverde hoeveelheid warmte naar de huurders of individuele eigenaars van de flats plaats. Het hierbij gehanteerde systeem is een zaak van de flatexploitant.

Doorberekening van de verwarmingskosten kan op twee principiële verschillende manieren geschieden. De eerste manier is de toepassing van een vaste verdeelsleutel. Deze verdeelsleutel wordt éénmaal vastgesteld aan de hand van de inhoud van deze flats, het aantal kamers, het aantal radiatoren, de gezamenlijke radiatoroppervlakte per flat of een andere dergelijke maatstaf. Verfijningen in de vorm van coëfficiënten voor eindflats, topflats, e.d. worden ook nog hier en daar toegepast. De tweede manier is een relatieve meting van de hoeveelheid per individuele flat geleverde warmte. Hierbij worden in het algemeen vrije ruwe vormen van meting toegepast, zoals vloeistofverdampingsmeters op de radiatoren of eenvoudige watermeters (die geen temperatuurverschillen registreren). Doorberekening van de verwarmingskosten met behulp van een vaste verdeelsleutel leidt er toe, dat de individuele huurder of eigenaar weinig geneigd zal zijn, zuinigheid met de warmte te betrachten; de sociale controle tussen flatbewoners is op dit punt verwaarloosbaar en de financiële gevolgen van energieverpilling door de individuele flatbewoners worden gedragen door alle bewoners van de betrokken flat tezamen. Dit leidt dus tot een aanzienlijk ruimer gebruik van warmte dan ingeval van meting van de warmte per individuele flat. Hoe groot het verschil in warmtegebruik is tussen een complex flats waar de warmte per woning wordt gemeten en een waar men alleen met verdeelsleutels werkt is moeilijk na te gaan. In de literatuur worden mogelijke verschillen tot 30% vermeld. In de berekeningen verderop in dit rapport is aangenomen dat bij toepassing van een verdeelsleutel in een complex flats of een woningcomplex 20% meer warmte worden gebruikt dan in een complex waar warmtemeting per woning plaatsvindt.

De praktijk van aansluiting van nieuw gebouwde eengezinswoningen op de stadsverwarming is (in Utrecht) tot nu dezelfde als bij flats: per groep van enige tientallen woningen wordt de warmtetoevoer naar de woningen geregeld en wordt het warmtegebruik van de groep woningen als geheel gemeten. Een aantal oudere eengezinshuizen in de binnenstad van Utrecht zijn in het verleden individueel aangesloten op de stadsverwarming; de meeste daarvan hebben tegenwoordig een kantoorfunctie.

Zolang de energie goedkoop en in ruime mate voorhanden was, was het systeem van regeling en meting van de warmte per complex woningen acceptabel: men spaart er een flinke investering mee uit en het systeem leidt tot een eenvoudige administratie. Nu de energie schaars en duur wordt zal men deze zaken principiële anders moeten gaan zien, zowel in Nederland als elders.

Een ruwe vorm van warmtemeting per woning, zoals hierboven omschreven, is naar de mening van de werkgroep het minimum waarop eventuele plannen voor stadsverwarming zullen moeten worden afgestemd. De voorkeur wordt echter gegeven aan het systeem waarbij iedere individuele woning via eigen meet- en regelapparatuur op ieder moment de gewenste hoeveelheid warmte kan afnemen en voor die hoeveelheid dan ook betaalt. De hiervoor nodige apparatuur was tot voor kort nogal prijzig (600 à 1500 gulden voor de warmtemeter alleen). De nieuwe economische verhoudingen hebben de vraag naar individuele meet- en regelapparatuur voor individuele aansluitingen echter sterk gestimuleerd. Verwacht mag

worden, dat bijvoorbeeld de prijs voor warmtemeters binnen enkele jaren zal zijn gezakt tot 200 à 400 gulden. In Zweden worden thans vrijwel alle eengezinswoningen via dergelijke individuele apparatuur aangesloten. Ook uit de van TNO ontvangen inlichtingen blijkt, dat het reëel is, in Nederland met een dergelijke ontwikkeling rekening te houden.

Stadsverwarming opent nieuwe mogelijkheden op het gebied van de verwarming van huishoudelijk gebruikswater. Uit een oogpunt van energiebesparing verdient het aanbeveling, om de stadsverwarming mede te gebruiken voor de verwarming van water voor huishoudelijk gebruik. Hiervoor is nodig ófwel per woning een individuele aansluiting op de stadsverwarming + een warmtewisselaar ófwel een apart waternet voor het gebruikswater voor een complex woningen, welk net gevoed wordt via een warmtewisselaar, die gecombineerd kan worden met de meet- en regelapparatuur van de stadsverwarming die voor het complex in kwestie in dat geval toch nodig is. De eerste mogelijkheid wordt thans in Zweden algemeen toegepast. Bij de tweede mogelijkheid doen zich ten aanzien van het verbruik van het warme water problemen voor die analoog zijn aan die van de regeling van de stadsverwarming per complex woningen: men moet ook hier vanwege de kosten kiezen tussen kostenverdeling via een vaste verdeelsleutel of een weinig exacte meetmethodiek.

Al deze moeilijkheden heeft men in de praktijk tot nu toe veelal omzeild door het huishoudelijk gebruikswater ook in woningen, die zijn aangesloten op een stadsverwarmingssysteem op andere wijze te verwarmen, dus met gas of elektriciteit. Beide methoden leiden tot een hoger energieverbruik dan verwarming via de stadsverwarming. Als gekozen zou worden voor een stadsverwarming zonder gasdistributie per woning blijft alleen de keuze tussen warmwatervoorziening via de stadsverwarming en d.m.v. elektriciteit over. Aanbevolen wordt, om de eerste van deze beide mogelijkheden te kiezen. Dit houdt uiteraard in, dat de stadsverwarming ook gedurende de gehele zomer in bedrijf moet blijven. Dit is echter geen probleem. De praktijk in een grote stad (Utrecht) is toch al, dan onafhankelijk van de vraag naar warm huishoudelijk gebruikswater er 's zomers een (kleine) vraag is naar warmte, met name door instellingen als ziekenhuizen e.d. Ten behoeve van dergelijke instellingen blijft de stadsverwarming 's zomers dan toch al in bedrijf. Dit 's zomers in bedrijf houden van de installaties heeft bovendien het voordeel, dat de levensduur van pompen en dergelijke wordt verlengd omdat ze niet van corrosie te lijden hebben zolang het verwarmingsnet op temperatuur is.

3.4 Stadsverwarming en de bewoners

In de vorige paragrafen zijn de mogelijke positieve en negatieve aspecten van "de stadsverwarming" aangestipt. Wat een en ander nu concreet betekent voor de toekomstige bewoner bij stadsverwarming wordt hieronder nog eens op een rijtje gezet. Bij de opstelling van deze aspecten is uitgegaan van een stadsverwarming zoals die volgens de werkgroep bij voorkeur moet worden aangelegd, dus stadsverwarming in combinatie met elektriciteitsopwekking, individuele aansluiting per woning (met meet- en regelapparatuur per woning) en afwezigheid van een gasdistributie-net. Verder is er van uitgegaan, dat na een bepaalde aanloopfase een stadsverwarmingsbedrijf de bewoner gunstige tarieven kan bieden en dat de overheid voorziet in de (mede)financiering van de onrendabele aanloopfase van het stadsverwarmingsbedrijf.

Voor de bewoners van de betreffende stad, i.c. Almere, biedt

stadsverwarming de volgende voordelen:

- meer ruimte in huis (warmtewisselaar en meet- en regelapparatuur nemen minder plaats in dan een verwarmingsketel + een geiser of boiler),
- rookgas-afvoer en een deel van de luchttoevoer-voorzieningen zijn niet nodig,
- de directe leefomgeving blijft vrij van rookgasemissies (vooral in een verdere toekomst van belang als overgeschakeld zou moeten worden op kwalitatief mindere gassoorten dan aardgas).

Stadsverwarming heeft voor een deel van de bewoners één nadeel:

- voor koken en bakken is men aangewezen op elektriciteit.

Ten aanzien van de volgende zaken is er bij toepassing van stadsverwarming geen verschil voor de bewoner nodig bij toepassing van stadsverwarming als men vergelijkt met een stad uitgerust voor individuele verwarming per woning:

- de som van de kosten voor ruimteverwarming, warmwaterverwarming en koken is bij stadsverwarming op de lange duur niet hoger,
- de zelfde mogelijkheden van keuze van huisinstallatie (radiatoren, luchtverwarming, vloerverwarming, airconditioning),
- ontheffingsmogelijkheid van de aansluitplicht (alternatief van verwarming met huisbrandolie bestaat),
- de af te nemen hoeveelheid warmte is onbeperkt regelbaar,
- idem de hoeveelheid warm huishoudelijk gebruikswater,
- de bewoner betaalt alleen de warmte, die hij zelf afneemt,
- bedrijfszekerheid, service bij storingen is op het zelfde peil als bij individuele verwarming.

4. MOGELIJKE TOEPASSINGEN IN ALMERE

4.1 Uitgangspunten

In dit rapport wordt de keuze van het bestudeerde in Almere eventueel toe te passen verwarmingssysteem bewust beperkt tot verwarmingssystemen, waarvan op dit moment vaststaat, dat ze in de praktijk op grote schaal zonder problemen functioneren. Bij het afwegen van alternatieve mogelijkheden zijn daarom systemen met zonne-collectoren, warmtepompen e.d. niet in beschouwing genomen. De mogelijkheid om met dergelijke nieuwe systemen te experimenteren bestaat uiteraard, ook in een stad met stadsverwarming.

In verband met bovenstaande overwegingen wordt in dit rapport met elkaar vergeleken het systeem van verwarming per woning (individuele verwarming) en stadsverwarming in de gebruikelijke vorm. De gebruikelijke vorm van stadsverwarming kan evenwel worden onderscheiden in systemen van stadsverwarming "sec" en systemen, waarbij opwekking van warmte en elektriciteit in een gecombineerd proces plaatsvindt (warmtekracht-koppeling). In de verdere hoofdstukken van dit rapport wordt hoofdzakelijk aan deze laatste categorie van systemen aandacht gegeven, hoewel bijvoorbeeld in hoofdstuk 5 (energiebesparing) ook systemen zonder warmtekracht-koppeling zijn beschouwd.

In het rapport wordt niet ingegaan op combinatie-mogelijkheden als vuilverbranding-stadsverwarming-elektriciteitsproductie. Dat wil niet zeggen, dat de schrijvers van het rapport dergelijke combinatie-mogelijkheden willen uitsluiten, maar alleen, dat dit gezien wordt als een eventuele verfijning van de mogelijkheden, die bij een meer gedetailleerde uitwerking van een eventueel stadsverwarmingsproject alsnog aan de orde zouden kunnen komen.

Ook de vraag, of bij de combinatie van stadsverwarming met elektriciteitsopwekking de elektriciteitsopwekking primair en de stadsverwarming secundair is of omgekeerd (het antwoord op deze vraag is van invloed op de techniek van de centrale-bouw) is bij deze verkennende studie nog niet van belang.

Omdat het nu eenmaal nodig is, kosten te calculeren, moet worden uitgegaan van een bepaalde technische opzet. Die opzet is in deze studie een centrale, die primair voor de stadsverwarming wordt gebouwd en elektriciteit als "bijproduct" aan het openbare net levert. Overleg met de SEP heeft uitgewezen, dat een dergelijke aansluiting op het openbare net in principe niet bezwaarlijk hoeft te zijn mits aan enige voorwaarden wordt voldaan.

In het voor dit rapport gebruikte studie-ontwerp (bijlage 2) is verondersteld, dat er voor heel Almere één warmtekracht-centrale wordt gebouwd en dat alle kernen van Almere daarmee zijn verbonden door middel van warmtetransportleidingen. Een opzet van meerdere en kleinere warmtekracht-centrales is echter ook denkbaar.

Als warmtetransportmedium is voor het studie-ontwerp uitgegaan van warm water (dit in tegenstelling tot een stoomsysteem). In verband met de grootte van het project, de noodzakelijke capaciteit en de in Almere te overbruggen transportafstanden is voor de maximum temperatuur in de aanvoerleiding 140°C gekozen (voor de temperatuur in de retourleiding wordt de gebruikelijke 60 à 70°C aangehouden). De keuze van 140°C als maximum aanvoertemperatuur is een ietwat arbitrair uitgangspunt. Ten aanzien van de meest gewenste temperaturen in een bepaald concreet geval bestaat er geen regel, die door de deskundigen

als algemeen geldig wordt ervaren. De hier gedane keuze heeft alleen als betekenis, dat het een uitgangspunt is voor voorlopige dimensioneringsberekeningen en de daaruit voortvloeiende kostenramingen. Mocht bij verder uitwerken van een project blijken, dat de keuze van een andere temperatuur economischer is, dan wordt de rentabiliteit van het geheel er wat beter door, dan in dit rapport berekend.

Een aanvoertemperatuur van 140° C is te warm voor direct aangesloten radiatoren en dergelijke. In het studie-ontwerp is daarom uitgegaan van de veronderstelling, dat woningen en gebouwen "indirect" zullen worden aangesloten, dat wil zeggen door middel van warmtewisselaars. Verondersteld is, dat elke woning zijn eigen warmtewisselaar, zijn eigen regelininstallatie en zijn eigen warmtemeter krijgt.

Voor het studie-ontwerp is uitgegaan van de veronderstelling, dat Almere in het jaar 2000 minimaal 125.000 inwoners (in drie kernen) zal tellen en maximaal 250.000 inwoners (in zes kernen). Hiermee corresponderen minimaal ca. 42.000 en maximaal ca. 84.000 woningen. Bijzondere bebouwing en industrie zullen voor de ruimteverwarming veelal ook op de stadsverwarming worden aangesloten. Aangenomen is dat deze categorieën tezamen 25% van de totale vraag naar warmte zullen verbruiken (= 33,3% van de door de woningen verbruikte warmte). De in dit rapport gemaakte berekeningen gaan er daarom van uit alsof er in Almere in het jaar 2000 een warmtevraag zal zijn overeenkomend met:
minimaal $\frac{100}{75} \times 42.000 = \text{ca. } 55.000$ woningen en maximaal $\frac{100}{75} \times 84.000 = \text{ca. } 110.000$ woningen.

In bijlage 2 is de bestudeerde technische lay-out van dit "maximum"-model weergegeven. In het "minimum"-model vervallen de hoofdleidingen naar de kernen 4, 5 en 6 alsmede de hulpwarmtecentrales en distributie-netten in deze laatste drie kernen. De distributie-netten in de kernen 2 en 3 en op het noordelijk industrieterrein krijgen dan een kleinere omvang en de betreffende hulpwarmte-centrales worden ook iets minder ver uitgebouwd. De warmte-kracht-centrale wordt bij het "minimum"-model slechts tot de helft van de op de bijlage aangegeven capaciteit uitgebouwd.

Ten aanzien van de woningen in Almere wordt er bij de studie van uitgegaan, dat ze gemiddeld ongeveer volgens de genormaliseerde klasse "goed" zullen worden geïsoleerd. Het hiermee samenhangende (in de berekeningen verwerkte) warmteverbruik per woning is dus aanzienlijk minder, dan thans gemiddeld gebruikelijk in woningen van vóór 1974 die voorzien zijn van centrale verwarming.

Verder is er bij deze studie van uitgegaan, dat bij toepassing van stadsverwarming in de woonwijken géén gasdistributie-net zal worden aangelegd. Er wordt gerekend, dat koken en bakken in dat geval elektrisch zullen geschieden en dat de verwarming van huishoudelijk verbruikswater via de stadsverwarming zal geschieden. Dit uitgangspunt laat onverlet, dat ingeval in de toekomst nog gas beschikbaar zou worden gesteld voor industriële doeleinden een gasdistributie-net op bedrijventerreinen ook bij toepassing van stadsverwarming tot de reële mogelijkheden behoort.

4.2 Inpassing in stedenbouwkundig plan

De stedenbouwkundige aspecten van stadsverwarming zijn in het volgende gerelateerd aan de in 1975 vigerende structuurbeelden voor

Almere en aan de gedachte ontwikkeling van de stad. Bij de ongetwijfeld te verwachten wijzigingen en aanpassingen van dit structuurbeeld wordt echter de algehele opzet en verschijningsvorm van de stadsverwarming niet aangetast. Wel zullen wanneer eenmaal bepaalde werken ten behoeve van de verwarming zijn uitgevoerd, belangrijke wijzigingen in het structuurschema en in de fasering daarvan, gevolgen kunnen hebben voor de rentabiliteit van het systeem.

Op bijlage 2 is als ondergrond voor een globaal studie-ontwerp stadsverwarming één der structuurmodellen voor Almere gehanteerd. In alle modellen is steeds sprake van een veelkernige opzet en een systeem van hoofdtransportbanen, gelegen in internucleaire ruimten. De bebouwingsdichtheid loopt van plaats tot plaats binnen de kernen uiteen van 10 tot 30 woningen per ha bruto stedelijk gebied. Na aftrek van de door parken, waterpartijen e.d. ingenomen ruimte leidt dit tot een nettodichtheid van ca. 30 woningen per ha bebouwd gebied of 40 à 45 woningen per ha in het zuivere woongebied. Uit diverse mededelingen en uit literatuurgegevens blijkt, dat bij deze woningdichtheid een warmtedichtheid wordt bereikt, die in het algemeen een economisch verantwoorde exploitatie van stadsverwarming mogelijk maakt.

Het spreekt vanzelf, dat de stedenbouwkundige opzet van grote invloed is op de rentabiliteit. Wanneer wordt overgegaan tot stadsverwarming zal bij de verdere ontwikkeling van de stedenbouwkundige plannen dan ook zeker deze rentabiliteit van het verwarmingssysteem in de beschouwingen moeten worden betrokken. In dit rapport wordt de stedenbouwkundige opzet als een gegeven beschouwd en wordt de stadsverwarming geheel aangepast aan het structuurschema en de gedachte fasering daarvan.

In het volgende wordt voor een viertal hoofdcomponenten van de stadsverwarming een aantal als "stedenbouwkundig" te beschouwen aspecten nagegaan.

4.3 Warmte-opwekking

Wanneer uitsluitend de elektriciteitsvoorziening zou worden beschouwd is voor Almere geen nieuwe centrale nodig. Door centrales buiten het Almeregebied kan in dat geval de elektriciteit geleverd worden (afgezien van de toenemende regionale behoefte, waardoor wellicht t.z.t. een nieuwe centrale in deze regio nodig zal zijn). Wanneer evenwel in Almere stadsverwarming d.m.v. gecombineerde warmte-kracht-opwekking wordt verwezenlijkt zal daarvoor in het Almeregebied een nieuwe centrale noodzakelijk zijn. Die centrale is te beschouwen als het hart van het systeem. Hier vindt de opwekking van warmte en elektriciteit plaats; van hieruit wordt warmte en elektriciteit in alle delen van de stad gebracht.

Deze warmte-kracht-centrale voor Almere kan bescheidener van omvang zijn dan een normale elektrische centrale die speciaal voor de elektriciteitsproductie in groter verband wordt gebouwd (b.v. de centrales in Diemen en in Lelystad). Desondanks moet worden gerekend op een duidelijk in het oog vallend complex met grote gebouwen en een of meer hoge schoorstenen. Aan de architectonische vormgeving van een dergelijk gebouw in een stedelijk gebied zal uiteraard de nodige zorg besteed moeten worden.

Het terreinbeslag voor de warmte-kracht-centrale is bij maximale groei van Almere (250.000 inwoners) becijferd op 20.000 à 30.000 m² (bruto terreinoppervlakte inclusief ruimte voor olietanks etc.).

De bouw van een dergelijke centrale in Almere is niet in strijd met het structuurschema Elektriciteitsvoorziening (lit. 3).

Het gaat immers niet om een grote nieuwe centrale. In het structuurschema is ruimte gelaten om 10 à 15% van het totale in Nederland op te stellen elektrische vermogen op te stellen in kleine eenheden, die niet vooraf plaatsgebonden zijn. Hierbij is speciaal gedacht aan lokale combinatiemogelijkheden met andere doeleinden, zoals stadsverwarming.

Ten behoeve van de afzet van de geproduceerde elektriciteit is voorts een onderstation nodig. Hier wordt de geleverde elektriciteit toegevoerd aan het transportsysteem voor elektrische energie, dat er zonder stadsverwarming toch ook zal moeten komen. Voor een dergelijk onderstation is bij maximale groei van Almere een terrein nodig van ca. 15.000 m². Dit onderstation kan worden gecombineerd met één van de onderstations, die ook los van een stadsverwarmingsproject in Almere nodig zijn. Ten behoeve van de elektriciteitsvoorziening is in Almere - onafhankelijk van eventuele stadsverwarmingsplannen - een ringleiding (150 kV, ondergronds) langs het stelsel van stadsautowegen gedacht. Via het onderstation kan de geproduceerde elektriciteit naar dit kabelstelsel worden gevoerd. Dit betekent, dat buiten het centrale onderstationcomplex geen bovengrondse werken t.b.v. de elektriciteitsvoorziening in Almere noodzakelijk zijn.

Ten behoeve van diverse berekeningen is voor Almere een studieontwerp voor het systeem van stadsverwarming gemaakt. Daarbij is uitgegaan van een warmte-kracht-centrale tussen de tweede en derde kern aan de Hoge Vaart (zie bijlage 2). Deze voorlopige plaats is gekozen om de volgende redenen:

- ligging centraal in het stedelijk gebied (relatief korte transportleidingen, beperking transportverliezen);
- ligging op plaats met "bijzondere bestemming";
- ligging aan vaarwater voor evt. toevoer van brandstoffen of materialen per schip;
- ligging aan stadsautoweg i.v.m. eenvoudige bereikbaarheid (personeel, materialen en evt. brandstoffen);
- ligging aan (langs de stadsautowegen geprojecteerde) leidingenstraten voor:
 - a. aanvoer van gas of olie
 - b. afvoer van warm water/aanvoer retourwater
 - c. afvoer van elektriciteit (150 kV-ringleiding komt eveneens in de leidingenstraat);
- eventueel eenvoudige koppeling naar het noordoosten met Flevocentrale.

Uiteraard zal bij een positieve beslissing inzake de stadsverwarming de vestigingsplaats van de benodigde centrale onder afweging van alle factoren nogmaals moeten worden bezien.

Het systeem van de stadsverwarming is zodanig van opzet, dat een aantal hulp-warmte-centrales nodig is. Deze hulp-warmte-centrales, hebben in principe ten doel, pieken in de warmtebehoefte op te vangen. Hiermede kan derhalve de capaciteit van de warmte-kracht-centrale sterk worden beperkt, hetgeen de rentabiliteit van het geheel ten goede komt. Over de aard en functie van deze hulp-warmte-centrales is in paragraaf 2.1. uitvoeriger ingegaan.

De hulp-warmte-centrales zijn door hun functie (alleen productie van warmte) veel eenvoudiger van opzet dan de warmte-kracht-centrale. Gesproken kan worden van een ketelhuis, te beschouwen als een grote gemeenschappelijke ketel voor een groot aantal afnemers. De hier weergegeven foto's laten zien, hoe de uiterlijke verschijningsvorm kan zijn



Foto 1. Hulpwarmtecentrale Utrecht



Foto 2 Ketelhuis Breda

Het terreinbeslag voor een dergelijk ketelhuis is globaal te stellen op ca. 4000 m² (inclusief ruimte voor olietanks, etc.).

Het uiterlijk en de functie van de hulp-warmte-centrales lijkt in overeenstemming met een plaats op een kleiner industriegebied, zoals die in het vigerende structuurschema veelal aan de rand van kernen zijn geprojecteerd. Een plaatskeuze meer centraal in een woongebied is evenwel niet ondenkbaar en kan leiden tot een onderbreking van de woonbebouwing en als herkenningspunt fungeren.

Bij de bouw van hulp-warmte-centrales dienen maatregelen genomen te worden, die moeten voorkomen, dat lawaai-overlast voor de omgeving ontstaat. Technisch is dit geen probleem.

In de gehanteerde schematische opzet van het systeem zijn een vijftal hulp-warmte-centrales opgenomen. Bij de plaatskeuze daarvan zijn de volgende richtlijnen gehanteerd:

- geschikte plaats in het gehele verwarmingssysteem, d.w.z. bevordering van de rentabiliteit
- ligging op plaatsen waar een grote vraag naar warmte verwacht wordt (concentraties)
- goede spreiding over geheel Almere
- inpassing in het stedenbouwkundige plan
- ligging nabij systeem van leidingenstraten
- goede bereikbaarheid i.v.m. evt. aanvoer van brandstoffen.

In nog sterkere mate dan bij de warmte-kracht-centrale zal de uiteindelijke plaatskeuze afhankelijk zijn van een aantal concrete factoren, zoals de stedenbouwkundige opzet, de fasering en de algehele opzet van het systeem.

4.4 Warmtetransport en distributie

Zoals hiervoor reeds werd uiteengezet vindt het transport van de geleverde elektriciteit plaats via de in Almere gedachte 150 kV ringleiding ondergronds. Hiervoor hoeven derhalve geen extra voorzieningen te worden getroffen.

Het transport van het warme water vindt plaats via een dubbele leiding, bestaande uit geïsoleerde aan elkaar gelaste stalen buizen. Een van deze leidingen brengt het warme water naar de verbruikers, de andere dient als retourleiding. Met de isolatie mee hebben deze leidingen elk een diameter van 50 à 80 cm, afhankelijk van de benodigde capaciteit. Normaal is, dat ze voorzien zijn van expansiestukken op regelmatige afstanden.

Zoals uit bijlage 2 blijkt zijn ook deze warmwaterleidingen getraceerd in de leidingenstraten langs de stadsautowegen. In de geprojecteerde leidingstraten is daarvoor voldoende ruimte beschikbaar.

Een eerste vereiste bij de aanleg van het hoofdtransportsysteem is, dat de leidingen droog komen te liggen ter bescherming van de isolatie. Een en ander leidt tot een zo hoog mogelijke ligging, waarbij evenwel beschadiging van bovenaf (voertuigen, grondbewerking) zoveel mogelijk moet worden vermeden (dekking ca. 50 cm).

Mede gelet op de bodemgesteldheid is voor Almere een systeem te overwegen, waarbij de dubbele leiding samen met drainage in een betonnen bakconstructie is ondergebracht. Deze bak wordt afgedekt met afneembare betonnen platen, zodat inspectie en onderhoud eenvoudig kunnen plaatsvinden. Er bestaan geen technische bezwaren tegen een gedeeltelijke



Foto 3 Hoofdtransportleiding

bovengronds aanleggen van de leidingen; integendeel. In concrete gevallen moet bezien worden of een gedeelte bovengrondse leiding een functie in stedenbouwkundig opzicht kan vervullen. Daarbij is te denken aan accentuering van bepaalde lijnen in het landschap of aan een afscheidingsfunctie.

Kleur, vormgeving en hoogteligging (op of boven maaiveld) zijn hierbij van groot belang.

Het warme water wordt via het hierboven beschreven hoofdtransportsysteem naar de verschillende kernen gevoerd. Binnen deze kernen vertakt zich de steeds dubbel (aanvoer en retour) uitgevoerde leiding. De diameter van de leiding wordt daarbij aangepast aan de benodigde capaciteit. Om de gedachten te bepalen: binnen de woongebieden varieert de diameter van de geïsoleerde leidingen globaal van 10 tot 50 cm. De plaats van deze leidingen in het dwarsprofiel vereist uiteraard binnen de woongebieden meer aandacht dan in de ruime leidingstraten buiten de kernen. Het onderbrengen van de stadsverwarming zal evenwel een grotere problemen opleveren dan de andere nutsleidingen.

Aan de bescherming tegen corrosie van transport- en distributieleidingen zal aandacht gegeven moeten worden.



Foto 4

Aftakking
in distri-
butienet

De voornaamste maatregel tegen corrosie is: zorgen dat de leiding (en de isolatie) droog blijft. De ervaring in Rotterdam, Utrecht en Breda, maar ook in het buitenland leert dat dit geen probleem hoeft te zijn.

Gelet op de diameter en de functie van het distributiestelsel en de gesteldheid van het bouwterrein (opgespoten) zal om financiële redenen binnen de kernen geen bakconstructie worden toegepast. De leidingen worden in een zandbed gelegd, met een dekking van ca. 50 cm. Eventueel kan op bepaalde plaatsen nog een drukverdelend betonplaatje boven de leidingen worden gelegd.

Meer en meer blijkt het in de praktijk mogelijk, leidingen met diameters beneden de ca. 30 cm te leggen zonder de vroeger noodzakelijk geachte expansiestukken en de vroeger toegepaste "vaste punten". Veelal kan door een geknikte tracering voldoende bewegingsvrijheid ten behoeve van de temperatuurvariaties worden gevonden. In Zweden wordt tegenwoordig voor diameters beneden ca. 8 cm op grote schaal flexibele leiding toegepast, die vanaf een haspel in de sleuf wordt gelegd.

De grootste problemen bij ontwerpen en uitvoering van leidingen doen zich voor bij het passeren van watergangen. Bij een zinkerconstructie worden de leidingen door een sterke buitenbuis gevoerd om het droogblijven van de isolatie te garanderen. Een andere oplossing kan worden



Foto 5
Flexibele distributie-
leiding

gevonden door de leidingen "met de bruggen mee" over het water te leiden. In dat geval zal duidelijk aandacht moeten worden gegeven aan de esthetische aspecten.

Bij aansluiting van woningen op stadsverwarming is per woning geen individueel gestookte ketel nodig. Hiervoor in de plaats komt een betrekkelijk kleine warmtewisselaar en enige meet- en regelapparaatuur.

De hiervoor nodige ruimte is kleiner, dan die voor een ketel, heeft geen rookgasafvoer nodig en stelt minder zware eisen op het punt van ventilatie.

5. ENERGIEBESPARING

In dit hoofdstuk worden de hoeveelheden energie en brandstof, die kunnen worden bespaard door het toepassen van stadsverwarming, al of niet in combinatie met warmte-kracht-koppeling, gekwantificeerd.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan, dat het thermisch rendement van individueel gestookte centrale verwarming-installaties in de komende jaren hoger zal worden, dan het rendement van de huidige installaties. Een nieuw systeem van stadsverwarming wordt in dit rapport vergeleken met toekomstige zuinige individuele centrale verwarmingsinstallaties, die er naar verwachting in de toekomst zullen komen in huizen, die niet op stadsverwarming worden aangesloten. Eenzelfde ontwikkelingslijn voor conventionele elektrische centrales is in de berekeningen ingevoerd.

De berekeningen die van belang zijn voor ruimteverwarming en stadsverwarming gaan uit van de volgende rendementen:

- individuele centrale verwarmingsinstallatie per woning: 65% (gemiddelde is bij de huidige installaties 57%);
- stadsverwarmingscentrale en hulpwarmte-centrale: 85%;
- warmte-kracht-centrale: 84%;
- leidingnet stadsverwarming: inclusief warmtewisselaars: 90%;
- conventionele elektrische centrale: 40% (gemiddelde is bij de huidige installaties 35%);
- transport- en distributie-net voor elektriciteit: 95%.

Deze rendementen zijn begrepen op de zogenaamde "stookwaarde" van fossiele brandstoffen (dit is de hoeveelheid energie die bij verbranding nuttig wordt gebruikt als deelpercentage van de potentieel aanwezige energie als het verbrandingsproces zodanig plaats heeft dat de condensatiewarmte van de gevormde waterdamp verloren gaat).

Alle rendementen hebben betrekking op een exploitatie gedurende een vol jaar, dus perioden met gering verbruik, stilstandsverliezen, waakvlam, opwarmen e.d. ingecalculleerd.

Het rendement van een warmte-kracht-centrale van 84% is slechts bereikbaar bij een vrijwel volledige benutting van de installatie.

Hiervoor is nodig dat het maximum gevraagde vermogen verdeeld is over meerdere opwekkingsunits (zodat men het aantal in bedrijf zijnde units kan laten afhangen van de vraag); verder dient de warmte-kracht-centrale te zijn aangesloten aan het landelijke koppelnet. Het door de centrale afgegeven vermogen wordt dan afgestemd op de behoefte aan warmte in de betrokken stad; het surplus aan elektriciteit wordt aan het koppelnet geleverd; dit net suppleert ook een eventueel tekort in de stad, waar de warmte-kracht-centrale staat. Zolang de situatie bestaat, dat het grootste deel van de elektriciteit, landelijk gezien, wordt opgewekt in conventionele elektrische centrales en het aantal warmte-kracht-centrales nog slechts klein is, zal het niet moeilijk zijn, om aan deze voorwaarde te voldoen. Voor het berekenen van energiebesparing is buiten de hierboven genoemde rendementen nog nodig, om ten aanzien van de verdeling van de energiestromen, die de centrales verlaten van bepaalde verhoudingen uit te gaan. Voor de warmte-kracht-centrale wordt uitgegaan van een verhouding tussen nuttige produktie in de vorm van warmte en in de vorm van elektriciteit van 2,4 : 1, zijnde een redelijk praktisch-gemiddelde voor een exploitatievorm zoals bedreven in Utrecht en Rotterdam. Dit betekent dat bij een warmte-

kracht-centrale met een totaal-rendement van 84% (zie boven) 16% van de toegevoerde energie ontwijkt met de rookgassen, dat 59,3% wordt geleverd aan het verwarmingsnet en dat 24,7% wordt geleverd aan het elektriciteitsnet.

Van een conventionele elektrische centrale (condensatie-centrale) wordt 40% van de toegevoerde energie geleverd aan het elektriciteitsnet, 10% ontwijkt met de rookgassen en 50% komt in het koelwater terecht.

Uitgaande van de diverse hierboven geformuleerde uitgangspunten kunnen de verhoudingsgetallen voor de energiestromen bij individuele verwarming, stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling, stadsverwarming met warmte-kracht-koppeling en conventionele elektriciteitsvoorziening worden samengevat in een schema, dat is weergegeven in bijlage 3.

Omdat koken en bakken normaal gesproken op gas geschiedt, maar bij stadsverwarming (althans volgens de uitgangspunten, die in dit rapport worden gehanteerd) elektrisch plaats heeft en omdat de verwarming van huishoudelijk verbruikswater normaal gesproken met gas plaatsvindt, maar bij stadsverwarming via een warmtewisselaar op de stadsverwarming, is het bij het maken van energie-berekeningen noodzakelijk, ook ten aanzien deze beide verbruikscategorieën berekeningen op te zetten. Hierbij is voor dit rapport uitgegaan van de volgende thermische rendementen:

- geisers en boilers: gemiddeld 50%,
- warmtewisselaars voor verwarming van huishoudelijk verbruikswater: 80%,
- gasfornuizen: 70%
- elektrische fornuizen: 90%.

Dit zijn allemaal rendementen, die over een heel jaar gerekend zijn, dus stilstandsverliezen, waakvlam, opwarmen, afkoelen e.d. inbegrepen.

Ten slotte is het nodig, inzicht te hebben in de hoeveelheden energie, die normaal gesproken in een woning worden gebruikt en in de toekomst zullen worden gebruikt. "Harde" gegevens over dit onderwerp zijn schaars. Bij bestudering van een aantal via publicatie toegankelijke bronnen (lit. 5, 6, 7, 8, 11, 18 en 19) is gebleken, dat er vrij veel gegevens bekend zijn over het gasverbruik in Nederland alsmede gegevens over het gasverbruik per aansluiting. In enkele publicaties wordt onderscheid gemaakt naar gasverbruik per aansluiting in de sector grootverbruik en in de sector kleinverbruik, maar cijfers van alléén het gasverbruik per gasgestookte centraal verwarmde woning zijn schaars.

De enige betrouwbare informatie is voor wat betreft het energieverbruik per centraal verwarmde woning verkregen door gebruik te maken van de resultaten van een niet gepubliceerd onderzoek, dat de NV Nederlandse Gasunie heeft uitgevoerd. Dit onderzoek maakt gebruik van de resultaten van een enquête, waarbij enige duizenden woningen waren betrokken. Hieronder bevonden zich ruim 600 woningen, die centraal werden verwarmd door middel van gasgestookte installaties. De enquête heeft betrekking op de periode november 1972 tot november 1974.

Uit dit onderzoek blijkt onder meer, dat het gasverbruik ten behoeve van de centrale verwarming (dus na aftrek van het gasverbruik voor andere doeleinden) in de na 1965 gebouwde rijenhuizen gemiddeld 3858 m³ per woning per jaar bedraagt. De energie-inhoud van aardgas (stookwaarde) is 31,7 MJ per m³. Het gevonden gasverbruik van 3858 m³ per woning per jaar betekent dus, dat het bruto-energieverbruik t.b.v. de ruimteverwarming 122 GJ per woning per jaar is.

Bij een omzettingsrendement van 57% (huidige type c.v.-installatie voor individuele centrale verwarming) is het hiermee corresponderende netto-energieverbruik 69,5 GJ per woning per jaar. Dit betreft gezien de datum van de enquête over het algemeen traditioneel gebouwde (slecht geïsoleerde) woningen. Het energie-verbruik wordt aanzienlijk gereduceerd door toepassing van betere isolatie, vooral als bij het ontwerp van de woningen daarop direct wordt gerekend. Aangenomen mag worden, dat dit voor het merendeel van de in Almere te bouwen woningen het geval zal zijn. Cijfers, die in diverse publicaties vermeld worden, laten een energiebesparing zien van 20 tot 35% bij isolatie van woningen in de genormaliseerde klasse "goed" vergeleken met traditioneel gebouwde woningen (open spouwmuren, enkel glas). De voorlopige cijfers van een vrij beperkt eigen onderzoek, dat de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in "De Kempenaar" in Lelystad heeft verricht, wijzen er op, dat deze besparing gemiddeld ongeveer 30% bedraagt. De combinatie van deze 30% besparing met de resultaten van het bovengenoemde Gasunie-onderzoek leiden tot de conclusie, dat het netto-energieverbruik ten behoeve van de ruimteverwarming van een gemiddeld modern goed geïsoleerde rijenhuis $0,7 \times 69,5 = 48,5$ GJ per woning per jaar bedraagt. Dit getal wordt ten behoeve van het verdere gebruik in dit rapport afgerond op 50 GJ per woning per jaar.

Voor wat betreft de energie voor verwarming van huishoudelijk verbruikswater en voor koken en bakken wordt ten behoeve van de berekeningen in dit rapport uitgegaan van getallen, die ongeveer het midden houden tussen getallen, die te vinden zijn in Van der Heeden (lit. 11) en informaties, die verstrekt zijn door de Gamog (NV Gasmaatschappij Gelderland). Na afronding komt dit neer op een netto-verbruik (na aftrek van schoorsteen-, waakvlam- en stilstand-verliezen) van 6 GJ per woning per jaar voor de verwarming van huishoudelijk verbruikswater en 3 GJ per woning per jaar voor koken en bakken.

Met deze uitgangspunten en de in het begin van dit hoofdstuk vermelde rendementen en met de verhoudingsgetallen van bijlage 3 worden de energie-consequenties berekend van individuele centrale verwarming per woning, stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling en stadsverwarming in combinatie met warmte-kracht-koppeling. Bij deze berekeningen wordt nog rekening gehouden met het feit, dat het warmteverbruik per woning wordt beïnvloed door het wel dan niet meten van het warmteverbruik per woning. Voor meer details over dit onderwerp wordt verwezen naar paragraaf 3.3. Het in die paragraaf geconstateerde meerverbruik ad 20% in het geval dat meting van de warmte per woning achterwege blijft, wordt in de hier volgende berekeningen geacht te gelden zowel voor de ruimteverwarming als voor de verwarming van huishoudelijk verbruikswater (bij stadsverwarming). Deze omstandheid heeft uiteraard géén invloed op het gasverbruik (bij individuele verwarming) en evenmin op het elektriciteitsverbruik voor koken en bakken.

De energie-berekeningen zijn gedetailleerd weergegeven op bijlage 4. De uitkomsten van deze berekeningen zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1

Bruto energie-verbruik ¹⁾ per woning per jaar ²⁾		
1. individuele verwarming		93,3 GJ
2. stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning		83,8 GJ
3. als 2, echter zonder bemeting van de warmte per woning		99,0 GJ
4. stadsverwarming met warmte-kracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning minder energie-verbruik elders ³⁾	111,6 GJ	
	58,0 GJ	53,6 GJ
5. als 4, echter zonder bemeting van de warmte per woning minder energie-verbruik elders ³⁾	127,3 GJ	
	67,2 GJ	60,1 GJ

- 1) Hoeveelheid energie, die bij verbranding van gas, olie of steenkool vrijkomt.
- 2) De tabel heeft betrekking op de som van het energieverbruik voor ruimteverwarming, verwarming van huishoudelijk verbruikswater en koken en bakken.
- 3) minder energieverbruik door minder elektriciteitsproduktie elders.

Indien de individuele verwarming als referentiesysteem wordt aangehouden (93,3 GJ per woning per jaar) kunnen de extra verbruiken respectievelijk besparingen op het primaire energieverbruik dus per woning worden berekend. De betreffende getallen zijn samengebracht in tabel 2.

Tabel 2

Bruto energieverbruik per woning per jaar, vergeleken met individuele verwarming					
systeem	besparing	meerverbruik	besparing elders ¹⁾	totaal-resultaat	
				besparing	meerverbruik
1	-	-	-	-	-
2	9,5 GJ	-	-	9,5 GJ	-
3	-	5,7 GJ	-	-	5,7 GJ
4	-	18,3 GJ	58,0 GJ	39,7 GJ	-
5	-	34,0 GJ	67,2 GJ	33,2 GJ	-

- 1) minder energieverbruik door minder elektriciteitsproduktie elders.

In tabel 3 worden deze energie-hoeveelheden nogmaals weergegeven, nu echter als procenten van de voor individuele verwarming nodige energie.

Tabel 3

Bruto energieverbruik, vergeleken met individuele verwarming in procenten					
systeem	besparing	meerverbruik	besparing elders ¹⁾	totaal-resultaat	
				besparing	meerverbruik
1	-	-	-	-	-
2	10,2%	-	-	10,2%	-
3	-	6,1%	-	-	6,1%
4	-	19,6%	62,1%	42,5%	-
5	-	36,4%	71,9%	35,5%	-

1) minder energieverbruik door minder elektriciteitsproductie elders.

Uit deze berekeningsresultaten kan worden geconcludeerd, dat stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling slechts een betrekkelijk geringe energie-besparing oplevert; indien collectieve regeling en meting van de gedistribueerde warmte wordt toegepast is het zelfs te verwachten, dat het energieverbruik groter is dan bij individuele centrale verwarming.

Stadsverwarming, waarbij gebruik gemaakt wordt van een gecombineerd proces van opwekking van warmte en elektriciteit, leidt tot een vrij aanzienlijke energiebesparing. Zelfs als collectieve regeling en meting van de gedistribueerde warmte wordt toegepast (en enige verspilling van warmte wordt geaccepteerd) wordt nog een vrij aanzienlijke energiebesparing bereikt.

De bereikbare besparing op energie is het grootst bij een stadsverwarmings-systeem, dat gebruik maakt van warmte-kracht-koppeling als de gedistribueerde warmte per woning wordt geregeld en gemeten (systeem 4 hierboven). Als dit systeem in heel Almere (inclusief niet-woonbebouwing) wordt toegepast, is de besparing op primaire energie per jaar als volgt:

Bij 125.000 inwoners (42.000 woningen): $\frac{100}{75} \times 42.000 \times 39,7 \text{ GJ} = 2200 \text{ TJ}$

Bij 250.000 inwoners (84.000 woningen): $\frac{100}{75} \times 84.000 \times 39,7 \text{ GJ} = 4400 \text{ TJ}$

Indien voor stadsverwarming aardgas beschikbaar zou zijn en beschikbaar zou blijven (een vrij theoretische mogelijkheid overigens) dan is de mogelijke besparing op aardgas (stookwaarde 31,7 MJ per m³ bij 1 at en 0° C) bij toepassing van stadsverwarming volgens systeem 4 als volgt:

bij 125.000 inwoners: 70.000.000 m³ aardgas minder per jaar,
 bij 250.000 inwoners: 140.000.000 m³ aardgas minder per jaar.

Gaat men uit van de veronderstelling, dat zowel individuele verwarming als stadsverwarming gebruikmaken van olie (stookwaarde 41 GJ per ton) dan is de overeenkomstige besparingsmogelijkheid:

bij 125.000 inwoners: 53.500 ton olie minder per jaar,
 bij 250.000 inwoners: 107.000 ton olie minder per jaar.

6. MILIEU-TECHNISCHE ASPECTEN VAN WARMTE-KRACHT-KOPPELING

6.1 Inleiding

Bij een afweging van de voor- en nadelen van warmte-kracht-koppeling op het terrein van de milieutechniek zijn twee aspecten van primair belang. Ten eerste vindt bij warmte-kracht-koppeling een elektriciteitopwekking plaats, zonder dat daarbij de lozing van koelwater op oppervlaktewater noodzakelijk is. De thermische belasting van het oppervlaktewater zal hierdoor verminderen. Daar het niet zeker is, of een dergelijke vermindering van de thermische belasting van het oppervlaktewater in de nabijheid van Almere zal optreden is het moeilijk aan te geven van welk direct belang dit effect voor Almere zal kunnen zijn. Landelijk gezien is er sprake van een, zij het mogelijk gering, milieutechnisch voordeel. Ten tweede zal een besparing op de voor woningverwarming en warmwatervoorziening benodigde hoeveelheid energie mogelijk zijn. In principe heeft een dergelijke besparing niet noodzakelijk tot vermindering van de emissie van stoffen die luchtverontreiniging veroorzaken te leiden, daar hierbij de grootte van verbrandingsinstallaties een rol speelt. Huisbrand-installaties blijken minder stikstofoxyden te emitteren dan grote centrales (elektriciteitscentrales, wijkverwarmingscentrales). De zwaveldioxyde-emissie hangt in hoge mate af van de toegepaste brandstof. Uitgaande van de voor verwarming etc. benodigde of toerekenbare energiebehoefte kan de bijdrage tot de luchtverontreiniging voor een aantal alternatieven voor de warmtevoorziening in Almere worden berekend. Hierbij is uitgegaan van de situatie in het jaar 2000 en de maximale groei van Almere tot 250.000 inwoners (84.000 woningen). De bruto energiebehoefte voor het volledig ontwikkelde Almere (inclusief niet-woonbouw) bedraagt $100 \times 84.000 \times$ de bruto energiebehoefte per woning.

Wanneer geen stadsverwarming wordt toegepast zal 85 à 90% van deze hoeveelheid warmte worden opgewekt in kleine eenheden (huisbrand). Het resterende deel zal naar verwachting worden opgewekt met behulp van grote (industriële) installaties. Op basis van de gegevens genoemd in hoofdstuk 5 kunnen de benodigde bruto-energiehoeveelheden worden berekend. Deze zijn samengevat in tabel 4.

Tabel 4

Bruto energiebehoefte Almere

	bruto-energiebehoefte per woning per jaar	totale bruto energiebehoefte per jaar
1. Individuele verwarming	93,3 GJ	10.450 TJ
2. Stadsverwarming zonder warmtekracht-koppeling; individuele meting van het warmteverbruik	83,8 GJ	9.380 TJ
3. Als 2; geen individuele meting van het warmteverbruik	99,0 GJ	11.090 TJ
4. Stadsverwarming met warmtekracht-koppeling; individuele meting van het warmteverbruik	53,6 GJ	6.000 TJ
5. Als 4; geen individuele meting van het warmteverbruik	60,1 GJ	6.740 TJ

6.2 Koelwater

In bovengenoemde 5 gevallen wordt in 3 gevallen op de conventionele wijze in de elektriciteitsbehoefte voorzien. Bij een dergelijke opwekking treedt in de elektrische centrale een rendementsverlies van ca. 60% op (50% via koelwater; 10% via de schoorsteen). Het elektriciteitsverbruik in woningen waar niet elektrisch wordt gekookt bedraagt thans in totaal ca. 13 GJ (= 3600 kWh) per woning per jaar. Verondersteld is, dat dit gebruik in de komende jaren zal stijgen tot 20 GJ per woning per jaar. Dit houdt in dat per woning jaarlijks 25 GJ via het koelwater naar oppervlaktewater wordt afgevoerd (rendement van de elektriciteitsopwekking: 40% t.o.v. de toegevoerde energie).

Bij toepassing van warmte-kracht-koppeling in Almere zal jaarlijks voldoende elektriciteit voor de voorziening van de woningen kunnen worden opgewekt, of zal een surplus aan het koppelnet worden afgegeven. Dit laatste zal in principe in mindering gebracht kunnen worden op elders te installeren capaciteit en dus daar noodzakelijk koelwaterlozing. Daar de grootte van dit effect thans nog onvoldoende te kwantificeren is, wordt volstaan met het aanduiden ervan. Bij toepassen van warmte-kracht-koppeling zal evenwel tenminste 20 GJ/woningjaar elektriciteit kunnen worden opgewekt zonder dat daarvoor koelwaterlozing nodig is. Door de P.E.G.U.S. is berekend, dat in de uiteindelijke situatie in Almere een warmte-kracht-centrale met een capaciteit van 1890 GJ/h wordt geïnstalleerd (450 Gcal/h). Het elektrische vermogen van deze installatie bedraagt bij de hier yeronderstelde technische opzet $\frac{1}{2,4}$ deel van het warmtevermogen, wat overeenkomt met 790 GJ/h elektrisch vermogen. Indien dit elektrisch vermogen met behulp van een conventionele elektrische centrale zou worden opgewekt zou dit bij volle belasting gepaard gaan met een warmtetransport via de koelwaterstroom van 990 GJ/h.

Wanneer men opwarming van een ontvangend water ten gevolge van koelwaterlozingen wil voorkomen, zal de toegevoerde warmtestroom naar een water altijd kleiner of gelijk dienen te zijn dan de optredende warmte-overdracht aan het grensvlak water-lucht. Voor de hieronder gegeven berekeningen is gebruik gemaakt van door Van den Berg en De Jong verzamelde uitgangspunten (12). Voor de Nederlandse omstandigheden, kan men voor de warmte overdrachtscoëfficiënt h aan het grensvlak water-lucht aannemen:

$$h = 41,9 \text{ Joule m}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

Het gemiddeld natuurlijk temperatuurverschil tussen water en lucht bedraagt 30°C . Wanneer de toegevoerde warmtestroom gelijk is aan de afgevoerde warmtestroom geldt:

$$Q = h A \Delta T$$

$$Q = \text{aangevoerde warmtestroom (J/sec)}$$

$$h = \text{warmte overdrachtscoëfficiënt (J/m}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C)}$$

$$A = \text{koelend oppervlak (m}^2\text{)}$$

$$\Delta T = \text{temperatuurverschil tussen water en lucht (} ^\circ\text{C)}.$$

Een warmtestroom van 990 GJ/h komt overeen met 275×10^6 J/sec.

Bij evenwicht tussen aangevoerde en afgevoerde warmte is hiervoor een koelend oppervlak van $2.2 \times 10^6 \text{ m}^2$, of 220 ha nodig. In de praktijk kan als gevolg van onvoldoende menging tot 40% meer koelend oppervlak nodig blijken. Hoewel het duidelijk zal zijn dat de hierboven gegeven berekening slechts een vrij ruwe benadering kan vormen, blijkt het installeren van een warmte-kracht-centrale in Almere tot een besparing

van 220 tot 310 ha koelend wateroppervlak te kunnen leiden.

6.2 Luchtverontreiniging

Om een vergelijking van de bijdragen tot de luchtverontreiniging die als gevolg van de keuze voor een van de vijf alternatieven zouden ontstaan in Almere, is het noodzakelijk de verbrandingswaarde van verschillende mogelijke brandstoffen en de emissies aan luchtverontreinigende stoffen per hoeveelheid of verbrandingswaarde eenheid te kennen.

Het blijkt dat de bijdragen tot de luchtverontreiniging kunnen afhangen van het type installatie waarin een stof wordt verbrand. Als verbrandingswaarde van de brandstoffen aardgas, olie en steenkool en als emissies aan zwaveldioxyde (SO₂) en stikstofoxyden (NO_x) zijn in de berekeningen de waarden gehanteerd, die zijn vermeld in tabel 5.

Tabel 5

Verbrandingswarmte en luchtverontreiniging				
Brandstof	Verbrandingswarmte	Emissie kg/TJ		
		SO ₂	NO _x	
Aardgas	31,7 MJ/m ³	-	150	krachtcentrale
		-	50	huisbrand
Olie	43 MJ/kg	500	175	krachtcentrale
Steenkool	29,3 MJ/kg	650	330	krachtcentrale

Deze waarden zijn gebaseerd op het in bijlage 5 gegeven overzicht van gegevens.

Uit bijlage 5 en uit de geraadpleegde literatuur (13, 14, 15 en 16) blijkt, dat de in literatuur gegeven waarden vrij sterk uiteen lopen. De hierboven genoemde waarden sluiten het beste aan bij de thans in Nederland toegepaste brandstoffen en geldende situaties. Volledigheidshalve zij opgemerkt dat bij toepassen van kernenergie de SO₂ en NO_x emissies in principe nihil zijn.

Zowel uit tabel 5 als uit bijlage 5 blijkt dat aardgas een schone brandstof is. Aangezien het echter zeker mogelijk is, dat voor grote installaties aardgas niet als brandstof beschikbaar zal zijn, dient men gebruik van olie of steenkool niet uit te sluiten.

Bij het toepassen van grote installaties vinden de emissies plaats via hoge schoorstenen, zodat ondanks mogelijk groter emissies de luchtverontreiniging op leefniveau meestal lager zal zijn dan bij kleinere emissies op leefniveau via per woning gestookte installaties (14).

In de praktijk blijkt eliminatie van SO₂ of NO_x alleen tegen zeer hoge kosten en ten koste van een extra energieverbruik mogelijk (SO₂) of is technisch nog moeilijk uitvoerbaar (13).

In de toekomst kunnen voor gasturbines de NO_x emissies worden verlaagd zoals uit onderzoek van verschillende fabrikanten is gebleken. Een aantal mogelijkheden zijn hiertoe aanwezig (14):

- het verarmen van het mengsel in de primaire zone van de verbrandingskamer, zodat de vlamtemperatuur wordt verlaagd,
- het verkorten van de verblijftijd van de hete gassen in de vlam door de gaten in de verbrandingskamer, bestemd voor het inlaten van sec-

- undaire lucht, op kortere afstand van de branders aan te brengen,
 - het recirculeren van een deel van de gekoelde uitlaatgassen.
- In Stockholm wordt dit principe thans ook toegepast voor een in aanbouw zijnde nieuwe oliegestookte centrale voor stadsverwarming. Een aanzienlijke reductie in de NO_x -emissie wordt hierbij verwacht,
- waterinjectie in de primaire zone van de verbrandingskamer,
 - toevoegen van stoom aan de verbrandingslucht.

Niet al deze mogelijkheden zijn praktisch eenvoudig toepasbaar, maar een reductie van de NO_x -emissies is in de toekomst zeker mogelijk. Uit een vergelijkend onderzoek (16) blijkt dat verlaging van de NO_x -emissies met verschillende rendementen verloopt voor verschillende brandstoffen en de verschillende methoden. Ook blijken de aan de eliminatie verbonden kosten en energieverbruik vrij sterk te kunnen variëren. De reductie van de NO_x -emissie kan van 10 tot 85% bedragen.

Naast modificatie van de verbranding is het mogelijk katalytisch NO_x uit rookgassen te verwijderen (15). Ook hierbij blijken hoge rendementen mogelijk (proefinstallatie resultaten).

Voor de berekening van de NO_x en SO_2 emissies is uitgegaan van de huidige waarden voor NO_x en SO_2 emissies. Technische ontwikkeling zal het mogelijke maken deze emissies in de toekomst te verlagen.

Een schatting van de bijdrage tot de luchtverontreiniging door warmtevoorziening in Almere kan worden gemaakt op basis van de bruto energiebehoeften voor verwarming in het jaar 2000 en de emissie aan SO_2 en NO_x zoals die in tabel 5 gegeven zijn. Rekening houdend met 85% huisbrandinstallaties en 15% grote installaties in alternatief 1 en 100% grote installaties in de alternatieven 2, 3, 4 en 5 is het mogelijk de jaarlijkse SO_2 en NO_x emissies voor Almere in 2000 te berekenen. De uitkomsten van deze berekeningen zijn samengevat in bijlage 6. In alternatief 1 wordt ervan uitgegaan dat voor kleine installaties aardgas brandstof zal blijven; voor grotere installaties kan de brandstof aardgas, olie of steenkool zijn. In de alternatieven 2, 3, 4 en 5 kan de brandstof aardgas, olie of steenkool zijn.

Een vierde mogelijke brandstof vormt de kernenergie. In dat geval zal de bijdrage tot de luchtverontreiniging in principe nihil worden. Het ontstaan van radio-actieve afvalstoffen binnen het stedelijk gebied van Almere kan mogelijk nadelig milieutechnische en veiligheidsaspecten met zich brengen.

Uit bijlage 6 blijkt dat bij het toepassen van warmte-kracht-koppeling de NO_x emissies bij gebruik van aardgas van dezelfde orde van grootte zijn als in alternatief 1. Duidelijk blijkt dat bij toepassen van steenkool als brandstof ten opzichte van gas of olie een aanzienlijke verhoging van de NO_x -emissie met zich brengt voor de alternatieven 2 t/m 5. Wanneer olie of steenkool als brandstof gebruikt worden, brengt dit een aanzienlijke SO_2 -emissie met zich. Deze is het laagst voor de alternatieven 1, 4 en 5.

6.4 Geluidshinder

Bij de huidige stand van de techniek is het zonder meer mogelijk, er voor te zorgen, dat geen hinderlijke geluiden van installaties doordringen in de woonomgeving. Dit geldt zowel voor geluiden, die geproduceerd worden door installaties (motoren, pompen), als voor ketel- en schoorsteenlawaai. Aan dit punt zal bij het ontwerp van warmtekracht-centrales, maar vooral bij het ontwerp van hulp-warmte-centrales (die als regel in of zeer nabij woongebieden worden gesitueerd) aandacht moeten worden besteed.

7. KOSTENASPECTEN

7.1 Investeringsen

In deze paragraaf worden met elkaar vergeleken de investeringen, die beïnvloed worden door de keus tussen stadsverwarming met warmtekracht-koppeling en individuele verwarming. Hierbij is verondersteld, dat bij stadsverwarming géén gasdistributie-net zal worden aangelegd in de woonwijken.

De investeringen, die onafhankelijk van het gekozen verwarmings-systeem in ieder geval gedaan moeten worden, zijn in deze paragraaf buiten geschouwing gelaten. De verschillen, die geanalyseerd dienen te worden zijn samengevat in tabel 6.

Tabel 6

Investeringsen, die samenhangen met de keus van het verwarmingssysteem.		
	stadsverwarming	individuele verwarming
a. voor ruimteverwarming	installaties voor warmteproductie, warmtetransport en distributie-net, meet- en regelapparatuur, warmtewisselaars bij de aansluitingen van woningen en andere gebouwen	gasdistributie-net in de woonwijken, per woning en per gebouw een verwarmingsketel en de daarmee samenhangende bouwkundige voorzieningen en aansluitingen
b. voor verwarming van huishoudelijk verbruikswater	begrepen onder punt a (alternatieve mogelijkheid: elektrische boiler)	een of twee gasgeisers of gasboilers per woning (alternatieve mogelijkheid: elektrische boiler)
c. voor koken en bakken	een elektrisch fornuis per woning	een gasfornuis per woning (alternatieve mogelijkheid: elektrisch fornuis)

De verschillen in de investeringen ad b en ad c zijn slechts gering en worden daarom in deze paragraaf verwaarloosd.

Een ruwe schatting van de voor stadsverwarming nodige investeringen is gemaakt op basis van de veronderstelling, dat het in de komende jaren mogelijk zal zijn, een elektriciteitsproductiepunt in Almere op zinnige wijze in te passen in het grotere geheel van de elektriciteitsproductie van Nederland (zie ook paragraaf 2.3). Bij deze opzet komen van een te bouwen warmtekracht-centrale alléén de meerkosten van het "warmtedeel" (de kosten die samenhangen met de warmteproductie) ten laste van de stadsverwarming. De kosten van hulpwarmtecentrales, transport- en distributie-net en aansluitapparatuur komen uiteraard volledig ten laste van de stadsverwarming.

Als uitgangspunt voor de kostenberekeningen is een structuurschets voor Almere gebruikt, die beschikbaar was op het moment, dat de berekeningen werden gemaakt. Deze structuurschets is weergegeven op

bijlage 2.

Bij de kostenberekeningen zijn t.a.v. de uiteindelijke grootte van Almere twee uitersten gehanteerd, nl. 125.000 inwoners (42.000 woningen) in de drie eerste kernen van Almere (Almere-Haven), Almere-Stad en de derde kern van Almere en 250.000 inwoners (84.000 woningen), verdeeld over alle in bijlage 2 aangegeven kernen.

Uit de te verwachten jaarbelastingskromme (bijlage 1) blijkt, dat het weinig zin heeft om uit een oogpunt van brandstofbesparing voor het bovenste deel van de belastingskromme warmte-kracht-koppeling toe te passen. Het totale verwarmingsvermogen van de geprojecteerde installaties is berekend op 2310 GJ per uur (550 Gcal per uur) bij uitgroei van Almere tot 125.000 inwoners en op 4620 GJ per uur (1100 Gcal per uur) bij uitgroei tot 250.000 inwoners. Het vermogen van de warmte-kracht-centrale is geprojecteerd op 945 GJ per uur (225 Gcal per uur) bij uitgroei tot 125.000 inwoners en op 1890 GJ per uur (450 Gcal per uur) bij uitgroei tot 250.000 inwoners. De top van het bij maximale belasting te leveren warmtevermogen (bijna 60%) komt van de hulpwarmte-centrales (zie tabel op bijlage 2).

De hulpwarmte-centrales komen in principe slechts in bedrijf als de warmtevraag de capaciteit van de warmte-kracht-centrale te boven gaat, dus als meer warmte wordt gevraagd dan 40% van het maximum. Door de vorm van de belastingskromme leidt dit ertoe, dat van de totale hoeveelheid warmte, die in een jaar wordt geleverd 95% of meer wordt opgewekt door de warmte-kracht-centrale en hoogstens 5% door de hulpwarmte-centrales (zie ook bijlage 1). Met dit systeem is een bedrijfszeker geheel te realiseren.

De kostenberekeningen zijn gebaseerd op een warmte-transport- en distributie-net met aanvoertemperaturen van maximum 140°C en retourtemperaturen van ca. 70°C (zie ook par. 4.1). Voor de hoofdtransportleidingen (langs de tracé's van de stadsautowegen) is gerekend met een ligging in betonnen kanalen. Voor het distributie-net is gerekend met direct in de grond gelegde leidingen. Bij de aansluiting van woningen en gebouwen is meet- en regelapparatuur geprojecteerd, alsmede warmtewisselaars. De hiervoor nodige kosten zijn mede opgenomen in de berekeningen.

Investerings stadsverwarming

De investeringen bedragen bij de bovenomschreven aannames:
hulpwarmte-centrales + "warmte-deel" van de warmte-kracht-centrales:
bij eindfase 125.000 inwoners: f 36.500.000
bij eindfase 250.000 inwoners: f 66.500.000.
Transport- en distributie-net, meet- en regelapparatuur, aansluitapparaten en warmtewisselaars:
bij eindfase 125.000 inwoners: f 225.000.000
bij eindfase 250.000 inwoners: f 409.000.000

De aan deze bedragen ten grondslag liggende berekeningen zijn gemaakt door de N.V. PEGUS te Utrecht, exploitant van het Utrechtse stadsverwarmingsbedrijf. De uitkomsten van de berekeningen zijn getoetst aan de ervaringen van het stadsverwarmingsbedrijf in Rotterdam, welk bedrijf ruime ervaring heeft met stadsverwarming in terreinen, die onderhevig zijn aan zettingen in een mate, die vergelijkbaar is met de in Almere te verwachten zettingen.

Investerings voor individuele verwarming

Bij individuele verwarming zijn er eigen ketelinstallaties per woning nodig. De kosten van eigen ketelinstallaties per woning zijn geraamd op f 1.200,-- per woning. Dit bedrag is inclusief installatie, aansluitingen, dakdoorvoer etc. De kosten van de ruimte, waarin de ketel kan worden geplaatst zijn moeilijk te kwantificeren en daarom in deze berekening buiten beschouwing gelaten.

De investeringen voor ketelinstallaties moeten bij afwezigheid van stadsverwarming worden gemaakt voor zowel woningen, als bijzondere bebouwing. In totaal zijn de investeringen hiervoor in dat geval dus bij minimale groei $\frac{100}{75} \times 42000 \times f 1200 = f 67.000.000$ en bij maximale groei $\frac{100}{75} \times 84000 \times f 1200 = f 134.000.000$.

Van het gasdistributie-net is alleen het gedeelte in de woonwijken in discussie; verondersteld wordt, dat er in de centrumgebieden en op de industrieterreinen toch wel een gasdistributie-net zal worden aangelegd, ook bij toepassing van stadsverwarming. De kosten van het deel van het gasdistributie-net, dat bij individuele verwarming in de woonwijken nodig is, worden in deze investeringsbeschouwing mede opgenomen. Deze kosten worden geraamd op f 1400 per woning. In totaal zijn deze investeringen dus bij minimale groei $42000 \times f 1400 = f 59.000.000$ en bij maximale groei $84000 \times f 1400 = f 118.000.000$.

Tabel 7

Recapitulatie investeringen: (guldens)

	Eindfase 125.000 inwoners	Eindfase 250.000 inwoners
<u>Investerings stadsverwarming</u>		
warmte-productie	36.500.000	66.500.000
warmte-transport- en distributie warmtewisselaars en meet- en regel- apparatuur	225.000.000	409.000.000
	261.500.000	475.000.000
<u>Investerings individuele verwarming</u>		
ketel-installaties	67.000.000	134.000.000
gasdistributie-net	50.000.000	118.000.000
	126.000.000	252.000.000
<u>Méer-investerings stadsverwarming:</u>	135.500.000	223.500.000

Deze investeringen zijn op prijspeil begin 1975 en zijn exclusief BTW.

De kosten van binnen-installaties in woningen en gebouwen (radiatoren, binnenleidingen, e.d.) zijn niet inbegrepen in de getallen van tabel 7 omdat die kosten in principe onafhankelijk zijn van de plaats waar en de manier waarop het circulerende verwarmingswater op de aanvoertemperatuur wordt gebracht.

De BTW is niet ingecalculeerd omdat dit het overzicht zou vertroebelen: voor particulieren is de BTW een kostenpost; voor bedrijven daarentegen is het een administratieve post, die weer van de belastingdienst wordt teruggevorderd.

Verder is géén rekening gehouden met het feit, dat toepassing van stadsverwarming speciale maatregelen vereist in de administratieve sfeer en wel speciaal op het punt van de subsidieberekeningen bij de sociale woningbouw en de premie-bouw. Bij deze categorieën van woningbouw zijn de stichtingskosten een belangrijk gegeven bij berekening van de hoogte van de subsidie. Normaal zijn de kosten van een centrale verwarmingsketel begrepen in de stichtingskosten. Bij stadsverwarming ligt dat anders. Gemeend wordt, dat behandeling van deze kant van de zaak niet zinvol is in een rapport met principe-beschouwingen over de toepassing van stadsverwarming.

7.2 Exploitatiekosten in de eindfase

Als exploitatiekosten zijn in deze paragraaf opgevoerd de som van kapitaalslasten, brandstofkosten, onderhoudskosten en kosten van bediening van installaties. Deze berekening is gemaakt zowel voor stadsverwarming, als voor individuele verwarming.

De kapitaalslasten worden berekend op annuïteitsbasis: voor iedere categorie van onderdelen van een installatie wordt een economische levensduur aangenomen en verder wordt een bepaalde rentevoet aangehouden. Hiervoor is gekozen 9% (dit is een percentage, dat reëel was op het moment dat deberekeningen van deze paragraaf werden gemaakt).

Deze berekenings-methodiek heeft als voordeel, dat hij eenvoudig en overzichtelijk is. Een bezwaar is, dat géén rekening wordt gehouden met de eventuele waardeinstijging van een installatie tijdens de economische levensduur ten gevolge van de voortschrijdende inflatie.

De van belang zijnde verschillen in exploitatiekosten tussen stadsverwarming en individuele verwarming zijn niet alleen de exploitatiekosten (en de verschillen daartussen), die samenhangen met de in paragraaf 7.1 geanalyseerde verschillen in investeringen. In principe zijn er (onder handhaving van het in paragraaf 7.1 gehanteerde uitgangspunt m.b.t. het gasdistributie-net) de verschillen, die zijn samengevat in tabel 8. (Zie pag. 38).

Ten einde de berekeningen niet te gecompliceerd te maken en te beperken tot hoofdzaken, is verondersteld, dat de kapitaalskosten van het gasdistributie-net bij individuele verwarming "verhaald" worden op de gebruikers via de hogere gasprijs, die aan kleinverbruikers in rekening wordt gebracht, vergeleken met grootverbruikers. Met deze kleinverbruikersprijs wordt in de berekeningen al rekening gehouden; de kapitaalskosten (en de onderhoudskosten) van het gasdistributie-net worden daarom niet nog eens apart opgevoerd als kosten-component bij individuele verwarming.

De kapitaalskosten en onderhoudskosten van eigen geisers, boilers, e.d. (bij individuele verwarming) worden verwaarloosd. Hiermee wordt de individuele verwarming theoretisch iets te gunstig berekend.

Alleen de brandstofkosten voor het verwarmen van huishoudelijk verbruikswater worden (bij individuele verwarming) in de berekeningen verdisconteerd (gas).

Tabel 8

Exploitatiekosten, die samenhangen met de keus van het verwarmingssysteem

	Stadsverwarming	individuele verwarming
a. voor ruimteverwarming	kapitaalkosten van installaties voor warmte-productie, warmte-transport- en distributie-net alsmede meet- en regelapparatuur en warmtewisselaars bij woningen en gebouwen, brandstofkosten hulpwarmte-centrales en warmte-kraft-centrale, kosten van onderhoud, bediening, ect. van de installaties	kapitaalkosten eigen ketel-installaties, etc. kapitaalkosten gasdistributie-net in woonwijken, brandstofkosten eigen ketel-installaties, onderhoudskosten eigen ketel-installaties
b. voor verwarming van huishoudelijk verbruikswater	in principe begrepen onder punt a	kapitaalkosten geiser of boilers brandstofkosten geisers of boilers onderhoudskosten geisers of boilers
c. voor koken en bakken	kapitaalkosten elektrisch fornuis, kosten elektriciteit	kapitaalkosten gasfornuis, kosten gas

Bij stadsverwarming geschiedt de verwarming van huishoudelijk verbruikswater in principe d.m.v. de stadsverwarming. De kosten van de hiervoor nodige extra brandstof is in de berekeningen verdisconteerd.

De kapitaalkosten van elektrische fornuizen en gasfornuizen worden niet in de berekeningen verwerkt; aangenomen wordt, dat die kosten niet wezenlijk verschillend zijn.

De kosten van de voor koken en bakken nodige elektrische stroom (bij stadsverwarming) en het nodige gas (bij individuele verwarming) zijn wél in de berekeningen verwerkt.

Kosten van huisinstallaties (radiatoren en huisleidingen achter de warmtewisselaar) zijn niet in de berekeningen verwerkt omdat die kosten in principe onafhankelijk zijn van de vraag of wel of geen stadsverwarming wordt toegepast.

Door de warmte-kraft-centrale, die een onderdeel is van de stadsverwarming van Almere wordt een hoeveelheid elektriciteit opgewekt, die bij afwezigheid van stadsverwarming door een elektrische centrale zou moeten worden opgewekt. De kosten van de hierdoor uitgespaarde hoeveelheden brandstof worden in de hiernavolgende berekeningen volledig verdisconteerd als kostenvermindering bij warmte-kraft-koppeling. Dit verdient wellicht een duidelijke toelichting.

In principe dient men er bij dit soort rentabiliteitsberekeningen naar te streven, om de kosten van de opwekking en de distributie van warmte en elektriciteit volledig te scheiden, evenals de opbrengsten. In de hier gemaakte berekeningen worden de opbrengsten van een bepaald de hoeveelheid elektriciteit onafhankelijk verondersteld van de wijze van produktie. Voor de warmte kan men moeilijk de opbrengsten kwantificeren; derhalve worden de kosten afgewogen tegen de kosten van opwekking van dezelfde hoeveelheden netto-warmte ingeval van het vervangende systeem (individuele verwarming).

De distributiekosten van de elektriciteit zijn onafhankelijk van het gekozen verwarmingssysteem verondersteld. De distributiekosten van de warmte zijn volledig in de berekeningen verwerkt. De produktiekosten van de elektriciteit worden voor wat betreft afschrijving, rente, onderhoud en bediening verondersteld bij warmte-kracht-koppeling ("elektrische" deel van de warmte-kracht-centrale) gelijk te zijn aan de overeenkomstige kosten van een condensatiecentrale. De produktiekosten van de warmte worden wat betreft afschrijving, rente, onderhoud en bediening volledig in de berekeningen verwerkt.

Ten aanzien van de brandstofkosten lijkt het op het eerste gezicht wellicht logisch, om de brandstofkosten van de warmte-kracht-centrale proportioneel toe te rekenen aan deze beide vormen geproduceerde hoeveelheden energie (2,4 : 1 bij de in dit rapport gekozen uitgangspunten; zie ook hoofdstuk 5). Dit is echter een onjuiste berekeningsmethode. De financiële consequenties van het principiële voordeel van het hoge thermische rendement van de warmte-kracht-centrale wordt dan verdeeld over de produktie van warmte en die van elektriciteit. De aan dit systeem onlosmakelijk verbonden hoge kosten van distributie van de warmte zouden dan echter volledig ten laste van de stadsverwarming worden toegerekend. Het is daarom logisch en correct, om ook het principiële voordeel ten volle aan de stadsverwarming toe te rekenen. Dit geschiedt door de kosten van de bespaarde hoeveelheid brandstof, die bij warmte-kracht-koppeling niet in condensatie-centrales verstoekt hoeft te worden, voor 100% als kostenvermindering bij de exploitatie van de warmte-kracht-koppeling in rekening te brengen.

De exploitatiekosten van het stadsverwarmingssysteem bestaan uit kapitaalslasten, brandstofkosten en kosten van bediening, onderhoud, pompkosten en overige algemene kosten. Bij de exploitatie van individuele verwarmingsinstallaties heeft men in principe met dezelfde kostencategorieën te maken.

Als rentevoet voor berekening van de kapitaalslasten is 9% aangehouden. Voor produktie-apparatuur en gebouwen van de stadsverwarming wordt uitgegaan van een levensduur van 20 jaar, voor het transport- en distributiesysteem voor de warmte wordt die termijn gesteld op 25 jaar en voor ketelininstallaties voor individuele verwarming op 15 jaar. De hiermee corresponderende annuïteiten zijn bij een rentevoet van 9% respectievelijk 10,95%, 10,18% en 12,41%.

De kosten van bediening, onderhoud, pompkosten en overige algemene kosten van de stadsverwarming zijn voor Almere geraamd op f 10.700.000 per jaar bij minimale groei en op f 17.500.000 per jaar bij maximale groei. Deze bedragen zijn gebaseerd op Utrechtse ervaringen, waarbij een zekere toeslag is ingecalculleerd omdat te verwachten valt, dat de slechte bodemgesteldheid en plaatselijk hoge grondwaterstanden in Almere zullen leiden tot hogere onderhoudskosten aan het warmte-transport- en distributienet.

De kosten van onderhoud en reparaties aan individuele centrale verwarmingsinstallaties worden geraamd op f 85,-- per woning per jaar. Voor heel Almere is dit inclusief de niet-woonbebouwing bij minimale groei $\frac{100}{75} \times 42000 \times f 85 = f 4.800.000$ per jaar. Bij maximale groei wordt het bedrag $\frac{100}{75} \times 84000 \times f 85 = f 9.500.000$ per jaar.

Al deze kosten zijn in principe op het loon- en prijspeil van begin 1975 en zijn exclusief BTW.

Een moeilijk punt bij de opzet van exploitatie-berekeningen is de hoogte van de in rekening te brengen kosten van brandstoffen. Momenteel is de situatie in Nederland zo, dat ruimteverwarming met aardgas voor kleinverbruikers voordeliger is, dan met olie. Eén van de beleidsuitgangspunten van de Energienota (lit. 1) is, dat de aardgasprijs voor kleinverbruikers zal groeien naar het niveau van de prijs van de olie-soort, die bij kleinverbruikers wordt toegepast, i.c. de prijs van gasolie.

Voor de sector grootverbruik gelden soortgelijke overwegingen, zij het in minder extreme vorm. De gasprijs voor grootverbruikers is volgens de beleidsuitgangspunten van de Energienota per m³ lager dan voor kleinverbruikers omdat de "concurrerende" brandstof in de grootverbruik-sector niet gasolie is, maar de goedkopere stookolie. Dit prijsverschil tussen gas voor kleinverbruikers en gas voor grootverbruikers hangt dan verder nog samen met het feit, dat de distributiekosten van gas in de kleinverbruikers-sector hoger zijn dan in de sector van het grootverbruik.

Volgens inlichtingen, die verkregen zijn van het Directoraat Algemeen Energiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken is een reëel uitgangspunt voor de niet te verre toekomst een gasprijs voor de kleinverbruiker van 26 cent per m³ + een vastrecht van f 96 per aansluiting per jaar. Voor grootverbruikers kan volgens dezelfde bron het beste gerekend worden met 18 cent per m³ (voor zover die categorie in de toekomst nog gas zal kunnen krijgen).

Indien andere brandstoffen dan gas worden gebruikt kan in principe worden gerekend met dezelfde prijs per hoeveelheid energie.

De genoemde gasprijzen zijn exclusief BTW en worden geacht te gelden voor het algemeen prijspeil van begin 1975 (bij deze prijzen is de inflatie vanaf 1975 niet verdisconteerd).

In dit rapport is gerekend met een energie-inhoud (zg. "stookwaarde") van 31,7 MJ per m³ gas (zie hoofdstuk 5). Met de bovengenoemde gasprijzen is dat dus 0,82 cent per MJ + f 96,-- per aansluiting per jaar voor kleinverbruikers en 0,57 cent per MJ voor grootverbruikers. Anders gezegd: f 8,20 per GJ + f 96,-- per aansluiting per jaar voor kleinverbruikers en f 5,70 per GJ voor grootverbruikers. Met bovengenoemd uitgangspunt voor de energieprijzen kan de vraag, of de brandstof nu gas, olie of kolen is, verder in principe buiten beschouwing blijven.

Energieprijzen en gasprijzen zijn zaken, waaromtrent (ondanks beleidsvoornemens van de overheid) weinig zekerheid bestaat voor de toekomst. Verder is het een feit, dat de energieprijs in hoge mate bepalend is voor de vraag, in hoeverre stadsverwarming een economisch zinvolle zaak is. In dit rapport worden de exploitatiekosten van stadsverwarming en individuele verwarming daarom niet alleen berekend met

gebruikmaking van de hierboven genoemde prijzen maar ook met 25% lagere prijzen en 25% hogere prijzen. De 25% lagere prijs is voor wat de kleinverbruikersprijs betreft ongeveer het prijsniveau van het aardgas op dit moment.

De prijs van elektriciteit is voor de hier gemaakt berekeningen alleen van belang voor zover het de kleinverbruikers betreft, namelijk ten behoeve van het elektrisch koken en bakken bij stadsverwarming en weglating van het gasdistributie-net. Voor deze kleinverbruikersprijs is in dit rapport aangehouden 11 cent per kWh + f 40 per aansluiting per jaar. Het vastrecht wordt in de stadsverwarmingsberekeningen echter niet meegerekend. Dit recht zal toch wel per woning betaald moeten worden, ook ingeval op gas wordt gekookt. De in het rapport verwerkte prijs van elektriciteit is dus 11 cent per kWh of f 30,- per GJ (elektrische energie t.p.v. de elektriciteitsmeter van de woning).

Bij de exploitatieberekeningen is verondersteld, dat de door de stadsverwarming geleverde warmte per woning wordt gemeten (systeem 4 van hoofdstuk 5).

In de hier volgende berekeningen worden apart de kosten berekend van drie categorieën energieverbruik t.w.:

- ruimteverwarming
- verwarming van huishoudelijk verbruikswater
- koken en bakken.

De ruimteverwarming is berekend voor woningen + bijzondere bebouwing (d.m.v. een toeslag van 33,3% op het aantal woningen). Bij minimale groei is de ruimteverwarming dus berekend voor $\frac{100}{75} \times 42.000$ woningen; bij maximale groei is dat $\frac{100}{75} \times 84.000$ woningen.

Voor de verwarming van huishoudelijk verbruikswater en voor koken en bakken is alleen rekening gehouden met 42.000 respectievelijk 84.000 woningen.

Om de berekeningen niet te gecompliceerd te maken, is gerekend, dat de kapitaalslasten en de kosten van onderhoud, bediening, etc. van de stadsverwarmingsinstallaties volledig ten behoeve van de ruimteverwarming worden gemaakt en dat alleen de brandstofkosten naar rato worden toegerekend aan de ruimteverwarming en de verwarming van huishoudelijk verbruikswater.

Op de hierboven uiteengezette werkwijze, waarop de exploitatieberekeningen zijn gemaakt, is uiteraard critiek mogelijk. De werkgroep heeft gemeend, te moeten volstaan met het belichten van de hoofdzaken van de problemen. Meer gedetailleerde berekeningen zullen uiteraard nodig zijn als een stadsverwarmingsplan concreet in voorbereiding zou worden genomen.

De op grond van bovenstaande uitgangspunten gemaakte berekeningen van de exploitatiekosten zijn in detail weergegeven op bijlage 7. De uitkomsten zijn gerecapituleerd in de tabellen 9 en 10. De totaalkosten (van ruimteverwarming, verwarming van huishoudelijk verbruikswater en koken en bakken) per woning per jaar zijn in bijlage 8 ook nog een keer grafisch weergegeven.

Tabel 9

Exploitatiekosten eindfase (guldens per jaar)

	125.000 inwoners		250.000 inwoners	
	stadsverwarming	individuele verwarming	stadsverwarming	individuele verwarming
<u>Energieprijs 75% (1)</u>				
ruimteverwarming	47.000.000	41.000.000	85.100.000	82.000.000
verwarming huish. verbr.				
water	1.050.000	3.100.000	2.100.000	6.200.000
koken en bakken	4.200.000	1.100.000	8.400.000	2.200.000
totaal	52.250.000	45.200.000	95.600.000	90.400.000
<u>Energieprijs 100% (2)</u>				
ruimteverwarming	50.100.000	50.300.000	91.400.000	100.600.000
verwarming huish. verbr.				
water	1.400.000	4.100.000	2.800.000	8.200.000
koken en bakken	4.200.000	1.500.000	8.400.000	3.000.000
totaal	55.700.000	55.900.000	102.600.000	111.800.000
<u>Energieprijs 125% (3)</u>				
ruimteverwarming	53.200.000	59.600.000	97.800.000	119.200.000
verwarming huish. verbr.w.	1.750.000	5.100.000	3.500.000	10.200.000
koken en bakken	4.200.000	1.900.000	8.400.000	3.800.000
totaal	59.150.000	66.600.000	109.700.000	133.200.000

(1) ongeveer gasprijs 1976

(2) energieprijs op basis van olieprijs

(3) eventueel hogere prijs

Uit de getallen in de tabellen 9 en 10 en uit de lijnen van bijlage 8 komt een beeld naar voren, dat als volgt kan worden beschreven:

Bij de in 1976 geldende gasprijzen is stadsverwarming in Almere bedrijfseconomisch gezien een onvoordelige zaak. Pas als de gasprijzen zijn gekomen in de buurt van het peil, waarop het prijzenbeleid van het Ministerie van Economische Zaken is gericht, wordt stadsverwarming uit bedrijfseconomisch oogpunt gezien zinvol. Mochten de gasprijzen en de prijzen van andere brandstoffen daarna (los van de inflatie) nog verder stijgen, dan worden de bedrijfseconomische voordelen van stadsverwarming steeds duidelijker. Hierbij kan dan nog worden aangetekend, dat bij uitgroei van Almere tot 250.000 inwoners de exploitatie-mogelijkheden van stadsverwarming iets gunstiger zijn, dan ingeval de ontwikkeling niet verder gaat dan tot 125.000 inwoners.

De hier getrokken conclusies dienen duidelijk te worden gezien als conclusies met betrekking tot de bedrijfs-economische kant van stadsverwarming, waarbij brandstofkosten, die gebaseerd zijn op bepaalde gasprijzen of prijzen van andere brandstoffen, zuiver als bedrijfskosten zijn behandeld. Het nationaal economische aspect is dus geheel buiten beschouwing gelaten.

Tabel 10

Exploitatiekosten eindfase (guldens per woning per jaar)

	stadsverwarming 125.000 in- woners	stadsverwarming 250.000 in- woners	individuele verwarming
<u>Energieprijs 75% (1)</u>			
ruimteverwarming	840	760	730
verwarming huish. verbr. water	25	25	75
koken en bakken	100	100	26
totaal	965	885	831
<u>Energieprijs 100% (2)</u>			
ruimteverwarming	890	820	900
verwarming huish. verbr. water	33	33	100
koken en bakken	100	100	35
totaal	1023	953	1035
<u>Energieprijs 125% (3)</u>			
ruimteverwarming	950	870	1060
verwarming huish. gebr. water	41	41	125
koken en bakken -	100	100	44
totaal	1091	1011	1229

(1) ongeveer gasprijs 1976

(2) energieprijs op basis van olieprijs

(3) eventueel hogere prijs

7.3 Aanloopkosten

In de vorige paragraaf is geconcludeerd, dat in de gestabiliseerde eindfase van Almere bij de in dit rapport veronderstelde ontwikkeling van de energieprijzen de stadsverwarming economisch gezien lichtelijk voordeliger zal zijn, dan individuele verwarming. In deze paragraaf wordt gepoogd, inzicht te geven in de financiële kant van stadsverwarming gedurende de tijd dat Almere zich in de ontwikkelingsfase bevindt.

Het is helaas niet mogelijk, de exploitatiekosten van stadsverwarming met een zekere mate van nauwkeurigheid te berekenen zolang er nog geen gefaseerd ontwikkelingsplan voor Almere vaststaat. Voor het berekenen van de aanloopkosten is onder meer nodig, dat bekend is, hoe de ontwikkeling per kern gepland is. Daarnaast is dan in feite ook nodig, dat in grote lijnen bekend is, langs welke wegen de ontwikkeling in de tijd in de verschillende onderdelen van de verschillende kernen plaatsvinden. En dat alles tussen nu en het jaar 2000. Deze gegevens zijn thans nog niet voldoende gedetailleerd beschikbaar.

Teneinde toch enig inzicht te krijgen in de orde van grootte van de aanloopkosten en de aanloopverliezen zijn op grond van allerlei vrij subjectieve als redelijk aan te merken schattingen van de mogelijk-

heden enkele globale berekeningen gemaakt van de exploitatieverliezen en de gecumuleerde exploitatieverliezen. Daarbij is uitgegaan van de veronderstelling, dat een stadsverwarmingsbedrijf in Almere van het begin af aan warmte aan verbruikers zal leveren tegen prijzen, die de gebruikers zonder stadsverwarming zouden moeten betalen voor de zelfde hoeveelheden (netto) warmte. Hierbij is er dan van uitgegaan, dat de energieprijzen binnen enkele jaren op het niveau van de olieprijs zal komen (voor kleinverbruikers dus de gasolieprijs). (In de vorige paragraaf is dit het prijsniveau 100%).

De berekeningen geven als indicatie, dat gerekend moet worden met een totaal gecumuleerd negatief bedrijfsresultaat, dat ergens tussen de 80 en 200 miljoen gulden zal liggen als Almere tot het jaar 2000 blijft groeien en daarna een gestabiliseerde omvang van tussen de 125.000 en 250.000 inwoners zal hebben. Van "terugverdienen" van de aanloopverliezen zal bij de gekozen uitgangspunten praktisch gesproken pas sprake kunnen zijn na 2000.

Deze grote aanloopverliezen vloeien voort uit het feit, dat een stadsverwarmingsbedrijf een vrij kapitaals-intensief bedrijf is, waarbij de stad een vrij grote omvang moet hebben bereikt, vóórdat de investeringen in redelijke mate rendabel geëxploiteerd kunnen worden. Er is een lange tussen-periode, waarin grote bedragen zijn geïnvesteerd in warmte-produktie-installaties, maar vooral in warmte-transport- en distributie-netten, terwijl de installaties en voorzieningen voorlopig belast worden op een fractie van hun vermogen of capaciteit.

Bij verwarmings-installaties per woning ligt dat heel anders: de installaties worden aangelegd op het moment, dat ze nodig worden en kort daarna zijn ze volledig in gebruik. Aanloopkosten zijn er alleen in het gasdistributie-net en die kosten zijn in het algemeen niet groot.

Het spreekt welhaast vanzelf, dat de aanloopverliezen van een stadsverwarmingsbedrijf aanzienlijk kleiner zullen zijn een eerder terugverdiend zullen kunnen worden als de energieprijzen nog verder zouden stijgen, dan het niveau, waarop volgens het Ministerie van Economische Zaken in de nabije toekomst moet worden gerekend.

8. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

8.1 Samenvatting per hoofdstuk

Inleiding (hoofdstuk 1)

Zuinigheid met energie is een beleidsuitgangspunt van de regering. Bepaalde stadsverwarmingssystemen bieden de mogelijkheid, om met een aanzienlijk geringer energieverbruik het zelfde nuttige effect te bereiken als met de in Nederland meer gebruikelijke verwarming per woning.

In 1974 is bij de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders ingesteld een Werkgroep Stadsverwarming Almere. Zij kreeg opdracht, de mogelijkheden van stadsverwarming te onderzoeken. Deze werkgroep heeft na een beperkte oriëntatie in maart 1975 een rapport uitgebracht, dat de mogelijkheden als positief omschreef. Uitgaande van dit rapport heeft in 1975 een bredere oriëntatie over dit onderwerp in binnen- en buitenland plaatsgevonden.

Met behulp van alle medio 1976 ter beschikking staande gegevens is dit nieuwe rapport samengesteld.

Stadsverwarming als systeem (hoofdstuk 2)

Stadsverwarming is mogelijk met gebruikmaking van verschillende technieken. Het meest van belang zijnde onderscheid is dat tussen stadsverwarming met en zonder de combinatie met elektriciteitsopwekking. Als warmte-transportmedium kan gekozen worden tussen stoom en warm water. Bij de keus van warm water is er nog een ruime keuzemogelijkheid ten aanzien van de hoogste aanvoertemperatuur. Naarmate de afstand, waarover de warmte moet worden getransporteerd groter is, komen om economische redenen hogere aanvoertemperaturen eerder in aanmerking.

In de loop van 50 à 75 jaar heeft het stadsverwarmingssysteem internationaal gezien een zekere evolutie doorgemaakt. Ontstaan in de private sfeer en dienstverleninggevend aan het zakenleven, hebben de bedrijven in de loop der jaren meer en meer het karakter gekregen van openbare nutsbedrijven, die warmte leveren aan diverse soorten afnemers, waarbij de woningen vooral na 1950 een grote plaats zijn gaan innemen.

In sommige andere landen is stadsverwarming tegenwoordig een geaccepteerde techniek, die min of meer vanzelfsprekend wordt betrokken in de stedelijke planologie. In Nederland daarentegen is stadsverwarming tot nu toe niet veel meer dan een uitschieter in het landelijk gevoerde beleid. De vraag is, of Almere - gezien het door de regering gevoerde energiebeleid - de volgende Nederlandse uitschieter zou kunnen worden.

Voor- en nadelen van stadsverwarming (hoofdstuk 3)

Stadsverwarming kan een aanzienlijke bijdrage leveren tot besparing op energieverbruik. Bij combinatie van stadsverwarming met elektriciteitsopwekking wordt er minder warmte aan het open water afgegeven. Er kan aardgas worden uitgespaard door voor stadsverwarming gebruik te maken van olie, steenkool of kernenergie. Indien zich wijzigingen voordoen op de energiemarkt is het betrekkelijk eenvoudig, om bij stadsverwarmingsinstallaties over te schakelen op een andere brandstof.

De kapitaalkosten van een warmte-transport- en distributie-net drukken zwaar op de exploitatie van een stadsverwarmingsbedrijf. Zo'n bedrijf eist een vrij lange aanloopfase vóór een rendabele exploitatie mogelijk is.

Het op redelijk exacte wijze meten van de aan de consument geleverde hoeveelheden warmte vergt een vrij duur meetapparaat per aansluiting. Dit heeft er in het verleden vaak toe geleid, dat bij stadsverwarming het regelen en meten van de warmte veelal per woningcomplex (flat of groep van eengezinshuizen) geschiedde. Dit is niet bevordelijk voor het zuinig zijn met energie. Omdat de kosten van dit soort meetapparaten vermoedelijk in de komende paar jaren snel zullen dalen, verdient het aanbeveling, plannen voor stadsverwarming in Almere te baseren op exacte meting van de geleverde warmte per woning.

Omdat de praktijk leert, dat grote stadsverwarmingsbedrijven zomer en winter in bedrijf blijven, verdient het aanbeveling, het verwarmen van huishoudelijke verbruikswater door middel van de stadsverwarming te doen geschieden.

Als bij toepassing van stadsverwarming géén gasdistributie-net wordt aangelegd, moet voor koken en bakken gebruik worden gemaakt van elektriciteit. Dit kan men zien als een nadeel van het systeem.

Verder heeft stadsverwarming - als men het op grote schaal toepast en er een bij die schaal passende onderhouds- en storingsdienst dag en nacht functioneert - in feite geen nadelen, maar wel enige voordelen boven een systeem van individueel gestookte verwarmingsinstallaties per woning en per gebouw.

Mogelijke toepassing in Almere (hoofdstuk 4)

Van de vele technische mogelijkheden van stadsverwarming wordt in dit rapport alléén behandeld de afstandsverwarming met warm water als transportmedium. Hoofdzakelijk is daarbij bestudeerd de mogelijkheden van een bedrijf in combinatie met elektriciteitsopwekking. Er is bij de berekeningen daaromtrent uitgegaan van de veronderstelling, dat de capaciteit van een warmte-kraft-centrale kleiner is dan overeenkomstig de maximale warmtevraag; tijdens zeer koude periode (enkele honderden uren per jaar) moet een deel van de benodigde warmte geleverd worden door zogenaamde hulpwarmte-centrales.

Voor de uiteindelijke omvang van Almere zijn twee uitersten gehanteerd nl. 125.000 inwoners (42.000 woningen) in 2000 en 250.000 inwoners (84.000 woningen) in 2000. Uitgegaan is van een warmtelevering aan andere gebouwen dan woningen, groot 33,3% van de aan woningen geleverde hoeveelheden warmte.

Voor het warmtegebruik van woningen is uitgegaan van de thermische isolatieklasse "goed". Bij de financiële beschouwingen is er van uitgegaan, dat bij toepassing van stadsverwarming géén gasdistributie-net in de woonwijken zal worden aangelegd. Verder is er van uitgegaan dat de verwarming van huishoudelijk verbruikswater normaliter via de stadsverwarming zal geschieden en dat het koken elektrisch zal plaatsvinden.

Indien stadsverwarming en warmte-kraft-koppeling in Almere wordt gerealiseerd, is het noodzakelijk, een aantal werken uit te voeren, die beslag leggen op enige ruimte. De warmte-kraft-centrale en de hulp-warmte-centrales kunnen zonder bezwaar worden gesitueerd aan

de randen van de kernen. Voor stadsverwarming is een warmte-transport-net nodig. Voor het hoofdtransportnet is voldoende ruimte beschikbaar in de leidingstraten langs de stadsautowegen. Het inpassen van de nodige distributieleidingen in de woongebieden zal iets moeilijker zijn, de problemen zijn echter zeker op bevredigende wijze oplosbaar.

Energiebesparing (hoofdstuk 5)

De energieconsequenties van vijf systemen van ruimteverwarming in Almere zijn berekend, uitgaande van de volgende netto-energiebehoeften:

- ruimteverwarming 50 GJ per woning per jaar,
- verwarming huishoudelijk verbruikswater 6 GJ per woning per jaar,
- koken en bakken 3 GJ per woning per jaar.

De vijf doorgerekende systemen zijn:

1. individueel gestookte centrale verwarming per woning en per gebouw,
2. stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling, meting van de geleverde warmte per woning,
3. als 2, geen meting van de geleverde warmte per woning,
4. stadsverwarming met warmte-kracht-koppeling, meting van de geleverde warmte per woning,
5. als 4, geen meting van de geleverde warmte per woning.

De berekende energiebesparing, respectievelijk het meerverbruik van de systemen 2 t/m 5 in vergelijking met systeem 1 is aangegeven in tabel 11. Hierbij is de energiebesparing door minder elektriciteitsproductie elders (systemen 4 en 5) in de getallen verwerkt.

Tabel 11.

Primair (bruto) energieverbruik stadsverwarming, vergeleken met individuele verwarming per woning (93,3 GJ per woning per jaar).

stelsysteem	besparing per woning per jaar	meerverbruik per woning per jaar	besparing procentueel	meerverbruik procentueel
1	-	-	-	-
2	9,5 GJ	-	10,2%	-
3	-	5,7 GJ	-	6,1%
4	39,7 GJ	-	42,5%	-
5	33,2 GJ	-	35,5%	-

Systeem 4 is dus duidelijk het systeem, dat de meeste energie bespaart. Als alle energie in de vorm van aardgas geleverd zou worden, is de besparing bij systeem 4 t.o.v. systeem 1 voor het Almere:
 Bij 125.000 inwoners: 70.000.000 m³ aardgas minder per jaar,
 bij 250.000 inwoners: 140.000.000 m³ aardgas minder per jaar.

Als alle energie zou worden geleverd in de vorm van olie, is de besparing bij systeem 4 t.o.v. systeem 1 voor heel Almere:
 Bij 125.000 inwoners: 53.500 ton olie minder per jaar,
 bij 250.000 inwoners: 107.000 ton olie minder per jaar.

Milieu-technische aspecten van warmte-kracht-koppeling (hoofdstuk 6)

Warmte-kracht-koppeling leidt ertoe, dat minder koelwater door elektrische condensatiecentrales op het open water wordt geloosd.

Berekend is, dat warmte-kracht-koppeling voor een stad met 250.000 inwoners leidt tot een vermindering van de behoefte aan koelend wateroppervlak van 200 à 300 ha.

Stadsverwarming leidt er niet zonder meer toe, dat de luchtverontreiniging wordt verminderd. Als men veronderstelt, dat warmte-kracht-centrales etc. met aardgas zullen worden gestookt zal er geen wezenlijk verschil zijn tussen de hoeveelheden NO_x die bij gasgestookte individuele verwarming vrijkomen en de hoeveelheden NO_x die vrijkomen bij warmte-kracht-koppeling. De SO₂ emissie is bij aardgas nihil.

Het beeld wordt ongunstiger indien men veronderstelt, dat kleinverbruikers aardgas zullen verstoken en grootverbruikers olie of kolen. Warmte-kracht-koppeling leidt dan tot een 3 à 4 keer zo grote SO₂ emissie als individuele verwarming. De NO_x emissies worden ook bij deze veronderstelling niet wezenlijk beïnvloed door het verwarmingssysteem.

Kostenaspecten (hoofdstuk 7)

De investeringen, die nodig zijn voor stadsverwarming in combinatie met elektriciteitsopwekking (systeem 4 van hoofdstuk 5) zijn vergeleken met de investeringen, die nodig zijn voor individuele verwarming per woning en per gebouw. De méér-investeringen van stadsverwarming zijn (exclusief de investeringen ten behoeve van de elektriciteitsproductie):

Bij 125.000 inwoners: f 135.500.000
 Bij 250.000 inwoners: f 223.500.000

Hierbij is rekening gehouden met het vervallen van een gasdistributie-net in woonwijken bij toepassing van stadsverwarming.

Van de beide systemen (stadsverwarming en individuele verwarming) zijn ook vergeleken de exploitatiekosten bij een volgroei Almere. Hierbij is bij het alternatief stadsverwarming rekening gehouden met warmtelevering voor verwarming van huishoudelijk verbruikswater via de stadsverwarming en verder met de noodzaak van elektrisch koken bij stadsverwarming.

Er zijn drie energieprijns-niveau's in de berekeningen gehanteerd n.l.

1. ongeveer het niveau van de gasprijzen in 1976,
2. de energieprijns op basis van de olieprijsen (beleid Ministerie van Economische Zaken),
3. een nog 25% hoger liggende prijs.

De uitkomsten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 12.

Exploitatiekosten verwarmingssysteem per woning per jaar			
	Energieprijns-niveau		
	1 (75%)	2 (100%)	3 (125%)
stadsverwarming Almere 125.000 inw.	965	1023	1091
stadsverwarming Almere 250.000 inw.	885	953	1011
individuele verwarming	831	1035	1229

Deze cijfers zijn berekend voor een niet meer groeiende stad. Zolang Almere zich echter in de ontwikkelingsfase bevindt, heeft een stadsverwarmingsbedrijf grote aanloopkosten, die voorlopig niet in de exploitatie terugverdiend kunnen worden. Het tot het jaar 2000 gecumuleerde exploitatieverlies van een stadsverwarmingsbedrijf zal vermoedelijk ergens tussen de 80.000.000 en 200.000.000 gulden bedragen als de energieprijzen op niveau 2 gestabiliseerd wordt.

8.2 Conclusies

Stadsverwarming leidt, wanneer warmte en kracht in één proces worden opgewekt, tot een aanzienlijke besparing van energie. Afhankelijk van de vraag, of het warmteverbruik per woning of collectief wordt bemeten, is een besparing op het energieverbruik berekend van 42%, respectievelijk 35%. Om deze reden past stadsverwarming, gebaseerd op warmte-kracht-koppeling in het door het Ministerie van Economische Zaken voorgestane, op de lange termijn gerichte, beleid.

De aanleg van een stadsverwarmings-systeem is in Almere technisch gezien zeer wel mogelijk. Uitgaande van het stedenbouwkundig plan is nagegaan, of de aanleg van stadsverwarming, gebaseerd op warmte-kracht-koppeling in Almere bedrijfseconomisch zinvol zal zijn. Uit de studie blijkt, dat bij effectuering van het door het Ministerie van Economische Zaken voorgestelde beleid met betrekking tot de energieprijzen er in de eindfase een (gering) bedrijfseconomisch voordeel verbonden is aan dit verwarmings-systeem. In de beginfase zullen daarentegen aanzienlijke aanloopverliezen optreden.

Bij een systeem van energievoorziening in Almere, waarvan stadsverwarming een onderdeel is, zal men voor koken aangewezen zijn op elektriciteit. Overigens is het systeem niet minder comfortabel of minder bedrijfszeker dan de thans algemeen (bijvoorbeeld in Lelystad) toegepaste energiesystemen.

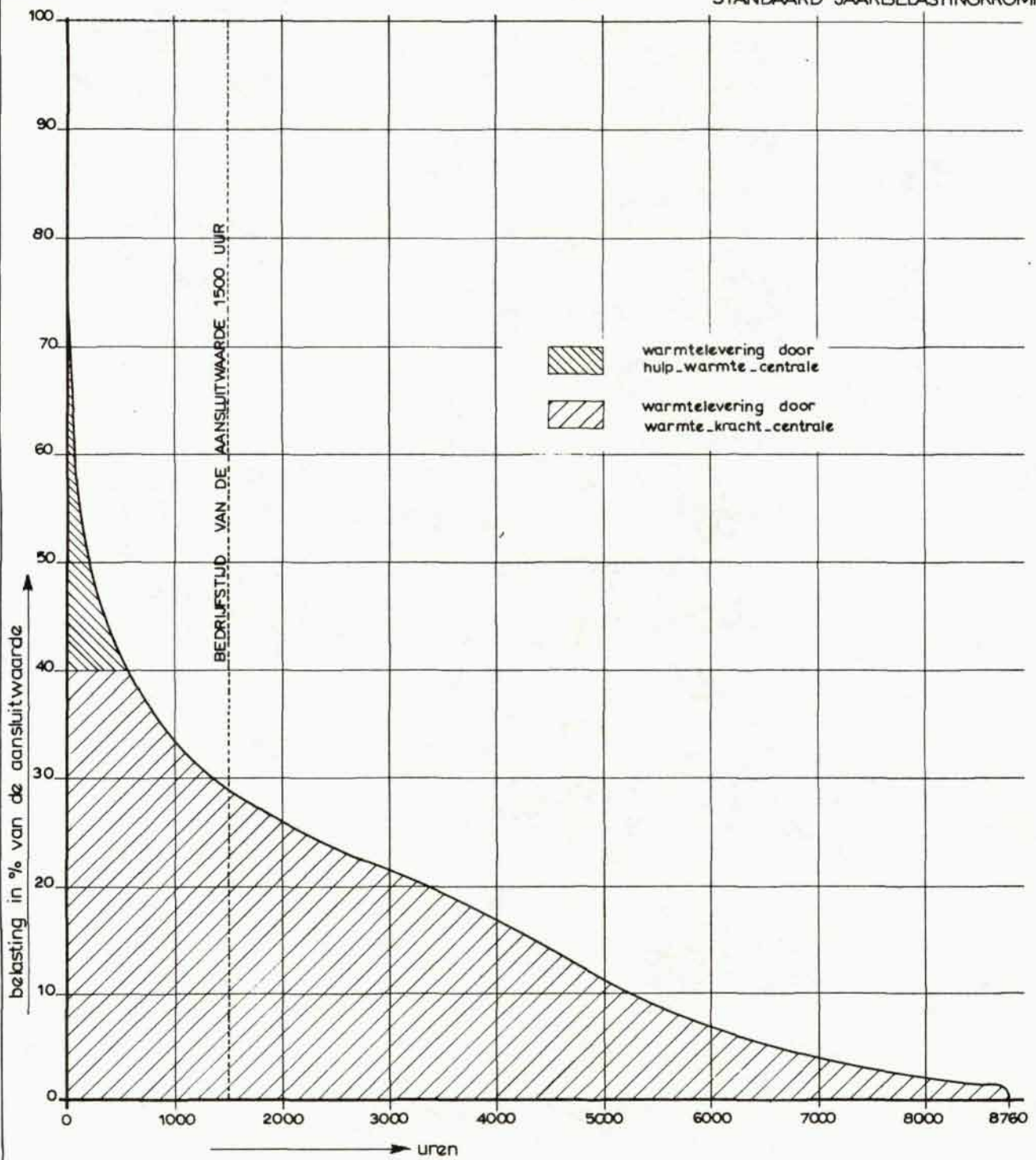
Aan de toepassing van warmte-kracht-koppeling zijn geen grote milieutechnische voor- of nadelen verbonden.

Lijst van bijlagen

1. Standaard-jaarbelastingskromme
2. Studie-ontwerp stadsverwarmingsplan
3. Rendementsverhoudingen
4. Berekening energie-hoeveelheden
5. Verbrandingswaarde en specifieke emissie aan SO₂ en NO_x
6. Jaarlijkse emissie aan SO₂ en NO_x bij 250.000 inwoners
7. Exploitatie-berekening
8. Exploitatie-kosten eindfase
9. Literatuurlijst

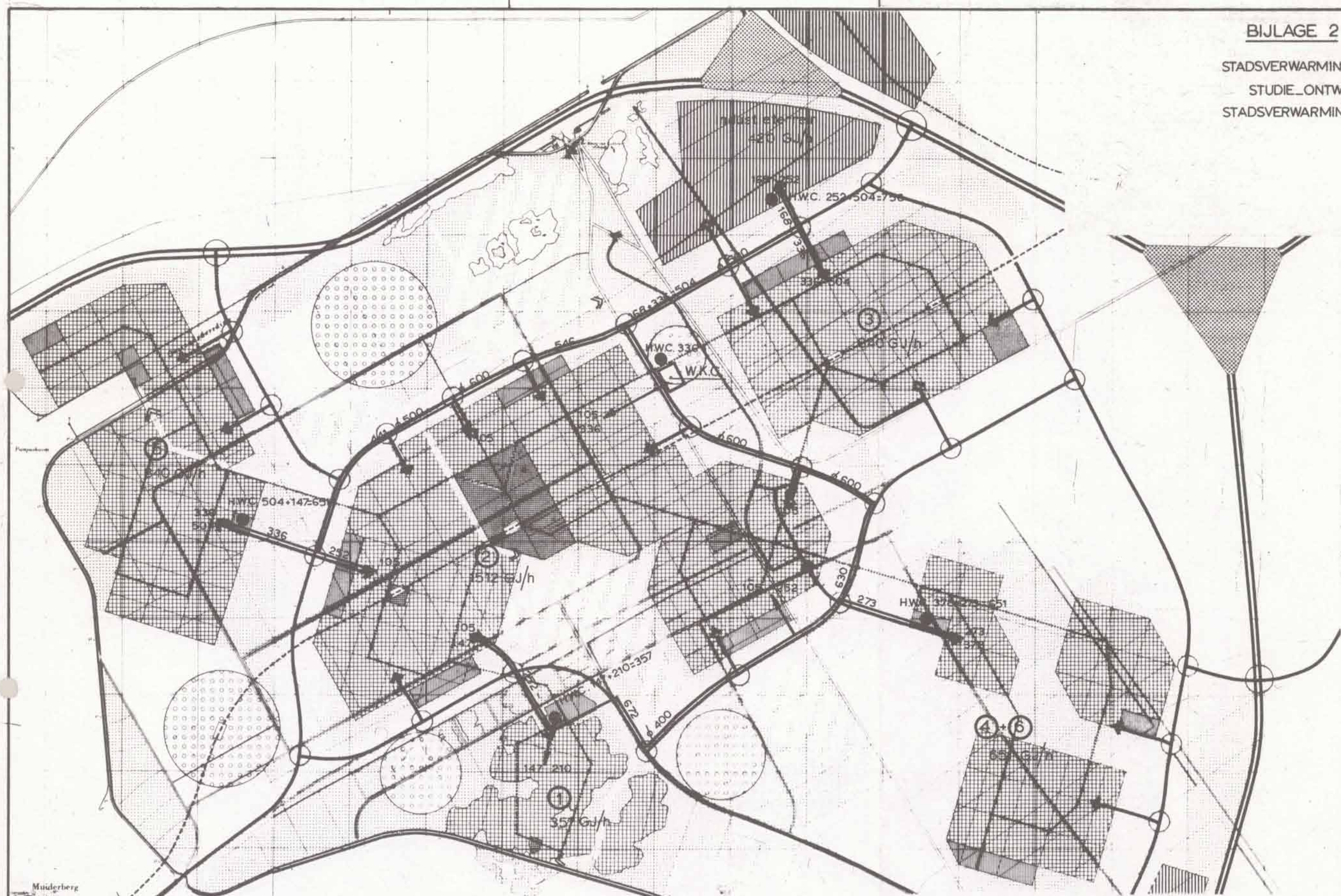
BIJLAGE 1

STADSVERWARMING ALMERE STANDAARD JAARBELASTINGKROMME



BIJLAGE 2

STADSVERWARMING ALMERE
 STUDIE_ONTWERP
 STADSVERWARMINGSPLAN



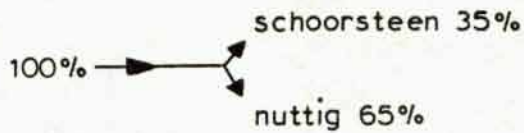
KERN	W.K.C.	H.W.C.	W.K.C.+H.W.C.	
1	147	210	357	GJ/h
2	630	882	1512	GJ/h
3	336	504	840	GJ/h
4+6	273	378	651	GJ/h
5	336	504	840	GJ/h
Totaal	1722	2478	4200	GJ/h
industrieterrein	168	252	420	GJ/h
Totaal	1890	2730	4620	GJ/h


```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<TEKENING>
  <ONDERDEEL>Bijlage 2 stadsverwarming Almere studie ontwerp stadsverwamingsplan</ONDERDEEL>
  <SCHAAL/>
  <FORMAAT>A2</FORMAAT>
  <DATUM/>
  <GEWIJZIGD1/>
  <GEWIJZIGD2/>
  <GEWIJZIGD3/>
  <GEWIJZIGD4/>
  <GEWIJZIGD5/>
  <TEKENAAR/>
  <BLADNR/>
  <OPMERKINGEN/>
</TEKENING>
```

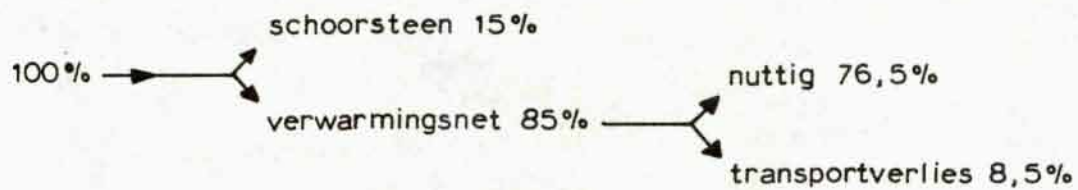

BIJLAGE 3

STADSVARWARMING ALMERE RENDEMENTSVERHOUDINGEN

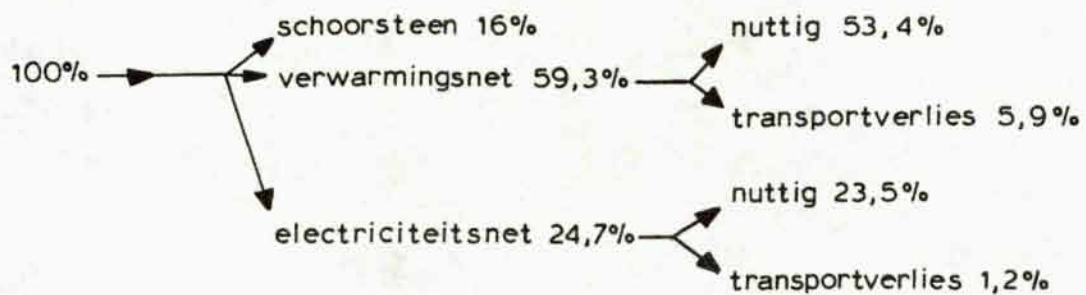
Individuele verwarming:



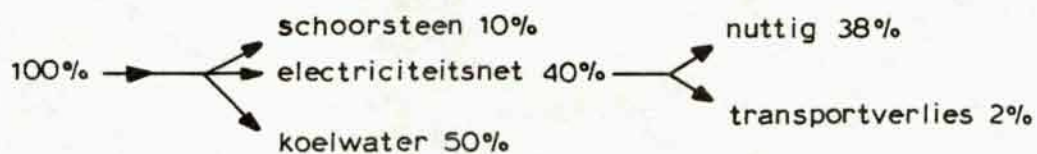
Stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling:



Warmte-kracht-koppeling:



Conventionele electriciteitsvoorziening:



Berekening energiehoeveelheden

Energieverbruik per woning per jaar voor:

- ruimteverwarming
- verwarming huishoudelijk verbruikswater
- koken en bakken

1. Energieverbruik per woning per jaar bij individuele verwarming

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
ruimteverwarming	50 GJ	65%	77 GJ
verwarming huishoudelijk ver- bruikswater	6 GJ	50%	12 GJ
koken en bakken	3 GJ	70%	4,3 GJ
			<u>93,3 GJ</u>

Dit is het verbruik per woning per jaar aan primaire energie (gas o.d.)

2. Energieverbruik per woning per jaar bij stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
ruimteverwarming	50 GJ	76,5%	65,2 GJ
verwarming huishoudelijk verbruikswater	6 GJ	80% x 76,5%	9,8 GJ
koken en bakken	3 GJ	90% x 38%	8,8 GJ
			<u>83,8 GJ</u>

Dit is het verbruik per woning per jaar aan primaire energie (gas, olie, kolen o.d.)

3. Energieverbruik per woning per jaar bij stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling zonder bemeting van de warmte per woning

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
ruimteverwarming	1,2 x 50 GJ	76,5%	78,4 GJ
verwarming huishoudelijk verbruikswater	1,2 x 6 GJ	80% x 76,5%	11,8 GJ
koken en bakken	3 GJ	90% x 38%	8,8 GJ
			<u>99,0 GJ</u>

Dit is het verbruik per woning per jaar aan primaire energie (gas, olie, kolen o.d.).

4. Energieverbruik per woning per jaar bij stadsverwarming met warmtekracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning

Berekening van het verbruik ter plaatse van de woningaansluiting in de vorm van warm water:

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
ruimteverwarming	50 GJ	100%	50 GJ
verwarming huishoudelijk verbruikswater	6 GJ	80%	7,5 GJ
			57,5 GJ

Berekening van het verbruik ter plaatse van de woningaansluiting in de vorm van elektriciteit:

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
koken en bakken	3 GJ	90%	3,3 GJ

Aangenomen is, dat 95% van de warmte geleverd wordt door de warmtekracht-centrale en de overige 5% door de hulp-warmte-centrales (zie ook bijlage 1). Van de hierboven genoemde 57,5 GJ per woning per jaar wordt dus 54,6 GJ geleverd door de warmte-kracht-centrale en 2,9 GJ door de hulp-warmte-centrales.

Berekening van de hoeveelheid primaire energie (gas, olie, kolen o.d.) die hiervoor per woning per jaar nodig is:

	levering t.p.v. de woningaansluiting	rendement	bruto verbruik
warmte-kracht-centrale	57,5 GJ	53,4%	107,8 GJ
hulpwarmte-centrales	2,9 GJ	76,5%	3,8 GJ
			111,6 GJ

De warmte-kracht-centrale levert behalve warmte (met een rendement van 53,4%) ook elektriciteit (met een rendement van 23,5% zie bijlage 3).

Berekening van de hoeveelheid per woning per jaar geproduceerde elektriciteit:

	netto verbruik	rendement	bruto elektriciteit
warmte-kracht-centrale	107,8 GJ	23,5%	25,3 GJ

Voor koken en bakken is de behoefte per woning per jaar 3,3 GJ (t.p.v. de woningaansluiting). Het "overschot" aan elektriciteit, dat beschikbaar is voor andere doeleinden (zowel in de betrokken woningen als elders) is 22,0 GJ per woning per jaar. Deze hoeveelheid elektriciteit hoeft niet elders in een normale elektrische centrale te worden opgewekt.

Bijlage 4
Stadsverwarming Almere

Berekening van de hiermee per woning per jaar uitgespaarde hoeveelheid primaire energie (gas, olie, kolen, o.d.):

	netto besparing	rendement	bruto besparing
conventionele centrale	22,0 GJ	38%	58,0 GJ

Het bruto energieverbruik verminderd met de bruto besparing elders is dus $111,6 \text{ GJ} - 58,0 \text{ GJ} = 53,6 \text{ GJ}$ per woning per jaar.

5. Energieverbruik per woning per jaar bij stadsverwarming met warmtekracht-koppeling zonder bemeting van de warmte per woning

Berekening van het verbruik ter plaatse van de woningaansluiting in de vorm van warm water:

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
ruimteverwarming	1,2 x 50 GJ	100%	60 GJ
verwarming huishoudelijk verbruikswater	1,2 x ,6 GJ	80%	<u>9,0 GJ</u>
			69,0 GJ

Berekening van het verbruik ter plaatse van de woningaansluiting in de vorm van elektriciteit:

	netto verbruik	rendement	bruto verbruik
koken en bakken	3 GJ	90%	3,3 GJ

Aangenomen is weer, dat 95% van de warmte geleverd wordt door de warmtekracht-centrale en de overige 5% door hulp-warmte-centrales (zie ook bijlage 1). Van de hierboven genoemde 69,0 GJ per woning per jaar wordt dus $65,5 \text{ GJ}$ geleverd door de warmtekracht-centrale en $3,5 \text{ GJ}$ door hulp-warmte-centrales.

Berekening van de hoeveelheid primaire energie (gas, olie, kolen, o.d.) die hiervoor per woning per jaar nodig is:

	levering t.p.v. de woningaansluiting	rendement	bruto verbruik
warmtekracht-centrale	65,5 GJ	53,4%	122,7 GJ
hulp-warmte-centrales	3,5 GJ	76,5%	<u>4,6 GJ</u>
			127,3 GJ

De warmtekracht-centrale levert behalve warmte (met een rendement van 53,4%) ook elektriciteit (met een rendement van 23,5%) (zie bijlage 3).

Berekening van de hoeveelheid per woning per jaar geproduceerde elektriciteit:

	bruto verbruik	rendement	netto elektri- citeit
warmte-kracht-centrale	122,7 GJ	23,5%	28,8 GJ

Voor koken en bakken is de behoefte per woning per jaar 3,3 GJ (t.p.v. de woningaansluiting). Het "overschot" aan elektriciteit, dat beschikbaar is voor andere doeleinden (zowel in de betrokken woningen als elders) is dus 25,5 GJ per woning per jaar. Deze hoeveelheid elektriciteit hoeft niet elders in een normale elektrische centrale te worden opgewekt.

Berekening van de hiermee per woning per jaar uitgespaarde hoeveelheid primaire energie (gas, olie, kolen, o.d.):

	netto besparing	rendement	bruto besparing
conventionele centrale	25,5 GJ	38%	67,2 GJ

Het bruto-energieverbruik verminderd met de brutobesparing elders is $127,3 \text{ GJ} - 67,2 \text{ GJ} = 60,1 \text{ GJ}$ per woning per jaar.

Bijlage 5

Stadsverwarming Almere

brandstof	verbrandings- warmte	Emissie per GJ		
		g SO ₂ [*]	g NO _x	
aardgas	31.7 MJ/m ³ (2)	-	150 (4)	krachtcentrale
	35.2 " (5)	< 1 (6)	165 (6)	"
			50 (4)	huisbrand
		< 1 (6)	50 (6)	"
olie	35.0 MJ/kg (1)	960 (2)	175 (4)	krachtcentrale
	41.9 " (2)	450 (6)	300 (6) ^{**}	"
	43.0 " (5)	1000-1500(3)	75 (4)	huisbrand
		450 (6) ^{***}	50 (6)	"
kolen	27.2 MJ/kg (2)	740 (2)	-	krachtcentrale
	29.3 "	640 (6) ^{***}	330 (6)	"
		300-1100(3)	-	huisbrand
		620 (6) ^{***}	145 (6)	"

- * sterk afhankelijk van het S-gehalte van de brandstof
 ** ca. 2 x hoger dan bij Nederlandse centrales gemeten (zie (4))
 *** voor een S-gehalte van ca. 1%.

- (1) M. Barnea, P. Ursu. Pollution et protection de l'atmosphère. Editions Eyrolles; Paris, 1974
- (2) Volgens inlichtingen KEMA
- (3) Y. Buurma A.N.W.B. recreatiebrochure. No. 6 A 220-6.R.O.
- (4) J. Doelman, A.J. Elshout, R. Guicherit, J. v.d. Kooij
 WECCME IX Detroit, 1974. Air pollution by
 nitrogen oxydes in the Netherlands
- (5) C.B.S.
- (6) J. v.d. Kooij, G.D. Kruyt. Enige luchtverontreinigingsaspecten van
 stadsverwarming.
 KEMA rapport 5754; 1975.

Bijlage 6

Stadsverwarming Almere

De berekende jaarlijkse SO₂ en NO_x emissie ten gevolge van de warmtevoorziening in Almere in het jaar 2000 bij een groei tot 84.000 woningen in dat jaar. Brandstoffen, aardgas, olie en kolen.

Alternatief	Brandstof	Emissie tonnen/jaar	
		SO ₂	NO _x
1 a	85% aardgas in woningen	-	440
	15% aardgas in grote installaties	-	230
	100% aardgas	-	670
b	85% aardgas in woningen	-	440
	15% olie in grote installaties	780	270
	85% aardgas + 15% olie	780	730
c	85% aardgas in woningen	-	440
	15% steenkool in grote installaties	1.020	520
	85% aardgas + 15% steenkool	1.020	960
2 a	100% aardgas	-	1.400
b	100% olie	4.700	1.640
c	100% steenkool	6.100	3.100
3 a	100% aardgas	-	1.660
b	100% olie	5.550	1.940
c	100% steenkool	7.200	3.660
4 a	100% aardgas	-	900
b	100% olie	3.000	1.050
c	100% steenkool	3.900	1.980
5 a	100% aardgas	-	1.010
b	100% olie	3.360	1.180
c	100% steenkool	4.380	2.220

Alternatieven:

1. Individuele verwarming
2. Stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning
3. Stadsverwarming zonder warmte-kracht-koppeling zonder bemeting van de warmte per woning
4. Stadsverwarming met warmte-kracht-koppeling met bemeting van de warmte per woning
Minder energieverbruik t.b.v. elektriciteitsproductie elders
5. Stadsverwarming met warmte-kracht-koppeling zonder bemeting van de warmte per woning
Minder energieverbruik t.b.v. elektriciteitsproductie elders.

ExploitatieberekeningA. Berekening met energieprijs op basis van olieprijsa. Exploitatie bij eindfase 125.000 inwoners (42.000 woningen)a.1. Kosten stadsverwarminga.1.1. Ruimteverwarming

Kapitaalskosten warmteproductie 10,95% van f 36.500.000 =	f 4.000.000 per jaar
Kapitaalkosten warmtetransport en distributie 10,18% van f 225.000.000 =	f 22.900.000 per jaar
Kapitaalkosten totaal	f 26.900.000 per jaar

Berekening brandstofkosten:

Uit bijlage 4 blijkt, dat het bruto-energieverbruik t.b.v. de stadsverwarming bedraagt 111,6 GJ per woning per jaar. Hiervan wordt 107,8 GJ verbruikt door de warmte-kracht-centrale en 3,8 GJ door de hulp-warmte-centrales. Deze getallen zijn echter de verbruiken voor ruimteverwarming + verwarming van huishoudelijk verbruikswater. De hoeveelheden energie alléén voor ruimteverwarming zijn

$$\frac{50}{57,5} \times 100\% = 87\% \text{ hiervan, dus } 93,7 \text{ GJ}$$

per woning per jaar voor de warmte-kracht-centrale en 3,3 GJ per woning per jaar voor de hulp-warmte-centrales. In bijlage 4 is ook berekend, dat bij een bruto-verbruik van de warmte-kracht-centrale, groot 107,8 GJ per woning per jaar tevens 25,3 GJ aan nuttige elektrische energie wordt afgeleverd. Dit leidt tot een besparing in een conventioneel elektriciteitsbedrijf van $\frac{100}{38} \times 25,3 \text{ GJ} =$

66,5 GJ per woning per jaar. De besparing alléén ten gevolge van de ruimteverwarming is 87% hiervan, dus 57,8 GJ per woning per jaar. Het energieverbruik, dat ten laste van de ruimteverwarming komt is verbruik hulp-warmte-centrales + verbruik warmte-kracht-centrale - besparing elders. Dit is dus $3,3 \text{ GJ} + 93,7 \text{ GJ} - 57,8 \text{ GJ} = 39,2 \text{ GJ}$ per woning per jaar. Dit kost $39,2 \times f 5,70 = f 223$ per woning per jaar. Voor heel Almere is dit $\frac{100}{75} \times 42.000 \times f 223 =$

f 12.500.000 per jaar

De kosten van bediening, onderhoud, pompkosten en overige algemene kosten bedragen

f 10.700.000 per jaar

De totale kosten van de ruimteverwarming bedragen (inclusief niet-woonbebouwing)

f 50.100.000 per jaarDit is per woning $\frac{75}{100} \times \frac{f 50.100.000}{42.000} =$ f 890 per jaar

Bijlage 7

Stadsverwarming Almere

a.1.2. Verwarming huishoudelijk verbruikswater

Er zijn geen kapitaalkosten en geen kosten van bediening en onderhoud, etc.

De energielevering bedraagt $\frac{13}{87}$ x de energielevering t.b.v. de ruimteverwarming. De kosten per woning zijn dus $\frac{13}{87} \times f 223 =$

f 33 per jaar

Voor heel Almere (alleen bebouwing) zijn de kosten $42.000 \times \frac{13}{87} \times f 223 =$

f 1.400.000 per jaar

a.1.3. Koken en bakken

Het elektriciteitsverbruik voor koken en bakken is 3,3 GJ per woning per jaar (zie bijlage 4). Dit kost per woning $3,3 \times f 30 =$

f 100 per jaar

Voor heel Almere (alleen woonbebouwing) zijn de kosten $42.000 \times 3,3 \times f 30 =$

f 4.200.000 per jaar

a.1.4. Totaal-generaal bij 125.000 inwoners

$f 50.100.000 + f 1.400.000 + f 4.200.000 =$

f 55.700.000 per jaar

Idem per woning $f 890 + f 33 + f 100 =$

f 1.023 per jaar

a.2. Kosten individuele verwarming

a.2.1. Ruimteverwarming

De kapitaalkosten van eigen ketelinstallaties bedragen (inclusief niet-woonbebouwing) 12,41% van $f 67.000.000 =$

$f 8.300.000$ per jaar

Berekening brandstofkosten:

Per woning wordt verbruikt 77 GJ (zie bijlage 4). Voor heel Almere inclusief niet-woonbebouwing is dit $\frac{100}{75} \times 42.000 \times 77$ GJ

= 4.300.000 GJ per jaar. Ten aanzien van de verdeling van de energie over grootverbruikers en kleinverbruikers is (overeenkomstig de aannames van alternatief 1 van bijlage 6) verondersteld, dat in de niet-woonbebouwing 40% van de energie wordt opgewekt door kleine installaties onder toepassing van het kleinverbruikerstarief en 60% door grootverbruikers onder toepassing van het grootverbruikerstarief. Omdat het energieverbruik t.b.v. de ruimteverwarming in niet-woningen 25% uitmaakt van het totaal-verbruik t.b.v. de ruimteverwarming, is het energieverbruik in de

kleinverbruiksector $75\% + 0,4 \times 25\% = 85\%$
van het totale verbruik t.b.v. de ruimtever-
warming. In de grootverbruiksector is dit
 $0,6 \times 25\% = 15\%$ van het totale verbruik
t.b.v. de ruimteverwarming. Het bruto-ener-
gieverbruik van alle kleinverbruikers is dus
 85% van $4.300.000$ GJ per jaar = $3.600.000$ GJ
per jaar. De brandstofkosten zijn inclusief
vastrecht $3.600.000 \times f 8,20 + 42.000 \times$
 $f 96 =$

$f 33.500.000$ per jaar

Het bruto-energieverbruik van alle grootver-
bruikers is 15% van $4.300.000$ GJ per jaar =
 650.000 GJ per jaar. De brandstofkosten zijn
 $650.000 \times f 5,70 =$

$f 3.700.000$ per jaar

De kosten van onderhoud etc. van eigen ketel-
installaties zijn (inclusief niet-woonbebou-
wing)

$f 4.800.000$ per jaar

De totale kosten van de ruimteverwarming be-
dragen (inclusief niet-woonbebouwing)

$f 50.300.000$ per jaar

Dit is per woning $\frac{75}{100} \times \frac{f 50.300.000}{42.000} =$

$f 900$ per jaar

a.2.2. Verwarming huishoudelijk verbruikswater

De energiebehoefte is 12 GJ per woning per
jaar (zie bijlage 4). De kosten zijn (zonder
vastrecht, dat reeds bij de kosten van de
ruimteverwarming is verdisconteerd
 $12 \times f 8,20 =$

$f 100$ per jaar

Voor heel Almere is dit (alleen woonbebouwing)
 $12 \times f 8,20 \times 42.000 =$

$f 4.100.000$ per jaar

a.2.3. Koken en bakken

De energiebehoefte is $4,3$ GJ per woning per
jaar (zie bijlage 4). De kosten zijn (zonder
vastrecht, dat reeds bij de kosten van de
ruimteverwarming is verdisconteerd)
 $4,3 \times f 8,20 =$

$f 35$ per jaar

Voor heel Almere is dit (alleen woonbebou-
wing) $4,3 \times f 8,20 \times 42.000 =$

$f 1.500.000$ per jaar

a.2.4. Totaal-generaal bij 125.000 inwoners

$f 50.300.000 + f 4.100.000 + f 1.500.000 =$

$f 55.900.000$ per jaar

Idem per woning $f 900 + f 100 + f 35 =$

$f 1.035$ per jaar

b.	Exploitatie bij eindfase 250.000 inwoners (84.000 woningen)	
b.1	<u>Kosten stadsverwarming</u>	
b.1.1.	<u>Ruimteverwarming</u>	
	Kapitaalkosten warmte-productie 10,95% van f 66.500.000 =	f 7.300.000 per jaar
	Kapitaalkosten warmte-transport en distributie 10,18% van f 409.000.000 =	f 41.600.000 per jaar
	Kapitaalkosten totaal	<u>f 48.900.000 per jaar</u>
	De brandstofkosten zijn het dubbele van hetgeen berekend is onder a.1.1. Ze zijn dus	f 25.000.000 per jaar
	Kosten van bediening, onderhoud, pompkosten en overige algemene kosten	f 17.500.000 per jaar
	Totale kosten ruimteverwarming (inclusief niet-woonbebouwing)	<u><u>f 91.400.000 per jaar</u></u>
	Dit is per woning $\frac{75}{100} \times \frac{f 91.400.000}{84.000} =$	<u><u>f 820 per jaar</u></u>
b.1.2.	<u>Verwarming huishoudelijk verbruikswater</u>	
	De kosten zijn het dubbele van hetgeen berekend is onder a.1.2. Ze bedragen dus	<u><u>f 2.800.000 per jaar</u></u>
	De kosten per woning zijn gelijk aan hetgeen berekend is onder a.1.2. Ze bedragen dus	<u><u>f 33 per jaar</u></u>
b.1.3.	<u>Koken en bakken</u>	
	Deze kosten zijn het dubbele van hetgeen berekend is onder a.1.3. Ze bedragen dus	<u><u>f 8.400.000 per jaar</u></u>
	De kosten per woning zijn gelijk aan hetgeen berekend is onder a.1.3. Ze bedragen dus	<u><u>f 100 per jaar</u></u>
b.1.4.	<u>Totaal-generaal bij 250.000 inwoners</u>	
	f 91.400.000 + f 2.800.000 + f 8.400.000 =	<u><u>f 102.600.000 per jaar</u></u>
	Idem per woning f 820 + f 33 + f 100 =	<u><u>f 953 per jaar</u></u>
b.2.	<u>Kosten individuele verwarming</u>	
	Deze kosten zijn in alle drie de sub-categorieën (ruimteverwarming, verwarming huishoudelijk verbruikswater en koken + bakken) het dubbele van de kosten die onder a.2. berekend zijn.	
	Per woning zijn de kosten gelijk aan de kosten, berekend onder a.2.	
	De kosten zijn dus	
	Ruimteverwarming	f 100.600.000 per jaar
	Verwarming huishoudelijk verbruikswater	f 8.200.000 per jaar
	Koken en bakken	<u>f 3.000.000 per jaar</u>
	Totaal generaal	<u><u>f 111.800.000 per jaar</u></u>
	Idem per woning:	
	Ruimteverwarming	f 900 per jaar
	Verwarming huishoudelijk verbruikswater	f 100 per jaar
	Koken en bakken	<u>f 35 per jaar</u>
	Totaal-generaal	<u><u>f 1.035 per jaar</u></u>

B. Invloed lagere en hogere energieprijis

Van de onder A berekende getallen worden de kosten van de brandstoffen 0,75 x, respectievelijk 1,25 x zo groot. De overige kosten blijven dezelfde. Dit heeft de volgende consequenties:

	berekend onder A (100%)	brandstof à 75%	brandstof à 125%
a. eindfase 125.000 inw.			
a.1. stadsverwarming			
a.1.1. ruimteverwarming			
kapitaalkosten	26.900.000	26.900.000	26.900.000
brandstof	12.500.000	9.400.000	15.600.000
overige kosten	10.700.000	10.700.000	10.700.000
a.1.1. totaal	50.100.000	47.000.000	53.200.000
idem per woning	890	840	950
a.1.2. verwarming huishoudelijk ver- bruikswater	1.400.000	1.050.000	1.750.000
idem per woning	33	25	41
a.1.3. koken en bakken	4.200.000	4.200.000	4.200.000
idem per woning	100	100	100
a.1. totaal	55.700.000	52.250.000	59.150.000
idem per woning	1.023	965	1.091
a.2. individuele verwarming			
a.2.1. ruimteverwarming			
kapitaallasten	8.300.000	8.300.000	8.300.000
brandstof kleinverbruikers	33.500.000	25.100.000	41.900.000
brandstof grootverbruikers	3.700.000	2.800.000	4.600.000
overige kosten	4.800.000	4.800.000	4.800.000
a.2.1. totaal	50.300.000	41.000.000	59.600.000
idem per woning	900	730	1.060
a.2.2. verwarming huishoudelijk verbruikswater	4.100.000	3.100.000	5.100.000
idem per woning	100	75	125
a.2.3. koken en bakken	1.500.000	1.100.000	1.900.000
idem per woning	35	26	44
a.2. totaal	55.900.000	45.200.000	66.600.000
idem per woning	1.035	831	1.229

Bijlage 7

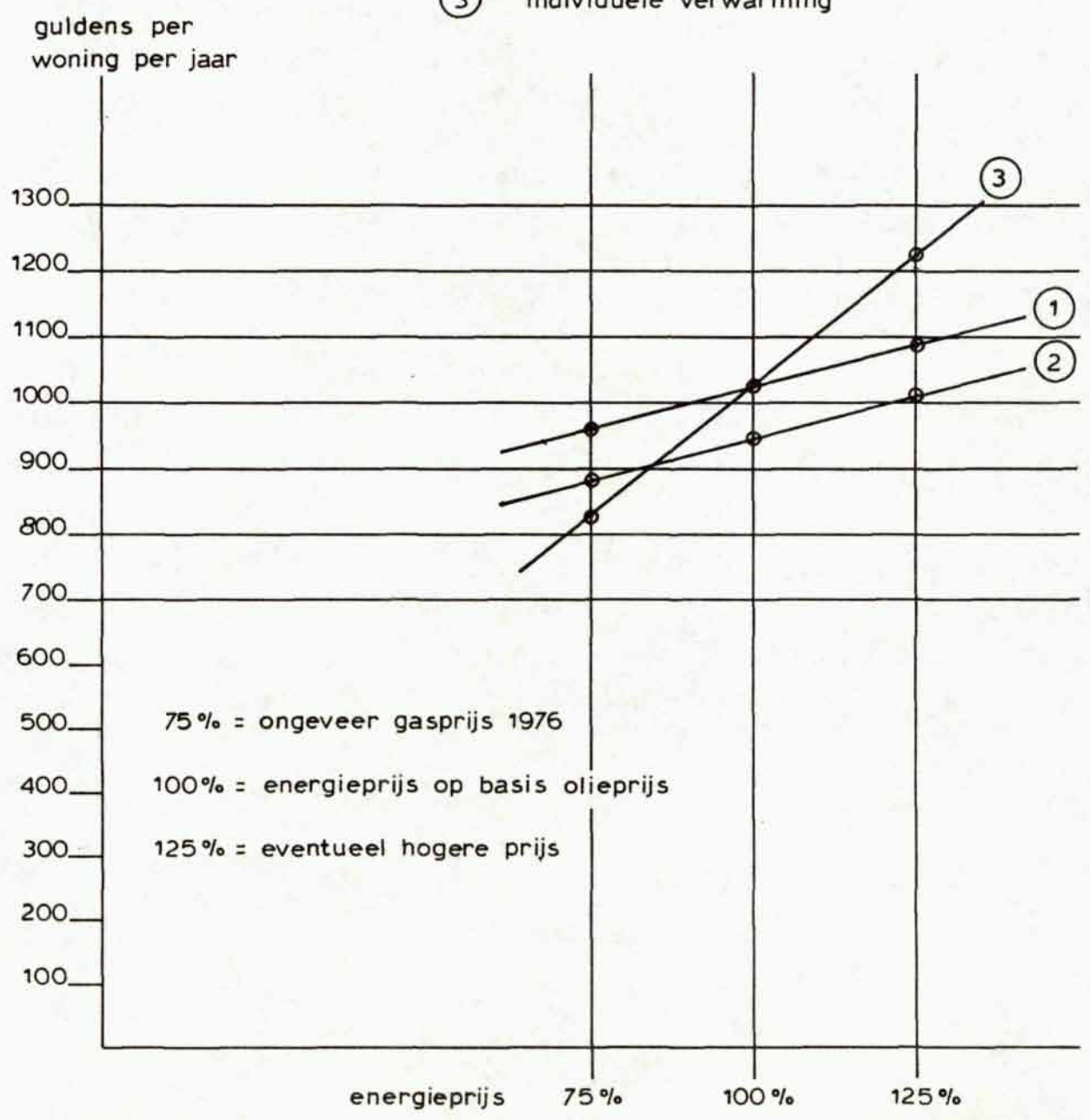
Stadsverwarming Almere

	berekend onder A (100%)	brandstof à 75%	brandstof à 125%
b. eindfase 250.000 inw.			
b.1. stadsverwarming			
b.1.1. ruimteverwarming			
kapitaallasten	48.900.000	48.900.000	48.900.000
brandstof	25.000.000	18.700.000	31.400.000
overige kosten	17.500.000	17.500.000	17.500.000
b.1.1. totaal	91.400.000	85.100.000	97.800.000
idem per woning	820	760	870
b.1.2. verwarming huishoudelijk verbruikswater	2.800.000	2.100.000	3.500.000
idem per woning	33	25	41
b.1.3. koken en bakken	8.400.000	8.400.000	8.400.000
idem per woning	100	100	100
b.1. totaal	102.600.000	95.600.000	109.700.000
idem per woning	953	885	1.011
b.2. individuele verwarming			
b.2.1. ruimteverwarming			
kapitaallasten	16.600.000	16.600.000	16.600.000
brandstof kleinverbruikers	67.000.000	50.200.000	83.800.000
brandstof grootverbruikers	7.400.000	5.600.000	9.200.000
overige kosten	9.600.000	9.600.000	9.600.000
b.2.1. totaal	100.600.000	82.000.000	119.200.000
idem per woning	900	730	1.060
b.2.2. verwarming huishoudelijk verbruikswater	8.200.000	6.200.000	10.200.000
idem per woning	100	75	125
b.2.3. koken en bakken	3.000.000	2.200.000	3.800.000
idem per woning	35	26	44
b.2. totaal	111.800.000	90.400.000	133.200.000
idem per woning	1.035	831	1.229

Exploitatiekosten eindfase

De exploitatiekosten betreffen het totaal van de kosten voor:
- ruimteverwarming
- verwarming huishoudelijk verbruikswater
- koken en bakken

- ① Stadsverwarming bij 125.000 inwoners
- ② Stadsverwarming bij 250.000 inwoners
- ③ Individuele verwarming



Literatuurlijst

1. Energienota d.d. 26 september 1974 van minister R.F.M. Lubbers aan de Tweede Kamer der Staten Generaal.
2. Jaarverslag 1973 N.V. Provinciaal en Gemeentelijk Utrecht Stroomleveringsbedrijf (P.E.G.U.S.).
3. Structuurschema Elektriciteitsvoorziening d.d. 10 juli 1975 van de ministers R.F.M. Lubbers en J.P.A. Gruijters aan de Tweede Kamer der Staten Generaal.
4. J.C. Resing: Enkele economische aspecten van afstandsverwarming in combinatie met elektriciteitsopwekking; "Elektrotechniek" december 1973.
5. Combined District Heating and Power Generation, papers presented to the British Delegation, february 25 - 28, 1974, samengesteld door een aantal Zweedse industriële bedrijven onder auspiciën van de Swedish Export Council.
6. J.A. Over en A.C. Sjoerdsma: Energy Conservation, Ways and Means; publikatie nr. 19 van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek (Koninklijk Instituut van Ingenieurs), voorjaar 1974, "Papers" voor symposium op 12 juni 1974 in Utrecht.
7. H. Hondius en K. Wassenaar: Mogelijkheden van Energiebesparing door gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte; "Elektrotechniek" juli 1974.
8. Verslag Symposium "Energiebesparing in Nederland" op 12 juni 1974 in Utrecht georganiseerd door de Stichting Toekomstbeeld der Techniek; "De Ingenieur" 22 augustus 1974.
9. J.C. Resing: Energiebesparing door toepassing van stadsverwarming; "Verwarming en Ventilatie" november 1974.
10. Stadsverwarming als realiteit; verslag symposium op 29 november 1974 te Rotterdam bij 25-jarig jubileum afdeling Stadsverwarming van het Gemeentelijk Elektriciteitsbedrijf in Rotterdam.
11. D.J. van der Heeden: Energieverbruik van woningen en het rendement van gastoestellen; T.N.O.-project maart 1974.
12. J.A. van den Berg en J. de Jong: Rapport over koelwaterlozingen op het Bergumermeer, R.I.J.P. 2561/16-7-1973.
13. E.S. Starkman: Combustion-generated air pollution; Plenum Press, New York 1971.
14. J. van der Kooij en G.D. Kruyt: Enige luchtverontreinigingsaspecten van stadsverwarming; K.E.M.A.-rapport 5754, 1975.
15. H. Oka, E. Schiki en T. Shivarshi: Process removes NO_x efficiently; "Hydrocarbon Processing" oktober 1974, pag. 113 - 114.

Bijlage 9

Stadsverwarming Almere

16. P.C. Blokker: Survey on nitrogen oxide emissions from stationary sources and techniques for reducing these emissions; Report 4/75 The Hague 1975.
17. Interim-rapport van de Landelijke Stuurgroep Energie-Onderzoek (Tweede Kamer, zitting 1974 - 1975, 13250, brief d.d. 17 januari 1975 van de minister van Wetenschapsbeleid.
18. Stadsverwarming Zwolle-Zuid (IJsselcentrale, G.A.Z.O. en gemeente Zwolle, 1976).
19. Jaarverslag 1975 N.V. G.A.M.O.G., Gasmaatschappij Gelderland.

In de reeks Flevoberichten zijn na 1963 verschenen:

40. HEIDE, G.D. VAN DER. Het oorspronkelijke landschap als woongebied. Zwolle, 1963.
41. ENTE, P.J., J. KONING en H. SMITS. De bodemgesteldheid en de bodemgeschiktheid van het Enkhuizerzand. Zwolle, 1963.
42. KLASEMA, M. Toepassing van nieuwe materialen en nieuwe werkmethode in de dijkbouw. Zwolle, 1963.
43. Voordrachten - ontwikkelingsdag 1963 Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1963.
44. ZUUR, A.J. (†) e.a. Rapporten over de inklinking in de Noordoostpolder. Zwolle, 1964.
45. SMID, J.E. Het rioleringsstelsel in onze woonkernen. Zwolle, 1964.
46. DUYM, J. De opleiding van personeel voor de ontginning en tijdelijke exploitatie van de drooggevalen gronden in de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1964.
47. LINDENBERGH, D.J. Enkele aspecten van de stikstofbepaling volgens Kjeldahl. Zwolle, 1964.
48. FEITSMA, K.S. en H. SMITS. Over de verharding van kavelpaden. Zwolle, 1964.
49. KALISVAART, C. De bestemming van de gronden in Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1964.
50. VEER, J. DE. Terugblik op de exploitatie van de bedrijven in eigen beheer in de Noordoostpolder. Zwolle, 1964.
51. ZUIDEMA, F.C. De mogelijkheden van samengestelde drainage in de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1966.
52. Consumentengedrag in Ens en Biddinghuizen. Een onderzoek van de Sociografische Afdeling naar de koopgewoonten op nieuw land. Zwolle, 1967.
53. LOOS, P, W.A. SEGEREN en B.R. VOORTMAN. Inrichting, aanleg en onderhoud van sportvelden in de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1967.
54. BERGER, C. De sedimentatie van zand en slib langs de Friese en Groningse kust. Zwolle, 1967.
55. WOUTERS, L.J.A. Het onderzoek naar de bestrijding van slakken in Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1967.
56. VISSER, J. De invloed van het bodemmilieu op het voorkomen van Cox's ziekte in de IJsselmeerpolders, Zwolle, 1968.
57. BRAAMS, Ir. B.W. en Ir. K.S. FEITSMA. De voordeligste lengten en breedten van fruitteeltbedrijven uit het oogpunt van landinrichting en landgebruik. Zwolle, 1968.
58. HAAR, DRS. E. TER. Dagrecreatie langs het Veluwemeer. Verslag van een onderzoek. Zwolle, 1968.
59. GELUK, mej. H.E.J. Afstand van boerderij tot dorp (een analyse van sollicitatiegegevens t.a.v. landbouwbedrijven en de beleving van de afstand door het boerengezin in Oostelijk Flevoland). Zwolle, 1968.
60. KORLDON, mej. A.H. De schommelingen in de reservestoffen van de akkerdistel (*Cirsium Arvense* L.) en de betekenis hiervan voor de bestrijding van de plant. Zwolle, 1968.
61. SCHREVEN, Dr.Ir. D.A. VAN. Onderzoek naar verontreiniging van polderwater door weidebedrijven in Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1968.
62. KIESTRA, Drs. H. De winkelverkoop van dagelijks benodigde goederen in Emmeloord (de reikwijdte van de winkels en de loopafstanden van huis naar winkel geanalyseerd). Zwolle, 1968.
63. VEENSTRA, K. De bodemkartering en het grondonderzoek in de kuststrook van de oostelijke wadden gedurende de jaren 1955 t/m 1965. Zwolle, 1969.
64. BONTJE, Drs. G.J.B. en Ir. A.G. VAN OMMEREN. Rendement van bedrijfsgebouwen in 1967 op akkerbouwbedrijven in Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1969.
65. ENTE, Dr.Ir. P.J. en Ir. W.A. SEGEREN e.m. Toelichting bij de bodemkundige code- en profielkaart en de grondwaterstandskarten van Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1969.
66. ENTE, Dr.Ir. P.J. e.m. De bodemgesteldheid en de bodemgeschiktheid van het Balgzand en de Breehorn. Zwolle, 1969.
67. ZELHORST, L. Resultaten van veldproeven met CCC op wintertarwe in Oostelijk Flevoland, 1964-1968. Zwolle, 1969.
68. BRUNING, Ir. H.A. Facetplan voor de recreatie van het Lauwerszeegebied. Zwolle, 1969.
69. VAN DER KANT, N.F., P. DUUT en S. SPANJER. Voorbereiding en uitvoering van een drainageproject bij de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1969.
70. VERHOEVEN, Dr.Ir. B. Sylviidae in een wegbeplanting. Zwolle, 1969.
71. ZELHORST, L. Verandering van het maai veld door het ploegen met variabele diepten (het rondploegen van akkers). Zwolle, 1969.
72. MAKLED, M.A. Compaction of sandy soils and its influences on the growth and distribution of bean roots. Zwolle, 1969.

73. HEMMINGA, M.A. en J. VAN DER TOORN, Toepassing van riet in de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1970.
74. Jaarverslag over het jaar 1969 van de Wetenschappelijke Afdeling. Zwolle, 1970.
75. BERGER, C. Over de hoedanigheid van het water in de meren rondom Flevoland van 1966 tot 1970. Zwolle, 1970.
76. HAGTING, A. en G. VELTHUIS. Verslag over het bedrijfsjaar 1969 van bedrijfseenheid A 93 in Oostelijk Flevoland. Zwolle, 1970.
77. VAN DER HEIDE, G.D. Jaarverslag 1969 van de musea voor de IJsselmeerpolders gevestigd te Schokland en te Ketelhaven. Zwolle, 1970.
78. Verkenningen omtrent de ontwikkeling van de nieuwe stad "Almere" in Flevoland. Lelystad, 1970.
79. Enkele aspecten van de randmeren van Flevoland. Lelystad, 1971.
80. VIS, J. Roggebotzand, Revebos, De Abbert. Beheersplan voor de periode 1 augustus 1970 - 1 augustus 1980. Lelystad, 1971.
81. BARGERBOS, G. en A. HAGTING. Inleidende studies over bedrijfsvoering in de landbouw in grote eenheden. Zwolle, 1971.
82. Jaarverslag over het jaar 1970 van de Wetenschappelijke Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Zwolle, 1971.
83. LINDENBERGH, D.J. en W. EENKHOORN. Afsterving van darmbacteriën in een watermonster van de Eem en van het Eemmeer. Zwolle, 1972.
84. HAGTING, A. en G. VELTHUIS. Graslandverplichting en Rentabiliteit van een gemengd bedrijf van 36 ha in Oostelijk Flevoland. Lelystad, 1972.
85. HAGTING, A. en G. VELTHUIS. Verslag over het Bedrijfsjaar 1970 en Bedrijfseenheid A 93 van ca. 300 ha in Oostelijk Flevoland. Kampen, 1972.
86. KIESTRA, Drs. H. Koopgewoonten in de Noordoostpolder, Het kooppatroon van duurzame goederen van een allochtone bevolking. Zwolle, 1972.
87. Jaarverslag over het jaar 1971 van de Wetenschappelijke Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Lelystad, 1973.
88. Jaarverslag over het jaar 1972 van de Wetenschappelijke Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Lelystad, 1973.
89. De tweede woonwijk van Lelystad. (Rapporteur C.J. de Goede), Lelystad, 1974.
90. Almere 1985. Aanzet tot een ontwikkelingsstrategie 1970-1985-2000. Lelystad, 1974.
91. CONSTANDSE, A.K. en J. NICOLAI. Het centrumgebied van Lelystad. Lelystad, 1974.
92. Almere-haven; ontwerp. Lelystad, 1974.
93. VEENSTRA, K. en P.J. HUISMAN. De ontzilting en de rijping van de bekledingsklei en de ontwikkeling van de grasmat op de afsluitdijk van de Lauwerszee. Lelystad, 1974.
94. GOEDE, C.J. de. Alternatieven voor een spoorlijntracé door Lelystad. Lelystad, 1974.
95. Jaarverslag over het jaar 1973 van de Wetenschappelijke Afdeling van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Lelystad, 1974.
96. SCHOLTEN, J. Tien jaar onderzoek van drainagematerialen in Oostelijk Flevoland. Lelystad, 1974.
97. De voortzetting van de ontwikkeling van Lelystad op langere termijn. Lelystad, 1974.
98. GREINER, R.W. en J. de JONG. De verwijdering van vaste afvalstoffen in de Zuidelijke IJsselmeerpolders. Lelystad, 1975.
99. ATLAS Markerwaard betreffende bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid, Lelystad, 1976.
100. HAPEREN, H.J. van. Inpakken en wegwezen. Lelystad, 1975.
101. SCHEER, A. van der. Over de te verwachten inklinking van de gronden in het Markerwaardgebied na drooglegging. Lelystad, 1975.
102. VERKENNINGEN Markerwaard. Lelystad, 1975.
103. FOKKENS, B. Verslag over het bedrijfsjaar 1973 van het grootlandbouwbedrijf van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in Flevoland. Lelystad, 1975.
104. JONG, J. de. Bulrush and reed ponds. Lelystad, 1975.
105. SMOOK, A.A.H. De invloed van uitstel van de oogst op opbrengst en kwaliteit van granen en koolzaad. Lelystad, 1975.
106. VEN, G.A. Over de bepaling van de geohydrologische bodemconstanten uit een tweetal pompproeven in de zuidlob van Zuidelijk Flevoland. Lelystad, 1975.
107. AKKERMAN, J. en A. VAN DER SNEE. Jaarverslag van de fruitteeltbedrijven in eigen beheer in Oostelijk Flevoland; boekjaar 1973/1974. Lelystad, 1975.
108. VELTHUIS, G. Verslag over het bedrijfsjaar 1974 van de bedrijfseenheden A 93 en C 49 in het stadsgebied van Lelystad. Lelystad, 1976.

109. NAWIJN, K.E., en F.H. VAN DER VEEN. Almere 250.000 mensen in 25 jaar? Lelystad, 1976.
110. BOELES, J.E. De bestuurlijke organisatie van de Parijse villes nouvelles. Lelystad, 1976.
111. PUTTEN, C. VAN, en L.A. TADEMA. Verslag over het bedrijfsjaar 1974 van de landbouwkundige exploitatie door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Lelystad, 1976.
112. BRUNING, H.A. Herziene prognoses voor de recreatie in het Lauwerszeegebied. Lelystad, 1976.
113. HAPEREN, H.J. VAN, en J.J.P. SCHEEK. De belangstellenden voor Almere. Wie zijn ze, wat willen ze. Lelystad, 1976.
114. FOKKENS, B. Bedrijfsplanning voor de tijdelijke landbouwkundige exploitaties in het Lauwersmeergebied. Lelystad, 1976.
115. LIEROP, M.J.M. VAN. Voorstel basisplan voor de openbare verlichting in Almere-Haven. Lelystad, 1976.
116. VIS, J. Beheersplan voor de boswachterij Spijk-Bremerbergbos voor de periode 1975-1985. Lelystad, 1976.
117. FOKKENS, B., en A.A.H. SMOOK. De opbrengst van winterkoolzaad in relatie tot de zwadmaaicapaciteit. Lelystad, 1976.
118. STRUKTUURNOTA wijk 4 Lelystad. Lelystad, 1976.
119. ABCOUWER, N.F. De stuwende werkgelegenheid in het Gooi e.o. 1960-1973. (Nog niet verschenen).
120. HUISMAN, P.J. Inzaai en onderhoud van de grasmat op dijken. Lelystad, 1977.
121. SLAGER, P. De ontwikkeling van de vegetatie in de Lauwerszee van het droogvallen (1969) tot en met 1975. (Nog niet verschenen).



Conclusies Flevobericht 122: Stadsverwarming Almere.

Stadsverwarming leidt, wanneer warmte en kracht in één proces worden opgewekt, tot een aanzienlijke besparing van energie. Afhankelijk van de vraag, of het warmteverbruik per woning of collectief wordt bemeten, is een besparing op het energieverbruik berekend van 42%, respectievelijk 35%. Om deze reden past stadsverwarming, gebaseerd op warmte-kracht-koppeling in het door het Ministerie van Economische Zaken voorgestane, op de lange termijn gerichte, beleid.

De aanleg van een stadsverwarmings-systeem is in Almere technisch gezien zeer wel mogelijk. Uitgaande van het stedenbouwkundig plan is nagegaan, of de aanleg van stadsverwarming, gebaseerd op warmtekracht-koppeling in Almere bedrijfs-economisch zinvol zal zijn. Uit de studie blijkt, dat bij effectuering van het door het Ministerie van Economische Zaken voorgestelde beleid met betrekking tot de energieprijzen er in de eindfase een (gering) bedrijfseconomisch voordeel verbonden is aan dit verwarmings-systeem. In de beginfase zullen daarentegen aanzienlijke aanloopverliezen optreden.

Bij een systeem van energievoorziening in Almere, waarvan stadsverwarming een onderdeel is, zal men voor koken aangewezen zijn op elektriciteit. Overigens is het systeem niet minder comfortabel of minder bedrijfszeker dan de thans algemeen (bijvoorbeeld in IJlstad) toegepaste energiesystemen.

Aan de toepassing van warmte-kracht-koppeling zijn geen grote milieutechnische voor- of nadelen verbonden.

Werkgroep
Evaluatie Stadsverwarming ALMERE
Donselaer 7
Oostvoorne.

Ir. J. Hanhart
Ir. U.Ph. Lely
Ir. J.B. Fortuin
Ir. A.H. Herfkens

ingekomen: ZIJP 26 APR. 1977	
afd. I	nr. 4223
<input checked="" type="checkbox"/> dac A	om advies:
<input type="checkbox"/> dac B	
<input type="checkbox"/> med avr	fotocopie: p.w.
<input type="checkbox"/> ing avr	
	S
	M

D.A.C.: 10 MEI 1977	
SUGGESTIE: <i>tegelijk met het rapport van de R.I.J.P. in de oml. van openbare werken aan de oml. selber.</i>	
AKKOORD	BESPREKEN
<i>[handwritten initials]</i>	<i>[handwritten initials]</i>
BESL. LD.: <i>Conform</i>	

De Weledelgestreng Heer
H. Lammers
Landdrost Openbaar Lichaam
"Zuidelijke IJsselmeerpolders"
Stadskantoor
Lelystad.

Oostvoorne, 20 april 1977..

Weledelgestreng Heer,

Bijgaand zenden wij U een memorandum met betrekking tot de technisch-economische evaluatie van stadsverwarming in Almere. Het is opgesteld door een werkgroep, die op particulier initiatief is gevormd en waarvan de personalia in het memorandum zijn vermeld.

De leden van de werkgroep zijn van mening dat stadsverwarming, als toepassingsmogelijkheid van warmte-kracht koppeling, waarmee zij uit hoofde van hun werkzaamheden regelmatig te maken hebben, een efficiënte en voor de hand liggende methode is om tot wezenlijke besparingen aan primaire energiedragers te komen. Het was deze gezamenlijke interesse, alsmede de unieke kans die voor stadsverwarming geboden wordt bij de bouw van de stad Almere, die heeft geleid tot de vorming van de werkgroep, die zich in eerste instantie het samenstellen van het hierbij gaande rapport als doel heeft gesteld.

Tijdens de opstelling hebben wij, de werkgroep, regelmatig contact gehad met de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Binnen de R.I.J.P. is ook een studie over dit onderwerp verricht. Wij hebben echter deze nieuwe studie verricht, omdat wij goede gronden meenden te hebben om aan te nemen, dat door een andere keuze van uitgangspunten, met name door het in rekening brengen van inflatie en fasering in de bouw, een gunstiger beeld van de rentabiliteit kon worden verkregen. Duidelijk is gebleken, dat de, overigens aanvaardbare, aanloopverliezen van ca. f 30.000.000,-- na 11 à 16 jaren zijn "terugverdiend". Een gevoeligheidsanalyse heeft tevens geleerd dat, ten gevolge van het huidige hoge prijspeil van de brandstoffen, de resultaten betrekkelijk ongevoelig zijn voor variaties in de overige randvoorwaarden. De gevoeligheid bleek het grootst te zijn voor de verhouding van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit en de hoeveelheid geproduceerde warmte in het stadsverwarmingssysteem.

Bovendien is gebleken, dat na het doorlopen van de financieel ongunstige aanloopperiode, een tijd aanbreekt waarin een zeer gunstig rendement optreedt voor het geïnvesteerde kapitaal, n.l. een D.C.F.-rente (of "return on investment") van ca. 20 %.

De werkgroep meent derhalve dat, vooral gelet op de uiteindelijk resulterende aardgasbesparing van ca. $120 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ /jaar, het nader onderzoeken van een stadverwarmingsproject Almere zeer gewenst is. Op basis van in meerdere decennia opgedane ervaringen in de Scandinavische landen kan gesteld worden, dat stadsverwarming als verwarmingssysteem volledig aanvaardbaar is voor het publiek, terwijl tevens met dergelijke projecten de werkgelegenheid in Nederland ten zeerste gediend is (tot omstreeks 2000 dient 435 miljoen gulden geïnvesteerd te worden).

De resultaten van onze bevindingen zijn begin december gepresenteerd aan de R.I.J.P. en kort geleden met deze dienst besproken. Vervolgens is het memorandum gezonden aan de minister van Verkeer en Waterstaat en andere betrokken ministeries. De werkgroep zal daarnaast achtergrondinformatie verschaffen door middel van een publicatie in een dagblad.

Nu binnenkort ook over de hoofdkern van Almere beslissingen zullen worden genomen, is de werkgroep van mening, dat tevens een optimale keuze van de wijze van ruimte-verwarming van de nieuw te bouwen stad, moet worden gedaan. Daarbij is meer dan alleen een lokaal belang gediend. Door toepassing van stadsverwarming in Almere, bestaat de mogelijkheid om een deeloplossing van het energieprobleem, zoals genoemd in de "Energienota" (hoofdstuk 12.4, pagina 164 onder "e"), in Nederland te realiseren.

In het vertrouwen, U met de toezending van het memorandum van dienst te zijn, teken ik, namens de werkgroep,

hoogachtend,



Ir. J.B. Fortuin

PRESENTATIE VAN HET RAPPORT 'ECONOMISCHE EVALUATIE
STADSVERWARMING ALMERE', UITGEBRACHT DOOR DE WERK GROEP
STADSVERWARMING.

Allereerst wil ik namens de werkgroep het Openbaar Lichaam Zuidelijke IJsselmeer Polders danken voor de uitnodiging, om ons rapport te presenteren in aanvulling op de rapporten van de Rijksdienst IJsselmeerpolders en de studiegroep 'Energie Besparing' van de Economisch Technologische Dienst voor Noord Holland. Het is een gelukkige omstandigheid, dat de drie rapporten elkaar aanvullen, zodat een compleet beeld van de mogelijkheden van stadsverwarming gegeven wordt. Het RIJP-rapport geeft een algemeen beeld, waarbij echter de exploitatiekosten in de aanlooperperiode summier zijn. Het ETD-rapport gaat dieper in op technologische aspecten. Onze werkgroep heeft zich gericht op de economische aspecten, met name van belang voor de beoordeling van de financiële risico's, die aan stadsverwarming verbonden zijn.

De werkgroep stadsverwarming is in september vorig jaar geformeerd en bestaat uit vier particulieren, die uit hoofde van hun studie, beroep en interesse zich tot het onderwerp aangetrokken voelden. Wij meenden, dat in deze tijd van toenemende energieschaarste de keuze van ruimteverwarming in een uniek geval als Almere ruime aandacht verdiende. Ons rapport kan het beste worden gelezen in aansluiting op het RIJP-rapport. De uitgangspunten zijn bewust hetzelfde gehouden op een enkele uitzondering na, waar dit naar de mening van de werkgroep de rentabiliteit ten goede kwam.

Ter inleiding breng ik nog even in herinnering, wat het voordeel is van stadsverwarming boven gewone centrale verwarming. Wij verwarmen onze woon- en leefruimte door het verbranden van brandstof, gewoonlijk aardgas. Daarbij moeten wij zo'n 30 à 35% warmteverlies door de schoorsteen voor lief nemen. Wanneer wij niet in ieder huis een CV-ketel zetten maar een gemeenschappelijke per blok of wijk dan worden de verliezen er niet veel minder om. Een heetwaternet, waaraan de huizen zijn aangesloten levert op deze wijze geen voordeel.

Het voordeel, dat wij kunnen boeken is gelegen in de mogelijkheid om met onze hoogwaardige brandstof zeer economisch electriciteit ^{te} kunnen opwekken om vervolgens met de overblijvende restwarmte, die een normale electriciteitscentrale aan het koelwater afstaat, onze huizen te verwarmen. In de zomer heeft dat natuurlijk weinig zin, maar in de winter kan het warmteverlies van de centrale, dat in de zomer 60% bedraagt, teruggebracht worden tot 15 à 25%. Deze wijze van gecombineerde opwekking van electriciteit en heet water voor woonruimteverwarming noemen wij stadsverwarming. Een rekensommetje leert, dat de hoeveelheid brandstof, die daarbij wordt gespaard van ongeveer gelijke grootte moet zijn als de brandstof, die wij anders voor CV alleen moeten gebruiken.

In de praktische uitvoering worden naast gecombineerde opwekking, de z.g. warmtekrachtcentrale decentraal een aantal centrales opgesteld, die alleen voor warmtelevering zijn ingericht, de z.g. hulpwarmtecentrales.

Deze werken alleen op koude dagen, ongeveer 1/10 deel van de tijd, dat de warmtekrachtcentrale in bedrijf is.

De vraag, die wij ons hebben gesteld was: is stadsverwarming voor Almere economisch, hoe groot zijn de aanloopverliezen hoe lang is de aanloopperiode, hoe wordt de rentabiliteit daarna en last not least, hoe beïnvloeden fouten in de aannamen dit resultaat of anders gezegd, hoe is de gevoeligheid voor de belangrijkste factoren?

Voor een stad als Almere hebben we te maken met een bouwscenario, dat zich over 25 jaar in verschillende stadskernen voltrekt. Een gefaseerde bouw is daarbij geboden. Bij de berekening over een langere periode als in dit geval moet men rekening houden met stijgingen in de energieprijzen en ook de invloed van de inflatie op de afschrijvingen meenemen. De berekening van jaarlijkse en cumulatieve kosten en baten bij variërende prijzen en een veranderende geldswaarde is alleen mogelijk met gebruikmaking van de computer.

Welke zijn nu de resultaten van deze berekeningen?

Allereerst, dat bij de door ons gekozen warmtekrachtcentrale, een z.g. STEG-eenheid, met een electriciteits-/warmteverhouding van 1 op 1, een hoeveelheid brandstof kan worden bespaard, die overeenkomt met meer dan 70% van wat anders door de normale CV zou worden gebruikt. In de eindsituatie, dus omstreeks 2000 komt dit neer op 150 mln m³ aardgas per jaar of wel ongeveer 0,1% van ons huidig nationaal energiegebruik.

Voor wat betreft het jaarlijks exploitatiesaldo volgt uit de berekening, dat dit na ca 8 jaar positief wordt en dat na 14 jaar okk het cumulatieve saldo positief wordt, de aanloopperiode is daarmee ca 14 jaar. Voor projecten in de sfeer van de openbare voorzieningen is dit een redelijke termijn. De aanloopverliezen bedragen maximaal 30 mln gulden. Vergelijken we dit met de extra investeringen, die uiteindelijk met het project gemoeid zijn, 440 mln dan zijn deze aanloopverliezen laag. De overige investeringen kunnen uit de opbrengsten van het bedrijf worden gefinancierd. Dit o.i. positieve resultaat moet echter worden gecontroleerd op de gevoeligheid voor belangrijke factoren. van een factor. Wij vonden, dat bij een 25% onjuiste aanname de duur van de aanloopperiode ten hoogste met 4 jaar per factor wordt verlengd. Dit geldt voor de verhouding electriciteit/warmte en voor de rentestand. De andere onderzochte factoren hebben veel minder invloed, hooguit een jaar en wel in afnemende volgorde: de inflatie, de elektriciteitsvergoeding, de kosten van het secundaire leidingnet, de bouw- tijd en tenslotte de prijsstijging in de brandstof. Dit laatste is opmerkelijk. Het betekent eenvoudig dit, dat sinds de energiecrisis de brandstofprijs op een dusdanig hoog niveau is gestegen, de situatie ten gunste van stadsverwarming is komen te liggen en dat het de energiebesparing is, die de exploitatie ook economisch draagt.

Wij menen daarom, dat een herhaling van onze berekening, op basis van door de betrokken instellingen goedgekeurde uitgangscijfers onze resultaten zal bevestigen.

**ECONOMISCHE
EVALUATIE
STADSVERWARMING
ALMERE**

ECONOMISCHE EVALUATIE STADSVERWARMING ALMERE

Memorandum, samengesteld door een werkgroep Stadsverwarming

Amsterdam, april 1977.

U.Ph. Lely
A.H. Herfkens
J. Hanhart
J.B. Fortuin

PERSONALIA LEDEN WERKGROEP

U.Ph. Lely, 29 jr., natuurkundig ingenieur TH Delft,
afstudeerrichting Wiskunde.

Organiseerde in voorjaar 1973 het Symposium Wereldenergie-
huishouding voor de studievereniging Technische Physica.
Thans op basis van de T.A.P.-regeling werkzaam bij de
Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders te Lelystad.

A.H. Herfkens, 27 jr., werktuigkundig ingenieur TH Delft,
afstudeerrichting Energievoorziening.

Projektingenieur Comprimo B.V., Amsterdam, afd. Energie-
systemen.

Publiceerde over warmtekrachtsystemen t.b.v. stadsverwarming.

J.B. Fortuin, 42 jr., werktuigbouwkundig ingenieur TH Delft,
afstudeerrichting Warmtetechniek.

Hoofd afdeling Energiesystemen Comprimo B.V., Amsterdam.

Publiceerde o.m. over warmtekrachtsystemen ten behoeve van
stadsverwarming.

J. Hanhart, 44 jr., natuurkundig ingenieur TH Delft,
afstudeerrichting Fysische Technologie.

Systems manager Akzo Zout Chemie Locatie Rotterdam.

Bestudeert mogelijkheden van intercorporate en inter-
disciplinaire samenwerking op het gebied van schaarsteverschijnselen.

Inhoud

	<u>pag.</u>
1. Samenvatting	3
2. Inleiding	4
3. Berekeningsmethode	6
4. Diskussie	9
Overzicht uitgevoerde berekeningen	9
Gevoeligheidsanalyse	10
Grafische weergave van de resultaten	13
Voor- en nadelen stadsverwarming	14
Aanloopverliezen	15
Conclusies	16
5. Referenties	18
6. Begrippen	19
7. Omrekenfactoren	21

Bijlagen

1. Printout basisgeval
2. Berekeningsvoorbeeld
3. Schema woningbouw
4. Overzicht uitgangspunten
5. Overzicht te installeren leidingen

1. SAMENVATTING

In dit memorandum wordt een economische evaluatie gegeven van de toepassing van stadsverwarming in Almere. Hiertoe werd gebruik gemaakt van een computerprogramma, dat op basis van een aantal invoergegevens de diverse, voor de rentabiliteit van het projekt kenmerkende, gegevens kan berekenen. Hierbij werd de bouw van de woningen gefaseerd aangenomen, zoals aangegeven in de prognoses van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Door variatie toe te passen in de invoergegevens konden aan weerskanten van het gekozen "basisgeval" uitkomsten verkregen worden, die het inzicht verschaffen in de gevoeligheid van de eindresultaten van deze variaties.

Als resultaat van de uitgevoerde studie kwam onder meer naar voren dat bij toepassing van een z.g. STEG-, d.w.z. een uit gas- en stoomturbines bestaande installatie voor het leveren van elektriciteit en warmte, ten opzichte van individuele centrale verwarming en conventionele elektriciteitsopwekking brandstofbesparingen tot 70 à 80% mogelijk zijn.

Voorts is, onder realistisch aangenomen omstandigheden, te verwachten dat het jaarlijkse exploitatiesaldo na 5 à 7 jaren reeds positief wordt en dat na 11 à 16 jaren de aanloopverliezen volledig gecompenseerd zullen zijn. Hierbij is steeds rekening gehouden met inflatie en een boven deze inflatie uitgaande stijging van de brandstofprijs.

De uiteindelijk te bereiken gunstige rentabiliteit van het projekt (uit de drukken in de "earning power" of "D.C.F."-rente) blijkt vooral een gevolg te zijn van de hoge te verwachten waarde van de jaarlijkse brandstofbesparingen.

De gevoeligheid voor de andere invoergegevens is tamelijk gering, het sterkst echter nog van de verhouding tussen de geproduceerde elektriciteit en warmte en voor de vergoeding welke voor de elektriciteit wordt ontvangen.

2. INLEIDING

Ruimteverwarming vergt ca. 30% van ons nationale energieverbruik. Uit oogpunt van energiebesparing wordt daarom getracht, het energieverbruik in deze sektor te verlagen.

Ten opzichte van de conventionele c.v.-installatie met een brandstofrendement van ca. 65% kan een verbetering van ca. 15% worden verkregen door toepassing van wijkverwarming. Deze vorm van afstandsverwarming kan bij nieuwbouw van grotere stadswijken of stadskernen geschieden in combinatie met de opwekking van elektriciteit, waardoor een nagenoeg tweemaal zo gunstig rendement wordt verkregen als mogelijk is met een conventionele elektrische centrale, en vanwaar de restwarmte naar het oppervlaktewater moet worden afgevoerd. Daarom wordt in de Energienota gezegd:

"Meer mogelijkheden lijken voorshands aanwezig in het gebruik van afvalwarmte van de elektriciteitscentrales. In dit kader zal ook onderzoek moeten plaatsvinden naar mogelijkheden, die kleine, gedecentraliseerde centrales bieden voor de opwekking van elektriciteit en warmte samen ten behoeve van het binnenklimaat van huizen en gebouwen" (1).

Een voordeel van stadsverwarming is voorts, dat men niet alleen aangewezen is op aardgas. Ook kolen of olie, zelfs zwavelhoudend, mits vergast en ontzwaveld, komen bij de huidige milieu-eisen in aanmerking. Aardgas blijft dan gereserveerd voor o.a. kleinverbruikers elders.

Bij het beantwoorden van de vraag, of stadsverwarming voor een woningbouwproject in aanmerking komt, dient men rekening te houden met een complex van factoren. Voor het uitvoeren van berekeningen en gevoeligheidsanalyses is de computer dan het aangewezen hulpmiddel. Het voordeel daarvan is niet alleen, dat verschillende factoren veel genuanceerder in rekening kunnen worden gebracht dan bij berekening met de hand, maar ook dat de gevoeligheid van het eindresultaat voor variaties in de factoren kan worden nagegegaan.

Dit memorandum geeft de resultaten van een dergelijke berekening voor Almere. De redenen van deze keuze zijn tweërlei.

"If energy conservation is to be taken seriously, the Netherlands will also have to give careful consideration to the combined generation of electricity and heat for new towns" (2). Voorts zal naar aanleiding van het deze dagen door de Rijksdienst IJsselmeerpolders uit te brengen rapport over stadsverwarming voor Almere bij verschillende instanties de oordeelsvorming op gang komen.

Het resultaat van de berekening wordt als discussiestuk aangeboden. Het computerprogramma kan vlot worden aangepast aan andere inzichten en kan daardoor bevorderend werken op de kommunikatie tussen verschillende instanties.

Voor het goede begrip wordt opgemerkt, dat de auteurs stadsverwarming niet als doel op zichzelf beschouwen. Een positief economisch en energetisch resultaat betekent huns inziens alleen

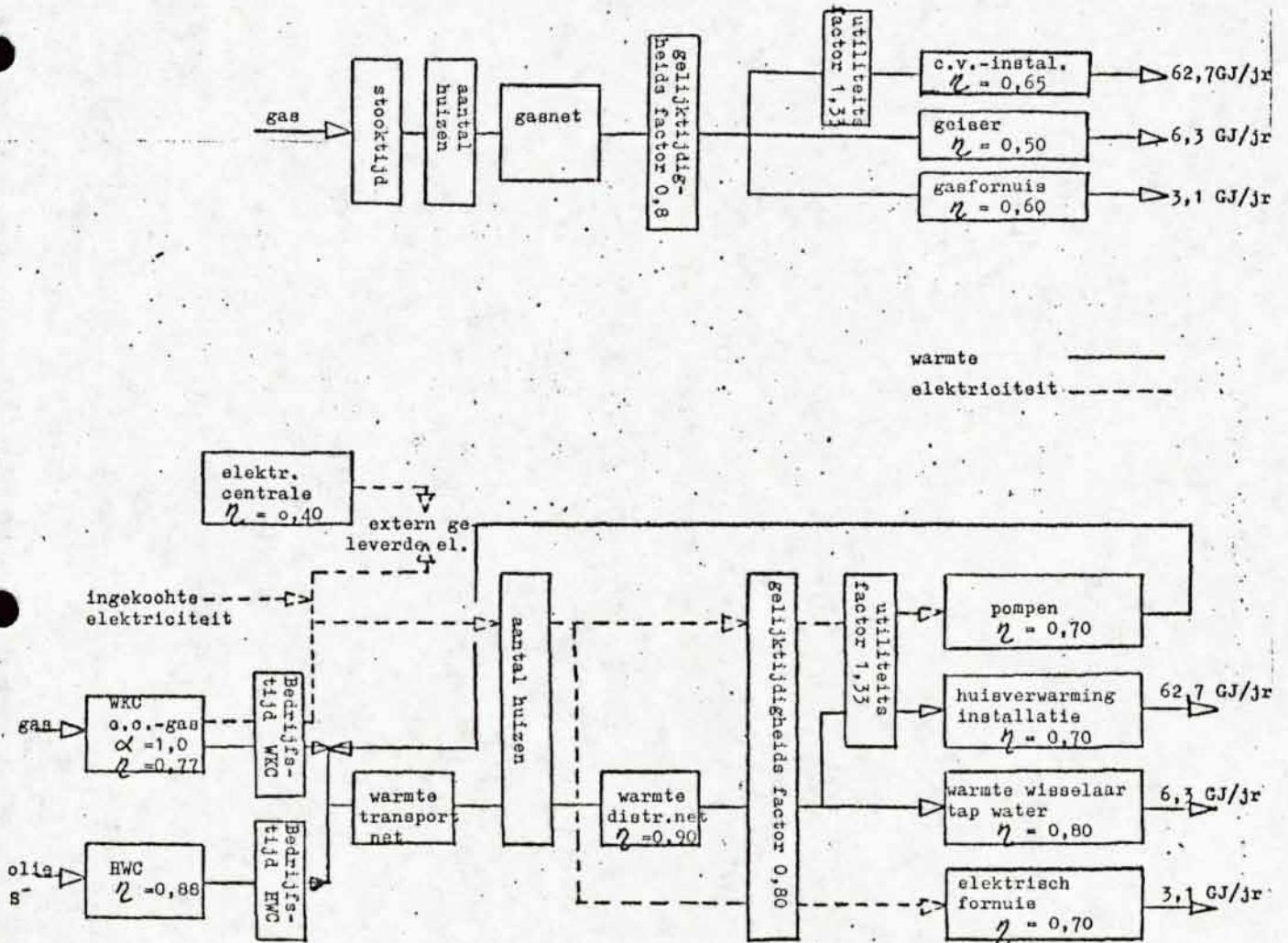
1. dat conventionele c.v.-installaties niet meer de enige oplossing zijn
2. dat een kort studieproject voor stadsverwarming waarin technologische en financieel-economische onzekerheden worden geëlimineerd, gewettigd is.

3. BEREKENINGSMETHODE

Voor de berekeningsmethode is aangenomen, dat in het jaar 2000 een aantal van 42.000 woningen gebouwd is. Deze zullen zijn verdeeld over 4 woonkernen, die volgens het bouwschema in bijlage 3 worden volgebouwd.

Voorts is aangenomen, dat er geen gasnet in Almere wordt aangelegd. Het koken gebeurt elektrisch en warm tapwater wordt geproduceerd in een tegenstroom-warmtewisselaar met het verwarmingswater.

In figuur 1 is het rekenschema voor de energiestromen bij stadsverwarming en individuele verwarming weergegeven. Voor een getallenvoorbeeld wordt verwezen naar bijlage 2.



Figuur 1. Rekenschema berekeningsmethode stadsverwarming.

De eerste woningen worden van warmte voorzien door een hulpwarmte centrale (HWC). (4)

In de HWC wordt alleen warm water geproduceerd en geen elektriciteit. De verbinding tussen de hulpwarmte centrale en de woonhuizen, het secundaire leidingnet, wordt tegelijkertijd met de huizen gebouwd. Wanneer de woonkern voor ca. 40% is gebouwd, wordt het secundair leidingnet via een hoofdtransportleiding, het primaire leidingnet, aangesloten op de warmte-krachtcentrale (WKC). In deze centrale wordt gecombineerd warm water en elektriciteit geproduceerd.

De berekening kan worden uitgevoerd voor verschillende typen WKC's: Hoge-druk stoomturbine met zwavelarme olie als brandstof, 'combined-cycle' (C.C.) op aardgas* ("combined cycle" of STEG-installatie, bestaand uit gas- en stoomturbine), idem op zwavelhoudende olie met olievergassing en -ontzwaveling. (3)

De HWC's worden gestookt op zwavelarme olie.

Omdat ervan wordt uitgegaan, dat de konsument per genoten eenheid warmte evenveel betaalt in het geval van stadsverwarming als bij een individuele c.v.-installatie, worden het brandstofverbruik en alle overige daaraan verbonden kosten eveneens berekend voor c.v.-installaties.

Bij de simultane opbouw van het stadsverwarmingssysteem is getracht, de te installeren warmte-krachtcentrales, hulp-warmtecentrales en pijpleidingssystemen van een zodanige eenheids grootte te kiezen en op een zodanig tijdstip te installeren, dat steeds aan de warmtevraag voldaan kan worden en een gedane investering zo snel mogelijk wordt benut.

Volgens het hierboven beschreven schema zijn de variabele en vaste kosten per jaar berekend voor het geval dat de meeste in aanmerking komende installatie, n.l. de STEG-eenheid, wordt toegepast. Daar rekening wordt gehouden met inflatie zijn alle jaarlijkse kosten en baten steeds uitgedrukt in "gulden 1976".

De aan het openbare net geleverde elektriciteit wordt verkocht tegen een prijs, equivalent aan de brandstofkosten van een conventionele elektrische centrale, al dan niet vermeerderd met een bepaald bedrag aan vaste kosten.

De prijs voor de brandstoffen en het brandstofgedeelte van de elektriciteitsprijs wordt op basis van de huidige energieprijzen per jaar bepaald uit een procentuele stijging ten opzichte van de inflatie. De vaste kosten per jaar bestaan uit kapitaalslasten, onderhouds- en personeelskosten. Bij al deze kosten zijn die, welke verband houden met het alternatief van een gasnet met individuele centrale verwarmingsinstallaties in mindering gebracht, daar deze worden uitgespaard. De installaties worden afgeschreven op aanschafwaarde. Personeels- en onderhoudskosten worden alleen gespecificeerd voor de grotere investeringen: de centrale en het leidingnet.

Met behulp van bovengenoemde kosten worden het jaarlijks en cumulatief saldo van het baten en lasten berekend, ook weer gecorrigeerd voor inflatie door dit uit te drukken in een geldeenheid ter waarde van de gulden in 1976.

Ter beoordeling van de rentabiliteit wordt per jaar de DCF-rente berekend over de periode tussen het beschouwde jaar en het begin van het projekt.

4. DISKUSSIE

4.1 Overzicht uitgevoerde berekeningen

Als uitgangspunt voor de berekeningen dient het basisgeval, d.w.z. de onder aangenomen nominale omstandigheden optredende situatie, waarvan de gegevens vermeld zijn in bijlage 4. Met de hulp van de in hoofdstuk 3 vermelde berekeningsmethode, die tot een computerprogramma werd verwerkt, werden een hoeveelheid berekeningen uitgevoerd.

Dit leidde in eerste instantie tot jaarcijfers, d.w.z. de jaarlijkse baten en lasten, die optreden bij het projekt. Uit deze jaarcijfers kunnen een aantal afgeleide resultaten worden gevonden, waarbij door ons als belangrijkste de volgende twee criteria bepaald werden:

- A. De tijd, die verstrijkt tussen het beginnen met investeren in het projekt en het tijdstip, waarop de gecumuleerde jaarsaldi een som 0 opleveren, de "break-even"-tijd.
- B. De "earning power", die, bij toepassing van de DCF-methode* vanaf dit "break-even" tijdstip voor de verder looptijd van het projekt optreedt. Deze "earning-power" is per definitie de in rekening te brengen rentevoet, die de gekapitaliseerde netto baten relateert aan de som van alle gedane investeringen.
Met in rekening brengen van de inflatieinvloed en de bankrente werden alle investeringen, die tot een bepaald tijdstip zijn verricht, steeds op "present-day-value" teruggebracht.

*zie begrippenlijst (hoofdstuk 6) onder "earning power".

Voor het basisgeval (bijlage 1) wordt nu voor de onder "A" gedefinieerde "break-even"-tijd een waarde van 13,6 jaren gevonden en voor de "earning power" tot 1995 (d.w.z. dat het projekt, dat bij exact volgen van de woningbouw in 1974 begonnen had moeten zijn, dan 21 jaren in aanbouw en exploitatie geweest zou zijn) een waarde van 17,3%. Hoewel de "aanlooperperiode" van 13,6 jaren vrij lang is, wat echter een direct gevolg is van de zo sterk gefaseerde bouw, is de te verwachten rentabiliteit van de eenmaal gedane investeringen uiteindelijk zeer gunstig. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat de zeer grote besparingen aan aardgas een gunstig effect hebben op de nationale betalingsbalans en dat het totale stadsverwarmingsprojekt door de inherente arbeidsintensiviteit (zowel direct als indirect door toelevering van de benodigde materialen en uitrusting) een bijdrage zou kunnen leveren in de bestrijding van de werkeloosheid op langere termijn.

4.2 Gevoeligheidsanalyse

Voor het oorspronkelijk aangenomen basisgeval werd een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij werden voor variaties in de uitgangsgesvens de financieel-economische consequenties nagegaan.

De resultaten van de op deze wijze uitgevoerde berekeningen zijn in de figuren 2A en 2B weergegeven.

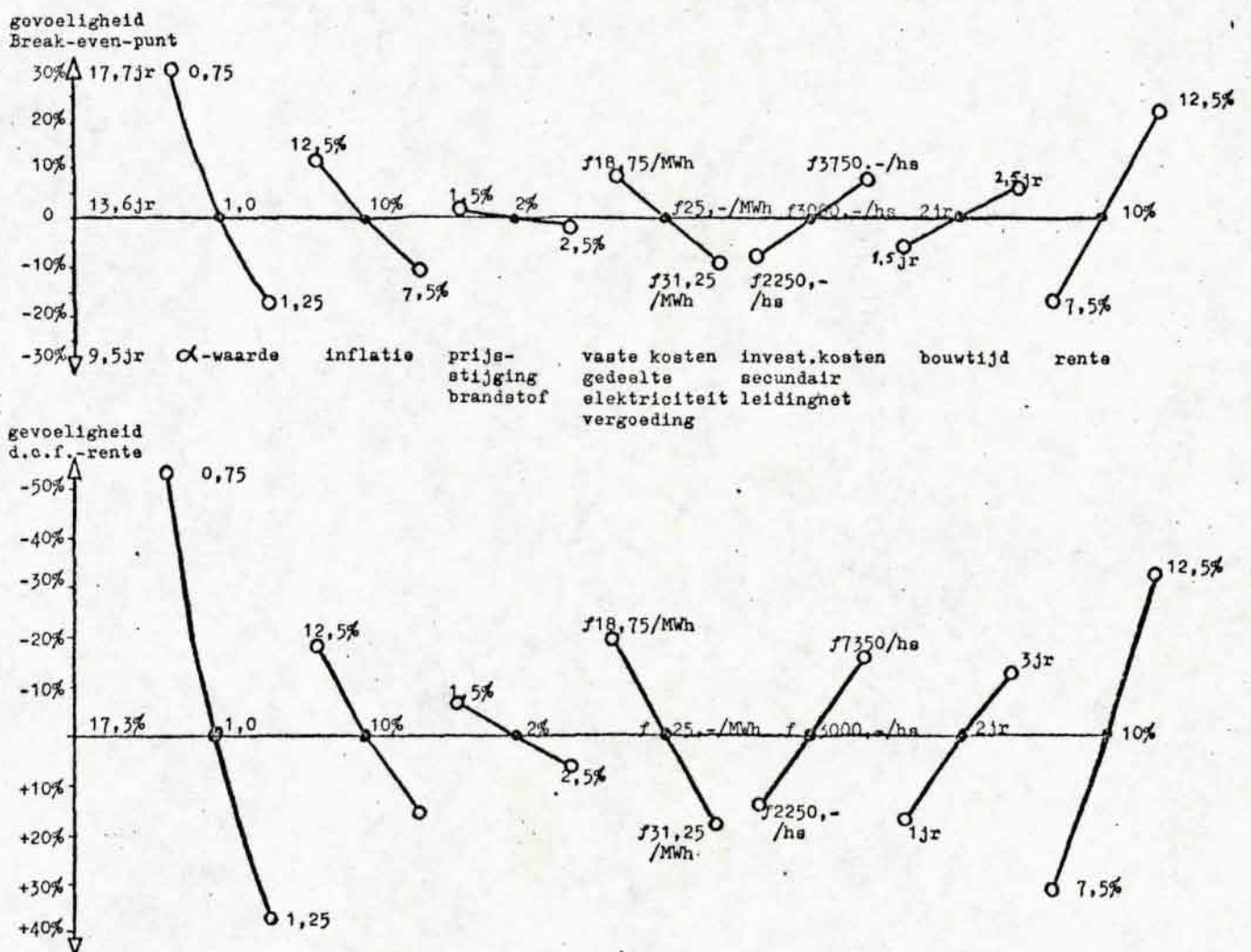


Fig. 2A + B: Gevoeligheid van break-even punt en "earning power" voor enige belangrijke uitgangspunten.

In fig. 2A is grafisch aangegeven op welke wijze de "break-even" tijd verandert indien de diverse uitgangsgegevens stuk voor stuk met + 25% en - 25% variëren om de basiswaarde heen. De helling van de op deze wijze verkregen lijnen is een maatstaf voor de gevoeligheid t.o.v. de basisgegevens. Zo geeft, als voorbeeld, de eerste lijn van fig. 2A de invloed weer van de α . Dit is de verhouding van de geproduceerde elektriciteit (MW_e) en geproduceerde warmte (MW_{th}). De α -waarde varieert van 0,75 tot 1,25 en de bijbehorende "break-even-tijd" van 17,7 tot 11,5 jaar. Op analoge wijze blijkt uit fig. 2B, dat de "earning power" voor ditzelfde geval kan fluctueren tussen 8,1% en 23,6%

Uit een beschouwing van de lijnen in fig. 2 blijkt, dat vooral de α -waarde, de vaste-kosten vergoeding van de elektriciteitsproduktie en de rentevoet, die bij amortisatie van de investeringen in rekening gebracht wordt, een belangrijke rol spelen. Tevens blijkt, dat de inflatie het effect van de rente goeddeels teniet doet.

Opvallend is b.v. voorts, dat de invloed van de kosten van het aan te leggen warmtedistributienet niet zo groot is, als wellicht verwacht werd. Bedraagt de "break-eventijd" bij f 2250,- per woning 12,7 jaar, bij toename tot f 3.750,- per woning is deze tijd slechts met 0,8 jaar toegenomen tot 14,5 jaar, terwijl de "earning power" daalt van 19,7 tot 14,8%.

Daar sterke variaties van de rentevoet niet te verwachten zijn, is de conclusie, dat het van wezenlijk belang is, dat de vaste-kosten vergoeding per kWh elektrisch op een redelijk niveau, b.v. minstens f 25,- per MWh (2½ ct/kWh) ligt en dat een warmte-kracht systeem wordt gekozen met een hoge α -waarde.

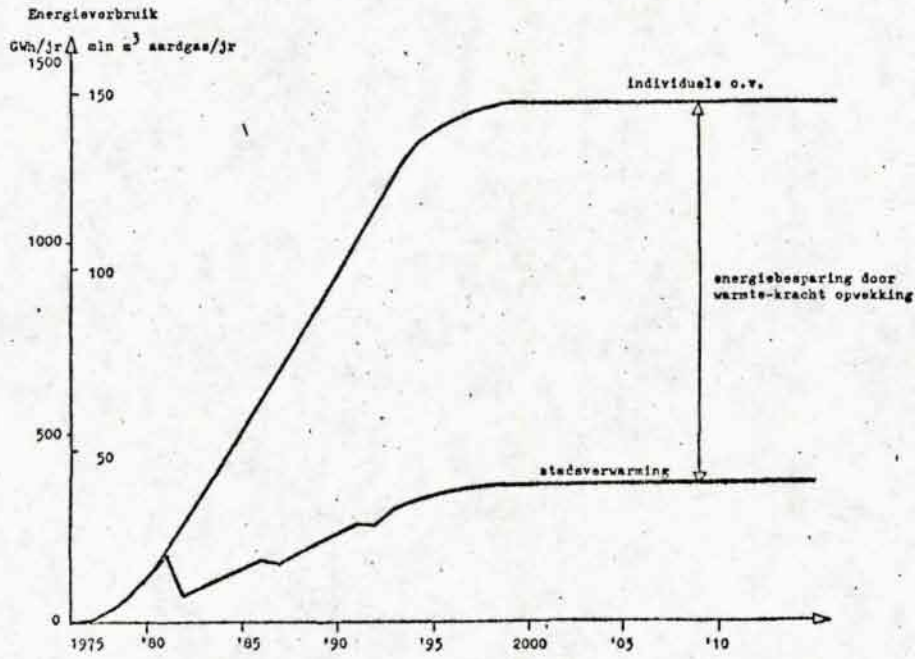


fig. 3. Totaal brandstofverbruik per jaar

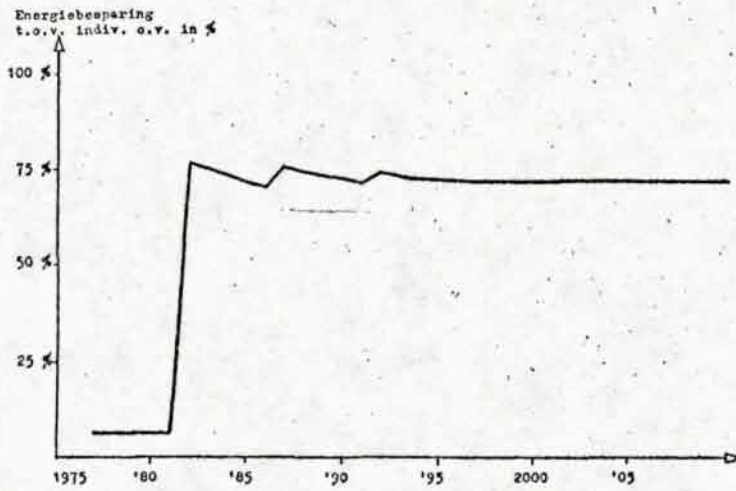


fig. 4A Energiebesparing per woning

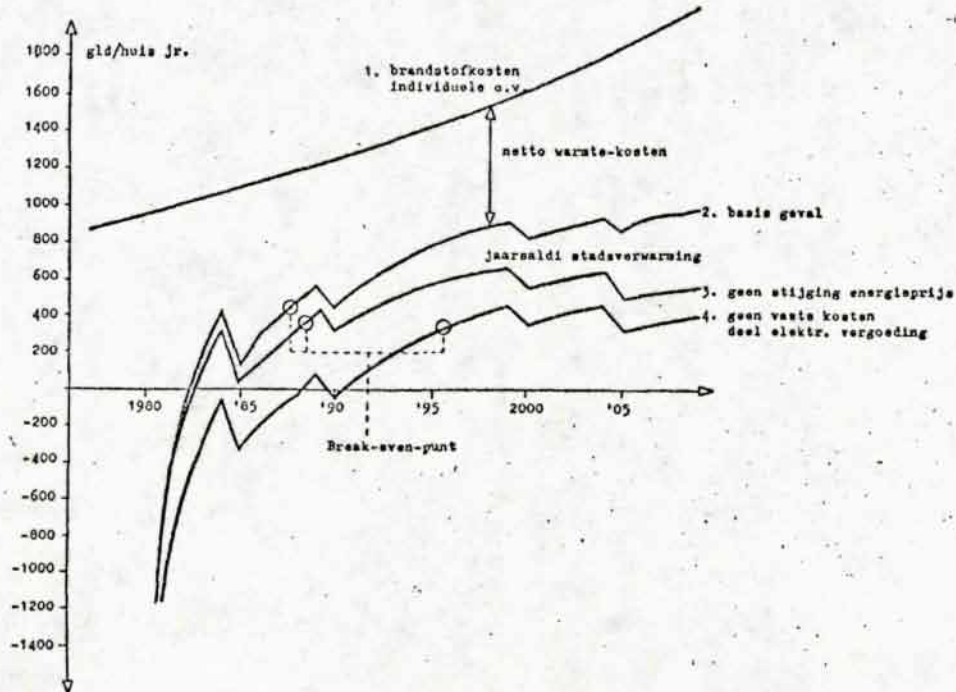


fig. 4B Financiële resultaten per woning

4.3 Grafische weergaven van de resultaten

In fig. 3 is weergegeven, welke besparingen aan primaire energiedragers (brandstof) per jaar te verwachten zijn als gevolg van de toepassing van stadsverwarming. De bovenste lijn geldt voor individuele centrale verwarming, waarbij blijkt dat in dat geval het uiteindelijke jaarverbruik aan aardgas ca. $155 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ gas zou bedragen.

Bij toepassing van stadsverwarming zou de aan de verwarming toe te rekenen jaarlijkse hoeveelheid aardgas (of aardgas-equivalent) echter slechts $40 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ zijn, ofwel slechts 26% van de hierboven genoemde hoeveelheid.

Hierbij is van de totaal voor produktie van warmte en elektriciteit benodigde brandstof de voor de elektriciteitsproduktie benodigde brandstof, die zou opgetreden zijn in een conventionele centrale, afgetrokken. Hiermee ontstaat het als zeer gunstig aan te duiden brandstofverbruik van slechts 26% van dat bij individuele centrale verwarmingsinstallaties.

De brandstof besparing is, qua orde van grootte, bij toepassing van de gunstige "combined-cycle" (of STEG-) installatie altijd aanzienlijk groter dan mogelijk is in het geval van het "klassieke" warmte-kraftbedrijf met uitsluitend stoomturbines.

Bij de berekeningen is mede rekening gehouden met het standaardgebruik aan tapwater en de daarvoor benodigde brandstof.

Uit fig. 4A blijkt eveneens, dat vanaf 1981, bij een projektaanvang in 1974, deze jaarlijkse brandstofbesparing te verwachten valt.

In fig. 4B zijn de te verwachten brandstofkosten per woning en per jaar weergegeven als funktie van de tijd.

Bij aannname van de uitgangspunten zoals vermeld voor het basisgeval en bij toepassing van individuele c.v.-installaties per woning geeft de bovenste lijn deze brandstofkosten aan. Duidelijk blijkt, hoezeer door de stijging van de energiekosten met 2% per jaar de totale kosten toenemen. De inflatie heeft weining invloed, daar alle kosten, zoals eerder vermeld, zijn bepaald in gulden ter waarde van de gulden in 1976.

De lijn 2 geeft het per woning behaalde exploitatiesaldo van de stadsverwarming weer t.o.v. de c.v.-installatie. Na 1983 wordt dit positief en benadert uiteindelijk de kosten in het geval van individuele c.v. zelfs tot b.v. 56% in 1995.

Na 1987 is voor deze basissituatie ook het cumulatief saldo positief.

In lijn 3 is het jaarlijkse saldo per woning aangegeven voor 0% energieprijsstijging en 10 % inflatie, in lijn 4 voor het basisgeval met echter een vastekostenvergoeding per geleverde kWh-elektrisch van 0.

Ten slotte werden in fig. 5 de brandstofkosten, voor zover direkt toe te rekenen aan de verwarming, uitgezet tegen de tijd. De bovenste lijn geldt voor individuele c.v. en de onderste voor stadsverwarming, waarbij het voordeel van de gecombineerde warmte- en stroomlevering dus, via de brandstofrekening, aan de inwoners ten goede is gedacht te komen.

Ook hieruit blijkt, dat de te verwachten besparingen zéér belangrijk zijn en voor het jaar 2000 b.v., voor het basisgeval in de orde van 35 miljoen gulden per jaar zijn.

Uiteindelijk komen deze besparingen misschien wel niet aan de individuele bewoners, maar dan toch wel aan de gemeenschap ten goede.

4.4 Voor- en nadelen van stadsverwarming

Aan stadsverwarming zijn uiteraard zowel voor- als nadelen verbonden.

Op de brandstofbesparing en het uiteindelijk te bereiken gunstige rendement op de gedane investeringen is reeds uitvoerig ingegaan. Het is echter wellicht zinvol om de consequenties van stadsverwarming voor de uiteindelijk meest belanghebbende, n.l. de bewoner van de aangesloten woningen, nader te beschouwen.

Zoals gesteld, is er in dit memorandum van uitgegaan, dat in de woningen geen gas beschikbaar wordt gesteld.

Dit heeft tot gevolg, dat er een besparing optreedt door het gasdistributienet achterwege te laten, wat betekent dat het explosie- en vergiftigingsgevaar (als gevolg van onvoldoende ventilatie) in de woning geheel is uitgebannen.

Dit impliceert echter tevens dat de bewoners dienen over te gaan op elektrisch koken. Dit elektrisch koken vormt vaak een psychologisch knelpunt voor het gehele systeem. Wel blijkt dat de gewenning aan elektrisch koken vrij snel optreedt en tot grote mate van tevredenheid aanleiding geeft bij b.v. de Scandinavische gebruikers.

De omschakeling is noodzakelijk, omdat er geen gas meer nodig is voor stookdoeleinden, en ook het warme gebruikswater via het stadsverwarmingssysteem geleverd kan worden, zodat de gasgeiser overbodig is, wat tot gevolg heeft dat de aanleg en exploitatiekosten van het gasnet volledig op het gasverbruik voor kookdoeleinden zouden komen te drukken. Dit zou leiden tot een onrendabele aansluiting voor het gasbedrijf en toch een relatief hoge gasprijs voor de gebruikers waardoor het aantrekkelijker is om het elektriciteitsnet enigszins te verzwaren en dan van elektrisch koken uit te gaan.

Het warme water uit het distributienet wordt, zoals opgemerkt, zowel voor verwarmings- als tapwater-doeleinden gebruikt. Dit blijkt in de praktijk als gunstig ervaren te worden door de bewoners, omdat

- 1°. geen bouwkundige stookvoorzieningen meer nodig zijn (bij nieuwbouw), wat meer ruimte schept.
- 2°. De bedrijfszekerheid in de warmteleverantie toegenomen is t.o.v. eigen warmteproduktie en geen onderhoudskosten optreden.
- 3°. De per tijdseenheid beschikbare hoeveelheid heet tapwater aanzienlijk groter is dan met een z.g. keukengeiser mogelijk is.

4.5 De z.g. "aanloopverliezen"

Onder de aanloopverliezen wordt de maximale waarde van de gecumuleerde negatieve exploitatiesaldi van de beginfase van het projekt verstaan. Dit geeft een indicatie t.a.v. het voor deze periode benodigde "overbruggingskrediet" om de aanloopperiode te overbruggen. Hoewel elk technisch projekt van grotere omvang in de eerste (bouw)-fase nog geen winst kan opleveren, dient te worden toegegeven dat deze aanloopverliezen juist bij toepassing van stadsverwarming een zeer belangrijke en soms zelfs beslissende rol spelen.

Ten einde echter de zo belangrijke energiebesparingen te realiseren en de uiteindelijk te verwachten zeer rendabele periode van het totale projekt te kunnen bereiken, dienen deze aanloopverliezen gefinancierd te worden om vervolgens te worden afgelost uit de te verwachten winsten na de aanlooperperiode.

Voor het basisgeval (zie bijlage 1) en variaties van enkele invoergegevens met + 25% zij de in de volgende tabel vermelde waarden voor de "aanloopverliezen" gevonden.

Uitgangssituatie	Jaar waarin het max. cumulatieve verlies wordt bereikt	Max. waarde van het aanloopverlies
Basisgeval	1982	f 27,9 x 10 ⁶
Rentevoet 12,5%	1983	f 38,1 x 10 ⁶
7,5%	1981	f 21,3 x 10 ⁶
Inflatie 7,5%	1982	f 32,5 x 10 ⁶
12,5%	1981	f 24,8 x 10 ⁶
Stijging brandstof prijs 2,5%	1982	f 27,7 x 10 ⁶
1,5%	1982	f 28,1 x 10 ⁶
Leiding kosten per woning 2250	1982	f 25,8 x 10 ⁶
3750	1982	f 30,1 x 10 ⁶
α-waarde 0,75	1983	f 31,6 x 10 ⁶
1,25	1981	f 27,4 x 10 ⁶
Vaste kosten gedeelte el. vergoeding 18,75f/MWh	1982	f 29,0 x 10 ⁶
31,25f/MWh	1981	f 27,4 x 10 ⁶
Bouwtijd 3 jr	1982	f 35,9 x 10 ⁶
1 jr	1982	f 20,3 x 10 ⁶

Jaar waarin het grootste cumulatieve verlies optreedt en de waarde daarvan.

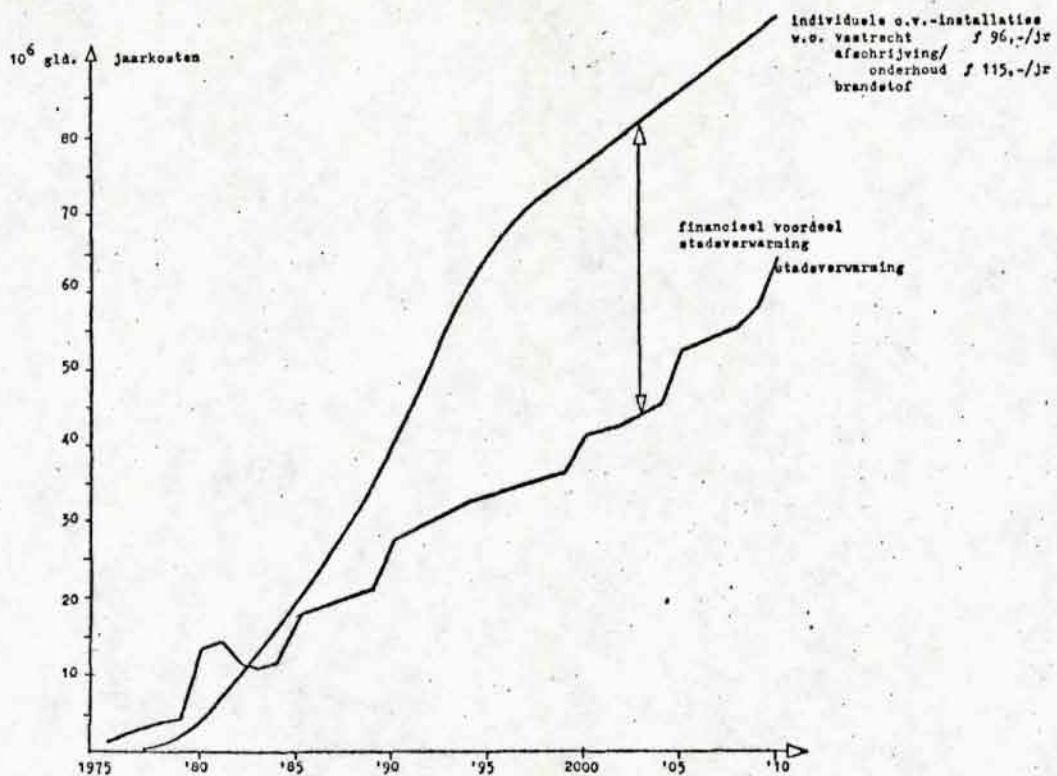


fig. 5 Totale kosten per jaar

Conclusie

De met de computer berekende gevallen hebben een groot aantal resultaten opgeleverd, waaruit conclusies t.a.v. aanloopperiode en rentabiliteit van het stadsverwarmingsproject Almere konden worden getrokken.

Ten opzichte van het basisgeval bleken weliswaar verschillen op te treden in de resultaten bij wijziging van de uitgangsgegevens, maar tevens bleek, dat dit in het algemeen niet de resultaten op doorslaggevende wijze beïnvloedt, althans niet indien slechts één der variabelen wordt gewijzigd. Uit een gevoeligheidsanalyse bleek, dat de belangrijkste invloedsfactoren de vaste-kostenvergoeding per kWh elektrisch, de rentevoet zijn, de inflatie en de verhouding van de opgewekte elektrische en thermische energie (α -waarde). Dit houdt in, dat bij het technisch ontwerp van de installatie een zo groot mogelijke α -waarde moet worden gerealiseerd, voor zowel vol- als deellastgedrag.

Als functie van de tijd werden het jaarlijks exploitatiesaldo, het cumulatief exploitatiesaldo en de energiebesparing, zowel in Nm³ aardgas als in geld uitgedrukt, bepaald.

Het blijkt dat, zodra in het kader van de gefaseerde bouw, een warmtekrachteenheid in bedrijf genomen kan worden voor levering van warmte aan het stadsnet, het jaarlijkse exploitatiesaldo snel toeneemt en dus ook de aanloopverliezen begint te compenseren.

Het is dus zaak steeds zo spoedig mogelijk te komen tot warmtekracht bedrijf. Het gunstigst hierbij is de "combined-cycle" installatie met aardgas als brandstof, daarna volgen resp. de "combined-cycle" installatie met olievergassing en de oliegestookte H.D.-stoominstallatie met aftap- of tegendrukbedrijf. De besparing is minder, doch de brandstof is goedkoper.

Het "break-even" punt, waar dus een cumulatief saldo = 0 bereikt wordt, blijkt steeds na + 13 jaar op te treden en is dus vrij ongevoelig voor de meeste factoren. Het uiteindelijk te bereiken cumulatieve- en jaarsaldo is veel gevoeliger, al blijft het steeds in absolute zin gunstig. Dit bevestigt de reeds eerder getrokken conclusie, dat bij het huidige brandstofprijspeil de te bereiken energiebesparing een dergelijk projekt draagt, ongeacht wat er verder gebeurt.

Uit de uitgevoerde studie is gebleken, dat stadsverwarming, beschouwd aan het voorbeeld van Almere, bijdraagt tot een zuiniger gebruik van de schaarse grondstoffen aardgas en olie en tevens, na een aanloopperiode van ca. 13 jaren om de hoge initiële kosten "terug te verdienen", - een zeer aantrekkelijke rentabiliteit van het geïnvesteerde kapitaal garandeert.

5. REFERENTIES

- (1) Energienota. Ministerie van Economische Zaken.
Staatsdrukkerij.
- (2) Energy Conservation: Ways and Means.
Rapport nr. 19
Stichting Toekomstbeeld der Techniek.
Uitgave Koninklijk Instituut van Ingenieurs.
- (3) Ir. W.L. Boerendans en Ir. J.B. Fortuin
Gecombineerde opwekking van elektrische energie en warmte;
een kwantitatieve analyse.
De Ingenieur, nr. 48, jaargang 87 d.d. 27 november 1975.
- (4) J.B. Fortuin en A.H. Herfkens
Aardgasbesparing door afstandsverwarming: wat kost het en
wat brengt het op?
Klimaatbeheersing nr. 9, Jaargang 5 - 1976.
- (5) De energieprijsexplosie na de oliecrisis.
Vereniging voor Krachtwerktuigen, circulaire nr. 136.

6. BEGRIPPEN

Bedrijfstijd	De verhouding tussen de jaarlijks geleverde warmte en de capaciteit van de installatie.
"Break-even"-tijd	De tijd, die verstrijkt tussen het beginnen met investeren in het projekt en het tijdstip, waarop de gecumuleerde jaarsaldi een som gelijk aan 0 opleveren.
Combined Cycle (CC)	Warmtekracht installatie, welke is opgebouwd uit een gasturbine, gecombineerd met een stoomturbine-installatie. Indien zwavelhoudende olie als brandstof wordt gebruikt wordt er een vergassings- en ontzwa-velingsinstallatie aan toegevoegd.
"Earning power"	De in rekening te brengen rentevoet, die de gekapitaliseerde netto baten relateert aan de som van alle gedane investeringen. De "earning power" wordt berekend volgens de "Discounted Cash Flow"-methode (DCF-methode). in formule vorm $\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{netto jaarsaldo}}{\left(1 + \frac{\text{D.C.F.}}{100}\right)^i} = 0$
Gelijktijdigheidsfactor	Statistische factor ter correctie van het aantal woonhuizen, dat in rekening brengt dat een aantal woningen geen warmte gebruikt door afwezigheid van bewoners e.d.
Hoge druk stoom installatie	Warmtekracht centrale, welke bestaat uit een aftap- of tegendrukstoom turbine, aangedreven door hoge druk stoom.
Primair leidingnet	Het leidingnet, dat het warme water vanuit de warmtekrachtcentrale transporteert over relatief grote afstanden naar centrale distributiepunten. Wordt in fasen aangelegd.
Secundair leidingnet	Het warmte-leidingnet, dat het warme water vanaf de centrale punten naar de woningen leidt. Wordt simultaan met de huizen aangelegd.
Utiliteitsfactor	Factor, welke het warmteverbruik door scholen, winkels, kantoren en bedrijven koppelt aan een aantal woonhuizen.
α	Verhouding van de opgewekte hoeveelheid elektrische tot thermische energie.
η	Energetisch rendement, zijnde de verhouding tussen geleverde en toegevoerde energie.

- Gevoeligheid Het quotiënt van de relatieve variatie van een factor en de relatieve variatie van de grootte, welke op gevoeligheid wordt onderzocht.
- $$\frac{\Delta \text{ factor/factor}}{\Delta \text{ grootheid/grootheid}} \times 100\%$$
- Warmtelast-diagram Diagram van in aflopende volgorde gerangschikte eenheden warmte per uur, waarmee de centrales worden belast. Ten behoeve van berekeningen wordt vaak gewerkt met een gelineariseerd diagram.
- Equivalentente vollasttijd De bedrijfstijd, die een warmtekracht- of een hulp-warmtecentrale zou moeten leveren onder de omstandigheid, dat de totaal geïnstalleerde capaciteit steeds gelijk zou zijn aan de maximale warmtelast.

7. OMREKENFACTOREN

Orde groottes

kilo (k) = 10^3

mega (M) = 10^6

giga (G) = 10^9

Eenheden

1 megawatt uur (MWh)	= 3600 megawatt seconde (MWs) = 3.6 giga joule (GJ)
1 giga calorie (Gcal)	= 4.19 giga joule (GJ)
1 nm ³ aardgas	= 7560 kcal (onderste verbrandingswaarde)
1 kg olie	= 9800 kcal (onderste verbrandingswaarde)

DE UITGANGSPUNTEN ZIJN

DE BEHOEFTE AAN: WARM WATER 6.300 GJ
 KOOKWARMTE 3.100 GJ
 RIJLIEVERWARMING 62.700 GJ DE VERMENIGVULDIGFACTOR IS 1.53

DE GELIJKTIJDIGHEIDSFACITOR IS .80

DE EQUIVALENTE VOLLASTTIJD VOOR DE GEHELE INSTALLATIE 1600.00 UUR
 DE WARMTEKRACHTCENTRALE 3600.00 UUR
 DE HULPWARMTECENTRALE 266.67 UUR

DE INFLATIE REDRAAGT 10.0 0/0

OLIE S- (1) GAS (2) OLIE S+ (3) ELECTR. (4)
 16.920 20.520 13.320 53.009
 0.00 21.28 -21.29 225.11
 0.00 40.00 -30.00 200.00
 2.00 2.61 1.50 1.66

PRIJS 1976
 AFWIJKING T.O.V. 1
 AFWIJKING IN 2000
 JAARLIJKSE STIJGING

DE TOESLAG VOOR DE KLEINVERBRUIKER VAN GAS IS 9.000 GLD/MWH

HET NIET-BRANDSTOFDEEL IN DE ELECTRICITEITS PRIJS IS 24.984 GLD/MWH-EL BIJ VERKOOP
 24.984 GLD/MWH-EL BIJ INKoop

HO-STO WKG-GAS WKG-OLIE HC-OLIE CV-GAS FORN-GAS FORN-EL EL.CENT. GASGEIS EL.BOIL W-LEID W-W.H2O POMPEN GASNET
 PER KW-TH < > PER HUIS

DE AFNEMEREN
 84.0 77.0 73.0 68.0 65.0 60.0 70.0 40.0 50.0 90.0 90.0 80.0 70.0 0/0
 HET JAARL. RENDEMENT VAN HET WARMTE DISTRIBUTIE NET 90.0

DE VERHOUDINGEN TUSSEN DE GEPRODUCEERDE ELECTRICITEIT EN DE VRIJKOMENDE WARMTE (ALFA)
 .50 1.00 .66 -0.00

DE SPECIFIEKE INVESTERINGEN
 612.500 773.000 850.000 160.000 -.250 3.000 -1.300 K.O.LD

DE AFSCHRIJFTERMIJNEN
 20 20 20 20 15 25 15 25 JAAR

HET JAARLIJKS PERCENTAGE VOOR DE KAPITAALSLAAT MET EEN BANKRENTE VAN 10.0 0/0
 11.75 11.75 11.75 11.75 11.75 13.15 13.15 11.02 11.02 0/0

HET JAARLIJKS ONDERHOUD
 12.250 15.460 17.000 3.200 -.013 .030 -.005 -.013 K.O.LD

DE JAARLIJKSE PERSONEELSKOSTEN
 12.250 15.460 17.000 1.600 K.O.LD

SPECIFIEKE POMPERMIDDELEN
 .999 .999

JAAR	ULTIMO	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
AANTAL OPGELEVERDE WOIINGEN		0	0	200	1000	2000	4000	6000	8300	10700	13200
VERM.WKC (A = 1,00)	MW-TH	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	75.000	75.000	75.000
VERM. HULPW.CENTR.	MW-TH	.000	.000	60.000	108.000	108.000	108.000	108.000	108.000	108.000	108.000
RES.VERM.WKC	MW-TH	.000	.000	.000	-210	-4.543	-9.096	-18.191	-27.287	37.253	26.538
RES.VERM.HWC	MW-TH	.000	.000	.000	50.636	101.178	94.357	80.713	67.070	51.380	35.008
BEDR.TIJD WKC	UREN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2406.1	3026.2
BEDR.TIJD HWC	UREN	0.0	0.0	0.0	73.3	203.7	407.3	814.6	1221.9	16.4	73.6
ENERGIE BESPARING	GWH-TH	0.000	0.000	0.000	.481	2.405	4.810	9.619	14.429	207.823	262.021
TOV. CV	0/0	1	1	1	7.39	7.39	7.39	7.39	7.39	76.99	75.30
TOV. CV + EL.CENT.	0/0	1	1	1	8.52	8.52	8.52	8.52	8.52	30.32	30.14
PRIJS GAS	GLD/MWH	19.469	19.994	20.520	21.056	21.605	22.170	22.749	23.344	23.953	24.579
OLIE S+	GLD/MWH	12.929	13.123	13.320	13.520	13.723	13.929	14.139	14.351	14.566	14.785
OLIE S-	GLD/MWH	16.243	16.524	16.920	17.259	17.604	17.956	18.315	18.681	19.055	19.434
PRIJS BRANDST. EL.	GLD/MWH	53.227	54.110	55.000	55.921	56.843	57.791	58.750	59.724	60.716	61.723
PRIJS FLECTRICITEIT	GLD/MWH	78.211	79.094	79.992	80.905	81.832	82.775	83.734	84.709	85.700	86.707
BRANDSTOF KOSTEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.086	.440	.899	1.431	2.041	11.286	14.665
WARMTE OPBRENGST	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.172	.875	1.781	3.629	5.545	7.815	10.767
GELEVERDE EL. EXTERN	GWH-EL	0.000	0.000	0.000	-1.344	-1.721	-3.443	-6.886	-10.329	166.170	208.545
INKOMSTEN EL.	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-1.028	-1.141	-1.285	-1.577	-1.875	14.241	14.082
OPBR. H2O + EL.KOKEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.018	.094	.192	.392	.599	.847	1.114
SALDO VAR. KOSTEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-.076	-.383	-.791	-1.613	-2.468	-11.637	-14.798
KAP.LAST WKC+HC	MLN.GLD	0.000	1.025	1.752	1.881	1.966	1.835	7.006	7.234	8.943	9.413
+ LEIDINGEN	MLN.GLD	0.000	.123	.774	.792	1.232	1.564	3.314	3.908	4.766	5.438
ONDERH. POMPEI	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.007	.034	.065	.129	.188	.253	.317
+ CV	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-0.011	-0.056	-0.109	-0.215	-0.314	-0.425	-0.534
PERS.KOST. GASNET	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-0.034	-0.183	-0.363	-0.715	-1.038	-1.392	-1.737
SALDO JAARL.KOSTEN	MLN.GLD	0.000	1.213	2.526	2.630	2.989	2.992	10.419	9.978	12.164	12.897
SALDO(VARIA.+JRL.)	MLN.GLD	0.000	1.213	2.526	2.554	2.501	2.202	8.806	7.509	.528	-1.901
KUM.SALDO 10.0 PERTE	MLN.GLD	0.000	1.213	3.739	6.293	8.894	11.095	19.902	27.411	27.939	26.038
INVEST. WKC + HWC	MLN.GLD	9.600	17.280	17.280	17.280	17.280	75.255	75.255	75.255	84.855	84.855
TRANSP.LEID.	MLN.GLD	1.880	7.900	7.900	9.490	9.490	19.510	19.510	21.490	21.490	22.930
DISTR.LEID.	MLN.GLD	0.000	0.000	.845	4.227	9.454	16.908	25.362	35.004	45.228	55.796
TOTALE INVESTERING	MLN.GLD	11.480	25.180	26.025	30.997	35.224	111.673	120.127	131.829	151.573	163.181
DCF INTERNE RENTE	0/0										
KOSTEN ALS WKC 6000 UREN GEBRUIKT WORDT											
ENERGIE BESPARING	GWH-TH	0.000	0.000	0.000	.481	2.405	4.810	9.619	14.429	181.569	240.297
TOV. CV + EL.CENT.	0/0	1	1	1	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	13.43	16.94
BRANDSTOF KOSTEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.086	.440	.898	1.431	2.041	28.036	28.904
GELEVERDE EL. EXTERN	GWH-EL	0.000	0.000	0.000	-1.410	-2.049	-4.099	-8.199	-12.297	432.989	428.071
INKOMSTEN EL.	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-0.336	-1.163	-1.339	-1.866	-1.042	37.107	37.117
OPBR. H2O + EL.KOKEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	.024	.121	.245	.501	.766	1.080	1.419
SALDO VAR. KOSTEN	MLN.GLD	0.000	0.000	0.000	-.076	-.383	-.791	-1.613	-2.468	-17.967	-19.897
SALDO JAARL.KOSTEN	MLN.GLD	0.000	1.213	2.526	2.630	2.989	2.992	10.419	9.978	12.164	12.897
SALDO(VARIA.+JRL.)	MLN.GLD	0.000	1.213	2.526	2.554	2.501	2.202	8.806	7.509	-5.802	-7.001
KUM.SALDO 10.0 PERTE	MLN.GLD	0.000	1.213	3.739	6.293	8.894	11.095	19.902	27.411	21.609	14.668

JAAR	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ULTIMO	15700	17800	20100	22600	25300	29000	31000	34000	36700	38700
AANTAL OPGELIVERDE KOPIJINGEN										
VERM. WKC (A = 1.00)	75.000	75.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	225.000	225.000	225.000
VERM. HULP-CENTR.	160.000	160.000	160.000	160.000	270.000	270.000	270.000	270.000	270.000	336.000
RES. VERM. WKC	14.969	3.590	-5.951	59.589	47.220	34.941	22.661	9.018	70.375	58.096
RES. VERM. HWC	17.953	60.899	46.574	30.884	13.929	43.411	84.992	64.527	44.062	25.643
BEDR. TIJD WKC	3641.5	4240.2	4713.7	2062.0	3176.0	3537.9	3634.5	4192.8	3184.2	3406.1
BEDR. TIJD HWC	154.6	150.8	219.6	71.4	117.8	135.5	143.4	187.3	108.7	142.7
ENERGIE RESPARING	316.090	360.972	411.296	495.260	550.322	606.565	666.175	729.363	827.663	886.139
TOV. CV	73.63	72.24	71.05	75.76	74.07	73.97	73.16	72.34	74.65	74.24
TOV. CV + FL. CENT.	29.95	29.79	28.65	30.19	30.09	29.99	29.90	29.01	30.09	30.02
PRIJS GAS	25.221	25.910	26.556	27.240	27.961	28.591	29.441	30.210	30.999	31.809
GLD/HWH	15.007	15.233	15.462	15.694	15.930	16.169	16.412	16.658	16.908	17.162
GLD/HWH	19.824	20.221	20.625	21.038	21.459	21.888	22.326	22.772	23.228	23.692
GLD/HWH	62.747	64.346	64.346	64.922	65.922	67.116	68.427	70.037	71.575	73.262
PRIJS BRANST. EL.	87.731	88.722	89.830	90.904	92.000	93.111	94.242	95.391	96.559	97.746
GLD/HWH	18.267	21.996	25.275	28.671	32.081	35.741	39.741	44.087	48.779	53.877
BRANSTOF KOSTEN	12.907	15.649	18.694	20.819	23.869	27.248	30.756	34.732	38.660	42.795
WARMTE OPBRENGST	250.368	290.791	323.758	394.090	437.489	482.629	526.968	575.549	627.923	703.192
GELEVERDE FL. EXTERN	21.967	26.532	29.875	35.080	40.249	44.928	49.662	54.702	63.528	68.734
INKOMSTEN EL.	1.404	1.705	1.974	2.277	2.515	2.992	3.364	3.820	4.292	4.736
OPRR. H2O + FL. KAKEN										
SALDO VAR. KOSTEN	-18.010	-21.194	-23.822	-29.306	-31.652	-32.238	-30.815	-42.776	-48.202	-51.888
KAP. LAST	8.815	14.750	13.693	15.872	15.949	15.224	20.835	19.423	21.598	20.387
LEIDINGEN	6.308	7.913	7.705	8.083	8.950	9.409	9.834	10.363	10.658	11.181
POMPEY	330	432	480	526	575	630	680	738	796	854
ONDERH.	643	746	821	903	992	1.089	1.181	1.285	1.391	1.493
PERS. KOST. GASNET	-2.073	-2.383	-2.592	-2.923	-3.075	-3.347	-3.594	-3.887	-4.155	-4.347
SALDO JAARL. KOSTEN	12.667	19.074	16.467	20.755	21.407	20.325	26.570	25.411	27.703	26.583
SALDO (VARIA. + JRL.)	-5.344	-2.120	-5.355	-7.951	-10.245	-14.411	-12.245	-17.365	-20.499	-25.305
KUM. SALDO 10.0 RENTE	20.694	16.974	13.219	5.668	-4.577	-15.759	-31.233	-48.599	-67.097	-94.402
INVEST. WKC + HWC	142.830	142.630	150.510	160.110	160.110	218.085	218.085	227.685	227.685	227.685
TRANSP. LEID.	24.910	26.380	28.500	32.650	32.550	32.550	32.650	32.650	32.650	37.650
DISTR. LEID	66.363	75.240	84.962	95.929	106.942	118.354	131.035	144.716	155.129	163.583
TOTAAL INVESTERING	234.103	246.450	263.952	288.289	299.702	367.069	361.770	404.051	415.464	423.918
DCF INTERNE RENTE				-3.5	2.2	5.7	9.2	11.6	13.5	15.1
KOSTEN ALS WKC 6000 UREN GEBRUIKT WORDT										
ENERGIE RESPARING	295.861	356.016	401.436	449.420	509.062	572.254	634.535	702.959	765.954	829.292
TOV. CV + FL. CENT.	20.10	24.39	24.92	16.05	17.74	19.44	21.03	22.68	17.79	18.93
BRANSTOF KOSTEN	20.855	30.862	31.904	63.967	65.046	67.709	69.827	71.958	100.490	112.597
GELEVERDE EL. EXTERN	422.947	417.823	413.720	858.806	853.802	847.149	842.615	836.467	1280.318	1274.785
INKOMSTEN EL.	37.106	37.091	37.147	74.071	76.533	76.972	79.409	79.791	123.626	124.405
OPRR. H2O + FL. KAKEN	1.703	2.162	2.499	2.877	3.293	3.765	4.250	4.790	5.369	5.913
SALDO VAR. KOSTEN	-21.941	-24.039	-25.926	-37.780	-39.859	-42.164	-44.568	-47.364	-58.365	-60.716
SALDO JAARL. KOSTEN	12.667	19.074	18.467	20.755	21.407	20.325	26.570	25.411	27.703	26.583
SALDO (VARIA. + JRL.)	-9.274	-4.965	-7.359	-17.025	-18.452	-21.360	-18.018	-21.953	-30.662	-34.133
KUM. SALDO 10.0 RENTE	5.334	369	-6.990	-24.015	-42.467	-63.827	-61.045	-103.798	-134.459	-168.592
DCF INTERNE RENTE				11.1	15.2	17.0	19.5	20.9	22.1	23.1

JAAR	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ULTIMO	39800	49800	41800	41700	42000	42000	42000	42000	42000	42000
AANTAL OPGELEVERDE WOLIJNEN										
VERM. WKC (A = 1.00)	225.000	225.000	225.000	223.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
WV-TH	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000
WV-TH	39.450	43.543	39.450	36.721	33.256	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992
RES. VFRM. WKC	42.000	63.814	57.674	53.581	51.333	49.408	49.408	49.408	49.408	49.408
RES. VFRM. WKC										
BEDR. TIJD WKC	3568.7	3655.7	3738.2	3700.3	3810.4	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5
BEDR. TIJD WKC	139.0	152.4	163.7	169.6	173.1	176.5	176.6	176.6	176.6	176.6
ENERGIE RESPARING	929.054	954.624	973.010	986.547	992.207	992.262	992.262	992.262	992.262	992.262
TOV. CV	73.82	73.57	73.39	73.27	73.21	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16
TOV. CV + EL.CENT.	29.97	29.95	29.93	29.91	29.91	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90
PRIJS GAS	32.640	33.092	34.367	35.265	35.185	37.131	38.101	39.095	40.117	41.165
GLD/WKH	17.420	17.622	17.747	18.217	18.091	19.768	19.650	19.336	19.627	19.922
OLIE S+	24.166	24.949	25.142	25.645	26.153	29.581	27.215	27.759	28.314	28.881
OLIE S-	73.569	75.176	76.444	77.712	79.001	81.844	81.844	82.994	84.376	85.775
PRIJS BRANDST. FL.	98.953	105.180	101.423	103.096	103.383	103.295	106.628	107.923	109.360	110.759
PRIJS ELECTRICITEIT	69.355	73.164	74.641	77.694	82.110	85.005	87.215	89.483	91.508	94.195
BRANDSTOF KOSTEN	46.946	48.449	50.450	52.663	53.543	59.362	56.525	57.720	58.944	60.203
WARTF. OPRFNGST.	736.340	756.894	770.450	780.661	785.559	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452
GELEVERDE FL. EXTERN	72.643	75.746	78.106	80.171	81.587	83.231	84.285	85.355	86.444	87.550
INKOMSTEN FL.	5.106	5.383	5.628	5.840	6.017	6.199	6.341	6.488	6.630	6.792
OPBR. H2O + EL.KOKEN										
SALDO VAR. KOSTEN	-54.659	-56.390	-57.731	-58.680	-59.234	-59.786	-59.936	-60.081	-60.219	-60.351
KAP. LAST	19.575	19.447	19.156	18.104	17.319	16.524	21.071	19.935	18.901	18.835
WKC+HC	11.779	10.672	10.389	9.857	9.234	8.667	8.221	8.174	7.856	7.548
LEIDINGEN										
POMPEY		0.14	0.27	0.37	0.37	0.40	0.32	0.27	0.28	0.03
ONVERH. CV	-1.556	-1.602	-1.625	-1.645	-1.643	-1.554	-1.543	-1.621	-1.607	-1.600
PERS. KOST. GASNET	-4.391	-4.282	-4.127	-3.931	-3.695	-3.463	-3.233	-3.005	-2.829	-2.764
SALDO JAARL. KOSTEN	25.695	25.310	24.718	23.412	22.156	21.014	25.349	24.400	23.029	22.922
SALDO(VARIA.+JRL.)	-28.864	-31.020	-33.013	-35.269	-37.078	-38.772	-34.587	-35.681	-37.190	-37.430
KUM. SALDO 10.0 RENTE	-123.366	-154.447	-167.640	-223.728	-259.953	-274.578	-333.165	-360.646	-406.836	-443.466
INVEST. WKC + HVC	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685	227.665	227.685	227.685	227.685	227.685
TRANSP. LEID.	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650
DISTR. LEID.	168.655	172.459	174.995	174.264	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532
TOTAAL INVESTERING	428.990	432.794	435.330	436.599	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867
DCF INTERNE RENTE	16.3	17.3	18.1	18.7	19.1	19.5	19.8	20.0	20.2	20.3
KOSTEN ALS WKC 6000 UREN GEBRUIKT WORDT										
ENERGIE RESPARING	875.771	903.507	924.241	934.033	944.021	951.803	951.803	951.803	951.803	951.803
TOV. CV + EL.CENT.	19.75	20.22	20.57	20.60	20.92	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03
BRANDSTOF KOSTEN	115.732	116.874	122.669	125.316	128.514	131.993	135.435	138.961	142.588	146.292
GELEVERDE FL. EXTERN	1278.686	1268.227	1266.382	1285.152	1264.537	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923
INKOMSTEN FL.	125.738	127.051	128.446	129.926	131.493	133.085	134.770	136.482	138.222	139.991
OPBR. H2O + EL.KOKEN	6.362	6.694	6.986	7.235	7.439	7.550	7.710	7.975	8.145	8.318
SALDO VAR. KOSTEN	-62.414	-63.316	-63.921	-64.209	-64.159	-64.099	-63.571	-63.216	-62.733	-62.221
SALDO JAARL. KOSTEN	25.695	25.310	24.710	23.412	22.156	21.014	25.349	24.400	23.029	22.922
SALDO(VARIA.+JRL.)	-36.719	-38.007	-39.203	-40.797	-42.603	-43.583	-38.322	-38.214	-39.704	-39.300
KUM. SALDO 10.0 RENTE	-205.311	-243.318	-282.521	-323.318	-365.321	-406.605	-446.729	-489.545	-525.249	-564.549
DCF INTERNE RENTE	23.0	24.4	24.8	25.2	25.4	25.6	25.9	25.9	25.6	26.0

JAAR	ULTIMO	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013
AANTAL OPBELEVERDE HOHINGEN		42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000	42000
VERM. WKC (A = 1.00)	MW-TH	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000	225.000
VERM. HUI PW. CENTR.	MW-TH	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000	336.000
RES. VERM. WKC	MW-TH	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992	33.992
RES. VERM. HWC	MW-TH	49.488	49.488	49.488	49.488	49.488	49.488	49.488	49.488	49.488
BEDR. TIJD WKC	UREN	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5	3834.5
BEDR. TIJD HWC	UREN	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6
ENERGIE RESPARING	GWH-TH	999.262	999.262	999.262	999.262	999.262	999.262	999.262	999.262	999.262
TOV. CV	0/0	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16	73.16
TOV. CV + EL.CENT.	0/0	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90	29.90
PRIJS GAS	GLD/WHH	42.240	43.541	44.476	45.037	45.322	49.308	50.596	51.947	53.273
GLD/WHH		20.221	20.504	20.433	21.146	21.464	22.113	22.445	22.783	23.125
OLIE S+	GLD/WHH	29.458	30.404	30.643	31.281	31.865	33.175	33.834	34.515	35.205
OLIE S-	GLD/WHH	67.190	68.644	68.110	71.011	73.131	74.244	77.843	79.466	81.116
PRIJS BRANSTOF EL.	GLD/WHH	112.133	115.629	115.100	116.595	118.115	121.230	122.827	124.450	126.100
PRIJS ELECTRICITEIT	GLD/WHH	96.643	99.154	101.733	104.377	107.091	112.731	115.682	118.669	121.735
BRANSTOF KOSTEN	MLN.OLD	61.464	62.813	64.177	65.571	67.001	69.476	71.921	73.107	74.755
WARMTE OPBRENGST	MLN.OLD	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452	790.452
GELEVERDE EL. EXTERN	GWH-EL	80.635	80.635	80.635	80.635	80.635	80.635	80.635	80.635	80.635
INKOMSTEN EL.	MLN.OLD	6.931	7.114	7.282	7.454	7.630	7.808	8.190	8.387	8.569
OPBR. P20 + EL.KOKEN	MLN.OLD	-60.477	-60.535	-60.706	-60.809	-60.905	-61.069	-61.134	-61.196	-61.245
SALDO VAR. KOSTEN	MLN.OLD	17.982	22.324	21.073	20.635	20.411	23.626	22.257	21.886	20.675
KAP. LAST	WKC+HC	7.378	8.498	8.605	8.992	9.200	9.932	10.261	10.317	10.328
LEIDINGEN	MLN.OLD	9.83	9.03	9.09	9.19	9.24	9.45	9.45	9.45	9.45
POMPEN	MLN.OLD	-1.600	-1.600	-1.609	-1.623	-1.645	-1.661	-1.681	-1.662	-1.656
CV	MLN.OLD	-2.737	-2.869	-2.990	-3.146	-3.305	-3.464	-3.639	-3.772	-3.889
PERS. KOST. GASNET	MLN.OLD	21.846	27.056	25.982	25.776	25.594	29.233	28.123	27.714	26.900
SALDO JAARL. KOSTEN	MLN.OLD	-33.631	-33.339	-34.717	-35.334	-35.110	-31.437	-31.014	-33.483	-34.345
SALDO(VARIA.+JRL.)	MLN.OLD	-482.097	-515.436	-550.153	-585.187	-620.497	-688.448	-721.662	-755.145	-789.491
KUM.SALDO 10.0 RENTE	MLN.OLD	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685	227.685
INVEST. WKC + HWC	MLN.OLD	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650	32.650
TRANSP. LEID.	MLN.OLD	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532	177.532
DISTR. LEID.	MLN.OLD	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867	437.867
TOTAAL INVESTERING	MLN.OLD	20.4	20.5	20.6	20.7	20.7	20.8	20.6	20.8	20.8
DCF INTERNE RENTE	0/0	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2
KOSTEN ALS WKC 6000 UREN GESCHUIKT WORDT		951.803	951.803	951.803	951.803	951.803	951.803	951.803	951.803	951.803
ENERGIE RESPARING	GWH-TH	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03	21.03
TOV. CV + EL.CENT.	0/0	150.101	150.101	150.101	150.101	150.101	150.101	150.101	150.101	150.101
BRANSTOF KOSTEN	MLN.OLD	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923	1263.923
GELEVERDE EL. EXTERN	GWH-EL	141.720	143.616	145.477	147.357	149.283	151.241	153.244	155.295	157.381
INKOMSTEN EL.	MLN.OLD	8.497	8.497	8.667	9.060	9.253	9.461	9.662	10.101	10.326
OPBR. P20 + EL.KOKEN	MLN.OLD	-61.679	-61.106	-60.501	-59.863	-59.190	-58.481	-56.952	-56.129	-55.266
SALDO VAR. KOSTEN	MLN.OLD	21.846	27.250	25.989	25.776	25.594	29.233	28.123	27.714	26.900
SALDO JAARL. KOSTEN	MLN.OLD	-39.833	-33.850	-34.512	-34.884	-33.595	-33.905	-34.829	-38.424	-38.366
SALDO(VARIA.+JRL.)	MLN.OLD	-604.382	-630.232	-672.744	-706.830	-740.426	-774.230	-831.562	-859.978	-888.344
KUM.SALDO 10.0 RENTE	MLN.OLD	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2
DCF INTERNE RENTE	0/0	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2

Berekeningsvoorbeeld.

Energiegebruik en -besparing in 1977.

	verbruik per woning	GJ/j MWh/j	verwarming			warm water		koken		pompen		opm.
			stads- verw.	cv	stads- verw.	geiser	el. forn.	gas forn.	electr. verbr.	warmte ontw.		
:	rendement		62,7	62,7	6,3	6,3	3,1	3,1	0,999	0,999		
:	GJ/MWh		1	0,65	0,80	0,50	0,70	0,60	1	0,70		
x	gelijktijdigh.factor		3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6				
x	utiliteitsfactor		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		0,8
x	aantal woningen		1,333	1,333					1,333	1,333		1,333
:	leiding rendement		200	200	200	200	200	200	200	200		200
			0,98	0,882						0,98		0,98
=	energiegebruik	MWh/j	3790,4	5714,8	396,8	560,0	196,8	229,6	213,1	152,1		
-	transport		152,1									
=	energiegebruik		3638,3									
x	jaarrendement leiding		1,1									
=	energiegebruik		4002,1									
+	transport		396,8	789,6					213,1			
=	energiegebruik		4398,9	6504,4					409,9			
:	centralerendement		0,88						0,40			
=	brandstofgebruik		4998,8	6504,4					1024,7			
-	gebruik stadsv.		4998,8									
-	gebruik electr. bedr.		1024,7									
=	brandstofbesparing	MWh/j		481								

opm. 1 en 2 zie blad 2

Vaste kosten.

		hwc	prim. leiding	hwc	prim. leiding	sec leiding	cv	gasnet	pomp	opm.
investeringsjaar		'74	'74	'75	'75	'76	'76	'76	'76	1
lasten over		'76	'76	'77	'77	'76	'76	'76	'76	1
investering	f mln	9,60	1,88	7,68	6,02	0,60	0,20	0,26	0,034	
x utiliteitsfactor						1,333	1,333	1,333	1,333	
x kapitaalslast		0,1175	0,1102	0,1175	0,1102	0,1102	0,1315	0,1102	0,1315	
: inflatie		1,1 ³	1,1 ³	1,1 ²	1,1 ²	1,1	1,1	1,1	1,1	
= kapitaalsvergoeding	f mln	0,847	0,156	0,746	0,548	0,080	0,032	0,034	0,005	
+ personeel + onderh.	f mln	0,288	-	-	-	0,008	0,013	0,003	0,001	
= vaste kosten		1,135	0,156	0,746	0,548	0,088	0,045	0,037	0,006	
+ transport		0,746	0,548							
+ transport			0,088							
= vaste kosten cum.	f mln	1,881	0,792				0,045	0,037	0,006	

1. opgave aantal huizen op printout per ultimo van dat jaar, dus rekenen met aantal huizen voorafgaande jaar.

2. leiding piekrendement x jaarlijks rendement = 0,98 x 0,90 = 0,882

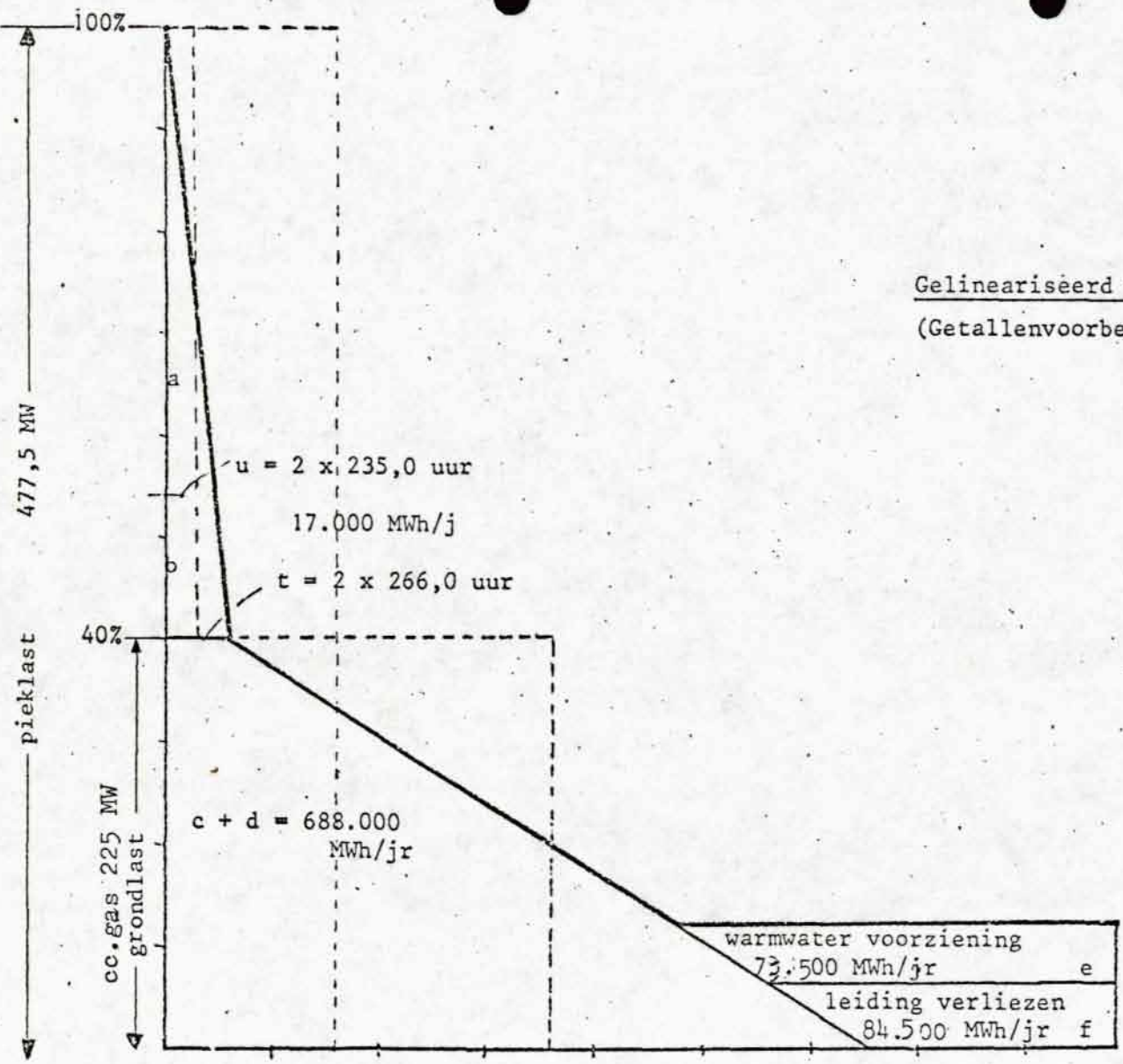
Bedrijfstijd in het jaar 2000

uitgangspunten:

opm:

equivalente vollasttijd			
gehele systeem	uur/jr	1600	
warmtekracht centrale	uur/jr	3600	
hulpwarmte centrales,t/2	uur/jr	266	
vermogen cc-gas	MW	225,0	
- waarvan reserve	MW	34,0	
+ vermogen HWC-olie	MW	336,0	
- waarvan reserve	MW	49,5	
= piek last	MW	477,5	1
u/2 (zie diagram)	uur/jr	235,0	
x (pieklast -	MW	477,5	
- vermogen cc-gas)	MW	225,0	
: vermogen HWC-olie)	MW	336	
= bedrijfstijd HWC	uur/jr	176,6	
oppervlakte b (zie diagr.)	MWh/j	17.000	
pieklast	MW	477,5	
x grondlast/pieklast		0,4	
x zg vollasttijd WKC	uur/j	3.600	
= oppervlakte c + d	MWh/j	688.000	
t.b.v. warmwater	MWh/hs	1,75	2,3
x aantal huizen		42.000	
: max. leidingrend.		0,98	
= oppervlakte e	MWh/jr	73.500	
correctie voor gem.leidingrend.			
oppervlakte c + d + e	MWh/j	761.500	
: gem.leidingrend.		0,9	
x (1 - gem. leidingrend.)		0,1	
= warmteverlies leidingen (opp. f)	MWh/j	84.500	
totaal opp. (b + c+d+e+f)	MWh/j	863.000	
: vermogen WKC	MW	225	
= bedrijfstijd WKC	uur/j	3.835	

- opm. 1. HWC wordt pas bijgezet als WKC voluit draait
 opm. 2. warmwater voorzieningen door het gehele jaar
 opm. 3. zie getallenvoorbeeld energiegebruiken



Gelineariseerd warmtelastdiagram
 (Getallenvoorbeeld jaar 2000)

Bijlage 3. Schema woningbouw

JAAR	ALMERE HAVEN		ALMERE STAD		ALMERE-3		ALMERE-4		TOTAAL ALMERE		HWC	WKC	PIJP-LEIDING	INDUSTRIE-TER-REIN	MW _{th} BESCHIK-BAAR
	WON.	WARMTE MW _{th}	WON.	WARMTE MW _{th}	WON.	WARMTE MW _{th}	WON.	WARMTE MW _{th}	WON.	WARMTE MW _{th}					
1976	200	2.1							200	2.6	60MW(1)		i	.5	60
1977	1000	10.7							1000	13.2	48MW(2)		,g,d,o	2.7	108
1978	2000	21.2							2000	26.4			l	5.5	108
1979	3500	37.3	500	5.2					4000	52.9				11.	108
1980	4700	50	1300	13.6					6000	79.3				16.4	108
1981	5700	61	2300	24.1	300	3			8300	109.7		75MW	a,b,c,p	22.7	183
1982	6500	69	3500	36.7	700	7.2			10700	141.3				29.3	183
1983	7100	76	4900	51	1200	12.3			13200	174.4			k	36.1	183
1984	7500	80	6400	67	1800	18.5			15700	207.6	60MW(5)		j	43	243
1985			7900	83	2400	24.6			17800	235			h	48.7	243
1986			9400	98	3000	30.7	200	2.1	20100	266		75MW		55	318
1987			10900	114	3600	37	600	6.3	22600	299			e,m	62	318
1988			12400	130	4200	43	1200	12.6	25300	335	48MW(4)			69	366
1989			13900	146	4800	49	1800	19	28000	370	60MW(5)		f,n	77	426
1990			15500	162	5600	57	2400	25	31000	410				85	426
1991			17100	179	6400	66	3000	31.6	34000	450		75MW		93	501
1992			18700	196	7000	72	3500	36.8	36700	485				100	501
1993			20200	212	7200	74	3800	40	38700	512	60MW(3)			106	561
1994			21200	222	7400	76			39900	528				109	561
1995			21900	229	7600	78			40800	540				112	561
1996			22300	234	7800	80			41400	548				113	561
1997			22600	237					41700	552				114	561
1998			22900	240					42000	555				115	561
1999															
2000															

* In de computerberekening is 1980 als bouwjaar gesteld.

Bijlage 4. Overzicht uitgangspunten.

	BASIS GEVAL	VARIATIE OP BASISGEVAL
<u>a. Technische Gegevens</u>		
- aantal woningen in jaar 2000 (zie tevens bijlage 3)	42.000	-
- utiliteitsfactor (factor voor kantoren, scholen, industrie, e.d.)	1,33	-
- gelijktijdigheidsfactor	0,8	-
- netto energiebehoefte per woning		
. ruimteverwarming (GJ/jaar)	62,7	-
. warm water (GJ/jaar)	6,3	-
. warmte voor koken (GJ/jaar)	3,1	-
- equivalente vollasttijd (uur/jaar)		
. gehele systeem	1.600	-
. warmte-krachtcentrale	3.600	-
. hulp-warmtecentrales	266	-
- rendementen(geleverde elektrische + warmte energie/ energie in toegevoegde brandstof)		
. warmte-krachtcentrale (combined-cycle op aardgas)	0,77	-
. hulp-warmtecentrale	0,88	-
. c.v. installatie op aardgas	0,65	-
. fornuis op aardgas	0,60	-
. elektrisch fornuis	0,70	-
. elektriciteitscentrale (conventioneel)	0,40	-
. gasgeiser	0,50	-
. elektrische boiler	0,90	-
. warm water transportleidingen		
- bij pieklast	0,98	-
- op jaarbasis	0,90	-
. warmtewisselaars in de woningen	0,80	-
. pompen	0,70	-

	BASIS GEVAL	VARIATIE OP BASISGEVAL
- verhouding tussen geproduceerde elektriciteit en warmte . combined-cycle op aardgas	1,0	0,75 - 1,25
b. <u>Economische Gegevens</u>		
- specifieke investeringen		
. warmte-krachtcentrale (Gld/kWth)	733,-	
. hulp warmtecentrale (Gld/kWth)	160,-	
. verschil tussen c.v. en s.v.- voorziening in woning (Gld/woning)	250,-	
. secundair leidingnet (Gld/woning)	3000,-	2250,- - 3750,-
. hoofdstransportleidingen (D in mm) (Gld/m)	120 2,4 ^D	
. gasnet (Gld/woning)	1300,-	
- afschrijvingstermijnen		
. warmte-krachtcentrale (jaar)	20	-
. hulp warmtecentrale (jaar)	20	-
. c.v.-installatie (jaar)	15	-
. warmtetransportleidingen(jaar)	25	-
. pompen (jaar)	15	-
. gasnet (jaar)	25	-
- jaarlijks percentage voor kapitaalslasten		
. bankrente (bij 10%inflatie)(%)	10	7,5 - 12,5
. warmte-krachtcentrale (%)	11,75	overeenkomstig
. hulp warmtecentrale (%)	11,75	overeenkomstig
. c.v.-installatie (%)	13,15	overeenkomstig
. warmtetransportleidingen (%)	11,02	overeenkomstig
. pompen (%)	13,15	overeenkomstig
. gasnet (%)	11,02	overeenkomstig
- inflatie (%)	10	7,5 - 12,5

	BASIS GEVAL	VARIATIE OP BASISGEVAL
- jaarlijkse onderhoudskosten als % van investering		
. warmte-krachtcentrale	2%	-
. hulp warmtecentrale	2%	-
. c.v.-installatie gas	5%	-
. warmtetransportleidingen	1%	-
. pompen	3%	-
. gasnet	1%	-
- voorlopen investering op tijdstip van ingebruiname installatie (jaar)	2	1 - 3
- personeelskosten als % van investering		
. warmte-krachtcentrale	2%	-
. hulp warmtecentrale	1%	-
- energiekosten (1976) in gld/MWh		
. stookolie (1% zwavel)	16,92	-
. gas	20,52	-
. elektriciteit (brandstof gedeelte)	55,00	-
- jaarlijkse stijging der brandstofprijzen		
. stookolie (1% zwavel)	2%	1,5% - 2,5%
. gas	2,61%	2,11% - 3,11%
. elektriciteit	1,66%	1,16% - 2,16%
- niet-brandstofdeel in elektriciteitsprijs gld/MWh	25,00	18,75 - 31,25
- toeslag gas kleinverbruikers (gld/MWw)	9,00	-

OVERZICHT TE INSTALLEREN LEIDINGEN (zie bijgevoegde overzichtskaart)*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Jaar van in- bedrijfstelling	1981	1981	1981	1977	1987	1989	1977	1986	1976	1985	1983	1979	1987	1993	1977	1981
Lengte (m)	3750	1375	3875	1000	2125	2375	2500	3000	1750	1750	2500	2000	1500	2000	1500	1500
Belasting (MW _{th})	40	80	72	158	80	40	78	40	80	20	40	40	40	100	115	80
Diameter (mm)	281	398	377	559	398	281	393	281	398	199	281	281	281	445	477	398
Prijs in 10 ⁶ Fl. (Fl.120+2.40D) x lengte	2.98	1.48	3.97	1.46	2.28	1.89	2.66	2.38	1.88	1.04	1.98	1.59	1.19	2.38	1.90	1.61

Totaal inv.: 32.67 x 10⁶ Fl.*

=====

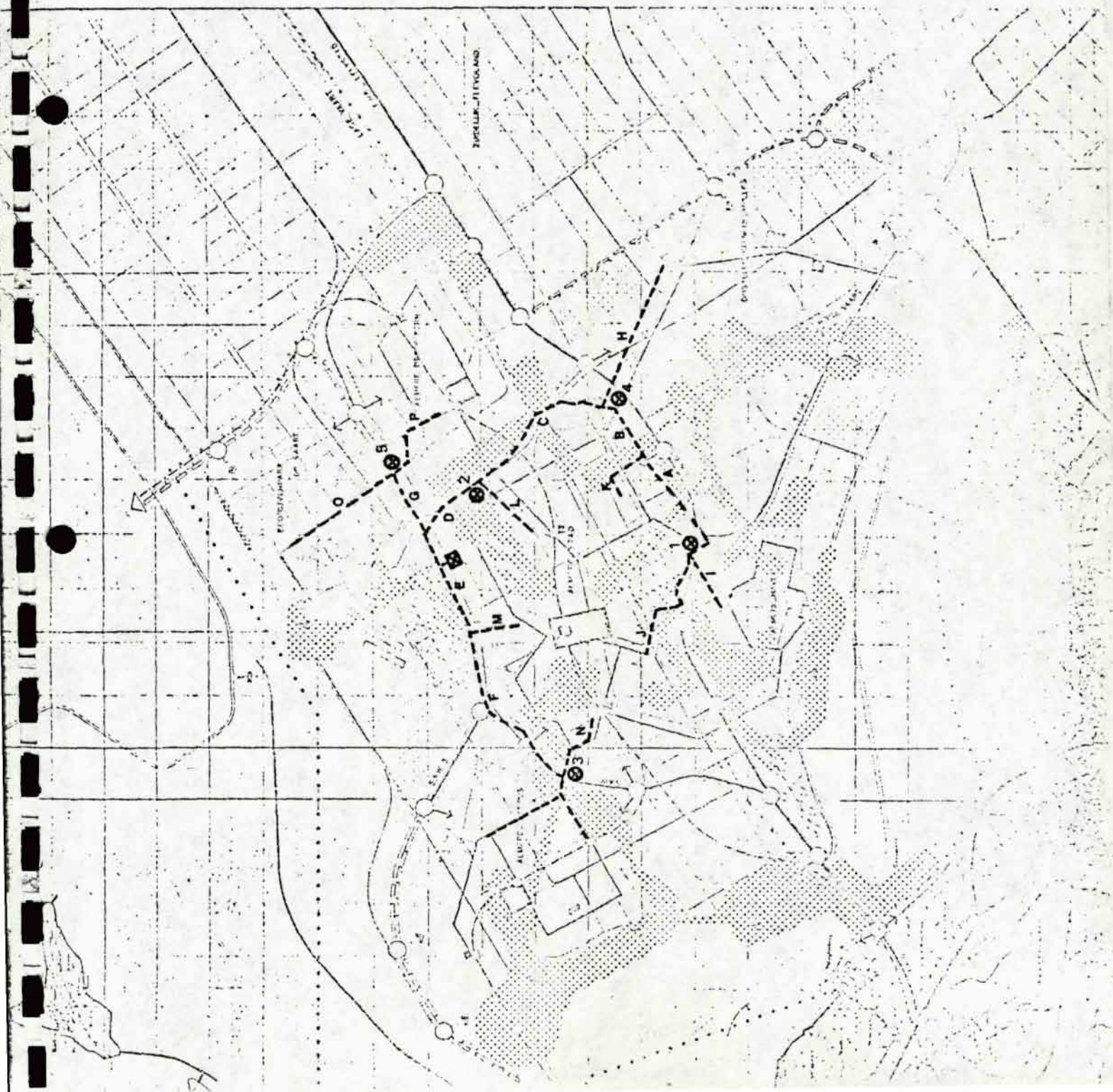
*) Het leidingschema in bijgevoegde overzichtskaart is aangepast aan de laatste ideeën rondom de stedenbouwkundige vorm van Almere.

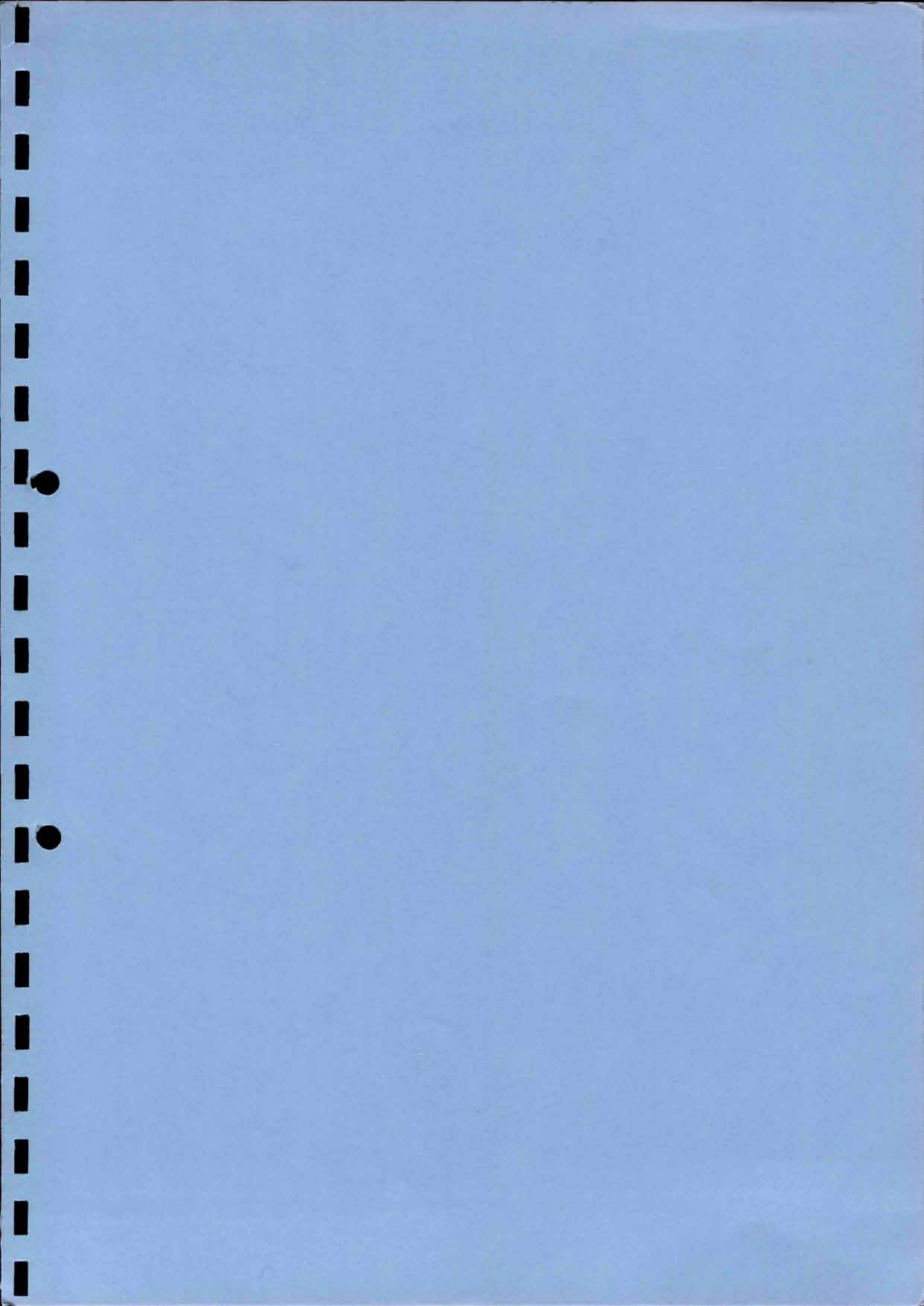
- KEIRINGDOUWING
- RESERVENING T.D.V. KEIRICH
- HOOFDCENTRUM EN NEVICENTRA
- BEDRIJVPARKEN INTENSIEF
- BEDRIJVPARKEN EXTENSIEF
- HAVENS < 600 TON / < 2000 TON
- INDUSTRIËLE TERREINEN
- MAAT BEPLANTINGEN VOORBEREIDING

- RECREATIEGELEGEN HEIDEN
- RECREATIEGELEGEN HEIDEN
- LAND IN TOEGANG
- VAART EN SLUIS
- WATER

- AUTO(SNEL)WEG/IN STUDE
- STANGAUTOWEG MET VERBODEN
- EGENWEG MET VERBODEN
- OPRIJZENDE WEG
- HOOGSPANNINGSLEIDING 7000 V
- LEIDINGSTRAAT NATIONAAL
- LEIDINGSTRAAT
- HOOFDFIETSRONTE
- GEDELTENIS VOOR BEPLANTING

- HOOFDTRANSPORTLEIDING STADSVERWARMING
- WARMTE - KRACHTCENTRALE
- HULP WARMTECENTRALE





EXEMPLAAR ALMERE

Apeldoorn 7 maart 1978.

ZIJP 10 MAART 1978

afd. I ar.

dac A
 dac B
 med avr
 ing avr

om advies:

fotocopie:

E
M

D.A.C.: 21 MAART 1978

SUGGESTIE:
v.h.a.; ter kennis
brengen van commissie
opbouw werken en Ho-
nisco commissie Almere

14/3/78
19/4/78

ANKOORD
BESPREKEM

BESL. conform



VEGIN

Postbus 137
Apeldoorn - 6704
Wilmersdorf 50
Telefoon 055 - 23 08 08
Telex 49456
Telegramadres:
gasvereniging apeldoorn

Aan de Colleges van Burgemeester en
Wethouders van de gemeenten met een
potentieel stadsverwarmingsgebied.

Betreft: inschakeling gasbedrijf bij stadsverwarmingsprojecten.

Geacht College,

MEDEGEDEELD IN VERGADERING
CIE ACA d.d. 6-4-78

ROW 19/4/78
v.h.a. 8/2074

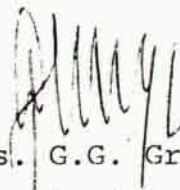
Door de Vereniging van Electriciteitsbedrijven in Nederland (VEEN) en onze Vereniging van Exploitanten van Gasbedrijven in Nederland (VEGIN) gezamenlijk is in 1975 ingesteld de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming. Deze beleidsadviesgroep heeft onder meer tot taak gekregen een rapport uit te brengen dat voor provinciale en gemeentelijke besturen een goede handleiding kan vormen om tot een verantwoorde beslissing over het al dan niet toepassen van stadsverwarming te kunnen komen. Inmiddels is een interim-rapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming verschenen, waaraan op ruime schaal bekendheid is gegeven. In dit interim-rapport wordt onder meer een overzicht gegeven van de potentiële stadsverwarmingsgebieden in Nederland. Daaruit blijkt dat ook in uw gemeente een dergelijk gebied bestaat. Ons is gebleken dat vele van deze gemeenten zich momenteel beraden over de vraag of tot introductie van stadsverwarming kan worden overgegaan en dat voorbereidende studies daarover worden geëntameerd. Zoals reeds moge blijken uit het feit dat voornoemde Beleidsadviesgroep mede door onze vereniging is ingesteld, zijn ook de gasbedrijven nauw betrokken bij de introductie van stadsverwarming. In de praktijk is evenwel gebleken dat het ter plaatse werkzame gasbedrijf niet steeds vanaf het begin wordt betrokken bij de besluitvorming inzake stadsverwarming. Wij betreuren dit, omdat de gasbedrijven, gezien hun deskundigheid op het gebied van de warmtehuishouding van woningen en gebouwen, de techniek

van de distributie door middel van grotere leidingen, netberekeningen etc. een waardevolle inbreng kunnen leveren bij het opzetten van een stadsverwarmingsplan en bij het beoordelen van de vraag of stadsverwarming in de concrete situatie verantwoord is. Zo nodig kan daarbij ook de know-how van de centrale organen van de openbare gasvoorziening, te weten VEG-GASINSTITUUT n.v. en onze vereniging, worden benut. Daarnaast heeft het niet-tijdig inschakelen van het betrokken gasbedrijf in enkele gevallen tot problemen geleid welke vermeden hadden kunnen worden bij het van meet af aan deelnemen van het gasbedrijf in de voorbereidende werkzaamheden met betrekking tot stadsverwarming.

Op grond van het bovenstaande verzoeken wij u te bevorderen dat reeds bij besluitvoorbereidende studies inzake stadsverwarming het gasbedrijf dat in uw gebied de gasdistributie verzorgt, wordt betrokken.

Tot slot maken wij gaarne van de gelegenheid gebruik u het onlangs door ons uitgebrachte rapport inzake openbare gasvoorziening en stadsverwarming te doen toekomen.

Hoogachtend,



drs. G.G. Groenewegen,
secretaris.

OPENBARE GASVOORZIENING
EN STADSVERWARMING



VEGIN

D56/78/600

vH/Wel/27A

OPENBARE GASVOORZIENING EN STADSVERWARMING

Commentaar naar aanleiding van het interim-rapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming, alsmede naar aanleiding van het advies van de voorlopige Algemene Energieraad inzake besparing op het huishoudelijk energieverbruik voorzover dit betrekking heeft op stadsverwarming.

Uitgave januari 1978

Vereniging van Exploitanten van Gasbedrijven
in Nederland - VEGIN,
Postbus 137,
7300 AC APELDOORN
Tel. 055 - 230808

	<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
	Ten geleide	5
<u>DEEL I</u>	<u>ADVIES VAN DE WERKGROEP OPENBARE GASVOOR- ZIENING EN STADSVERWARMING NAAR AANLEIDING VAN HET INTERIM-RAPPORT VAN DE BELEIDSAD- VIESGROEP STADSVERWARMING (BAS)</u>	
1.	VOORWOORD	9
2.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	12
3.	ALGEMENE INLEIDING	18
4.	BESPREKING VAN HET INTERIM-RAPPORT VAN DE BELEIDSADVIESGROEP STADSVERWARMING (BAS)	22
4.1	Commentaar op hoofdstuk 1. Samenvatting en conclusies	22
4.2	Commentaar op hoofdstuk 2. Inleiding	22
4.3	Commentaar op hoofdstuk 3. Systemen voor ruimteverwarming	22
4.4	Commentaar op hoofdstuk 4. Technieken van stadsverwarming	22
4.5	Commentaar op hoofdstuk 5. Brandstofbespa- ring bij toepassing van stadsverwarming	23
4.6	Commentaar op hoofdstuk 6. Financiële en economische aspecten	24
4.7	Commentaar op hoofdstuk 7. Aspecten verbon- den aan de positie van de gebruiker	27
4.8	Commentaar op hoofdstuk 8. Planologische aspecten	30
4.9	Commentaar op hoofdstuk 9. Milieuhygiënische aspecten	33
4.10	Commentaar op hoofdstuk 10. Organisatorische opzet	35

	<u>Blz.</u>	
5.	CONSEQUENTIES VAN HET ENTAMEREN OP ENIGS- ZINS GROTE SCHAAL VAN STADSVERWARMINGSBE- DRIJVEN	36
6.	ROL VAN VEG-GASINSTITUUT n.v.	39
Bijlage	Besluit tot instelling van een Beleids- adviesgroep Stadsverwarming	
<u>DEEL II</u>	<u>ENERGIEBESPARING PER EENHEID INVESTERING</u> <u>BIJ ISOLATIE EN STADSVERWARMING</u>	
1.	CONCLUSIES	45
2.	INLEIDING	47
3.	BESPARING PER EENHEID INVESTERING BIJ ISOLATIE VAN WONINGEN	48
3.1	Investering	48
3.2	Besparing in m ³ aardgas per jaar	48
3.3	Besparing m ³ gas per geïnvesteerde gulden	49
4.	BESPARING PER EENHEID INVESTERING BIJ STADSVERWARMING	50
4.1	Investering	50
4.2	Besparing in m ³ gas per jaar	50
4.3	Besparing per eenheid investering	51
4.4	Besparing per eenheid investering inclu- sief netverzwaring	52

Ten geleide

Naar aanleiding van het interim-rapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming (BAS) heeft het Hoofdbestuur van onze vereniging een werkgroep ingesteld ter bestudering van dit rapport. Het resultaat van deze studie is neergelegd in een advies waarmee het Hoofdbestuur zich heeft verenigd. De tekst van dit advies is in deel I opgenomen.

Een berekening inzake de energiebesparing per eenheid investering naar aanleiding van tabel 18 van het advies van de voorlopige Algemene Energieraad (AER) is in deel II opgenomen. Zoals daaruit blijkt zijn de besparingscijfers per eenheid investering, zoals vermeld in het advies van de AER, veel hoger dan op grond van de gegevens van het interim-rapport van de BAS mag worden verwacht. Ook de gegevens inzake de stadsverwarmingsprojecten in het RoCa-gebied (Rotterdam-Capelle) en Almere leiden tot een veel lagere energiebesparing per eenheid investering dan in het AER-advies is vermeld. Voorts blijkt uit dit deel dat de berekende besparingen bij stadsverwarming per eenheid investering lager zijn dan bij isolatie.

Wij menen er goed aan te doen U van dit commentaar in kennis te stellen.

Vereniging van Exploitanten van
Gasbedrijven in Nederland - VEGIN,



drs. G.G. Groenewegen,
secretaris.

DEEL I

ADVIES VAN DE WERKGROEP OPENBARE GASVOOR-
ZIENING EN STADSVERWARMING NAAR AANLEIDING
VAN HET INTERIM-RAPPORT VAN DE BELEIDSAD-
VIESGROEP STADSVERWARMING (BAS)

1. VOORWOORD

Naar aanleiding van het interim-rapport van de door de besturen van VEEN en VEGIN ingestelde Beleidsadviesgroep Stadsverwarming (BAS) heeft het Hoofdbestuur van de VEGIN besloten over te gaan tot de instelling van de werkgroep Openbare Gasvoorziening en Stadsverwarming. Deze werkgroep kreeg tot taak het door de BAS uitgebrachte interim-rapport in studie te nemen en daarbij in het bijzonder aandacht te schenken aan de volgende onderwerpen:

- a. Is de werkgroep van oordeel dat de BAS in voldoende mate is ingegaan op de onderwerpen die in haar opdracht¹⁾ zijn vermeld?
- b. Aan de werkgroep wordt gevraagd de adviezen die de BAS heeft geformuleerd te evalueren en daarbij in het bijzonder aandacht te schenken aan de hoofdstukken:
 - Brandstofbesparing bij toepassing van stadsverwarming;
 - Financiële en economische aspecten;
 - Aspecten verbonden aan de positie van de verbruiker.

Met betrekking tot het laatste adviseert de BAS geen aardgas voor ruimteverwarming ter beschikking te stellen aan verbruikers in nieuwe wijken die op het stadsverwarmingsnet zullen worden aangesloten. Ten aanzien van de vraag of er aardgas voor koeldoel-einden (en eventueel warmwatervoorziening) ter beschikking moet worden gesteld heeft de BAS een genuanceerd oordeel uitgesproken.

Deelt de werkgroep de opvatting in deze van de BAS?

1) De opdracht van de BAS is opgenomen in het besluit tot instelling van deze adviesgroep dat als bijlage aan dit advies is toegevoegd.

- c. De werkgroep wordt gevraagd na te gaan welke consequenties vastzitten aan het entameren op enigszins grote schaal van stadsverwarmingsbedrijven in ons land. In dit verband kan ook worden gewezen op de beschouwingen die de BAS in de paragrafen 10.2 en 10.3 wijdt aan de organisatorische opzet. In deze paragrafen komt naar voren dat in de visie van de BAS een stadsverwarmingsbedrijf ook geëxploiteerd kan worden door een ter plaatse aanwezig gasbedrijf.
- d. De werkgroep wordt gevraagd stil te staan bij de rol die VEG-GASINSTITUUT n.v. in deze kan spelen bij het adviseren over stadsverwarmingsbedrijven. Uit het gestelde onder c vloeit voort dat ook gasbedrijven de exploitatie van een stadsverwarmingsbedrijf ter hand kunnen nemen. In een dergelijke situatie zal het gasdistributiebedrijf moeten kunnen terugvallen op het eigen technisch onderzoekcentrum. De vraag is in welke mate VEG-GASINSTITUUT n.v. zich moet voorzien van de nodige documentatie en know-how om haar adviesfunctie in deze goed te kunnen uitoefenen.

Nadat de werkgroep reeds met haar werkzaamheden was begonnen heeft het hoofdbestuur nog aanvullend aan de werkgroep verzocht aandacht te besteden aan de gedeelten van het advies van de voorlopige Algemene Energieraad inzake besparing op het huishoudelijk energieverbruik welke betrekking hebben op stadsverwarming.

De werkgroep was als volgt samengesteld: ir. C.B. van Ardenne, directeur Gemeentelijk Energiebedrijf 's-Gravenhage (voorzitter), ir. H.W. Brooshooft, directeur Energiebedrijf Rijnland, G. Hoogenstrijd, reg. acc., adjunct-directeur N.V. "GAMOG", Gasmaatschappij Gelderland, ir. H.J. Koens, hoofd afdeling Distributie VEG-GASINSTITUUT n.v., ir. L.P.H. Mobers, directeur

Gasbedrijf Centraal Nederland en drs. W. Takens,
hoofd afdeling Energie-onderzoek VEG-GASINSTITUUT n.v.
Het secretariaat werd verzorgd door mr. J.B.F. van Has-
selt, adjunct-secretaris VEGIN.

Het advies van de werkgroep vangt aan met conclusies en aanbevelingen. Vervolgens worden in een algemene inleiding enkele opmerkingen van algemene strekking gemaakt naar aanleiding van het interim-rapport van de BAS en wordt op het eerste onderdeel van de taakopdracht ingegaan. Daarna worden de overige onderdelen van de taakopdracht behandeld waarbij zoveel mogelijk de indeling van het interim-rapport wordt aangehouden. Het commentaar van de werkgroep op het advies van de voorlopige Algemene Energieraad inzake huishoudelijk energiegebruik is niet in een afzonderlijk hoofdstuk opgenomen maar is verwerkt waar dit paste in de opzet van het onderhavige advies.

2. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

- 2.1 Stadsverwarming kan onder gunstige omstandigheden per project tot aanzienlijke energiebesparing leiden.
- 2.2 Stadsverwarming moet echter worden gezien in het kader van het totale energiebesparingsbeleid waarin nog een groot aantal andere besparingsmaatregelen mogelijk zijn, zoals bijvoorbeeld isolatie van woningen en gebouwen, verbetering van stookinstallaties, introductie van de warmtepomp met gas als brandstof, de brandstofcel en kracht-warmtekoppeling in de industrie.
- 2.3 Stadsverwarming zal landelijk gezien slechts een beperkte bijdrage kunnen leveren aan de benodigde en mogelijke energiebesparing. Ook om die reden is het nodig aandacht te blijven besteden aan de ontwikkeling en de toepassing van andere energiebesparingsmaatregelen zoals met name de gas-warmtepomp.
- 2.4 Stadsverwarming legt een groot en langdurig beslag op de (beperkte) beschikbare investeringsmiddelen. Het systeem van ruimteverwarming wordt door toepassing van stadsverwarming voor een zeer lange termijn vastgelegd. Gevolg hiervan is dat gedurende deze periode in de betrokken wijken de toepassing van nieuwe ontwikkelingen ten aanzien van de ruimteverwarming wordt geblokkeerd. Ruimteverwarming door middel van een gasnet is minder kapitaalintensief en vormt een flexibeler uitgangspunt voor nieuwe energiebesparende technieken dan stadsverwarming. Een grootschalige toepassing van stadsverwarming zou de totstandkoming van een optimale structuur voor de toekomstige Nederlandse energievoorziening in haar totaliteit kunnen belemmeren.

- 2.5 De BAS is bij de vergelijking stadsverwarming - conventionele verwarming uitgegaan van de situatie in 1976, onder meer voor wat de warmtebehoefte per woning en het toestelrendement betreft.
- Naar verwachting zal echter de warmtebehoefte door verbeterde isolatie dalen, terwijl het gebruiksrendement van de toestellen wordt opgevoerd. Dit zal naar verwachting ongunstig uitwerken op het stadsverwarmingsbedrijf. Bij beslissingen omtrent stadsverwarming dient hiermee rekening te worden gehouden. Met het oog daarop verdient het aanbeveling een gevoeligheidsanalyse op te stellen waarin de gevolgen van verlaging van de warmtebehoefte en verhoging van het rendement, variërend van 5% tot 50%, op het resultaat van een stadsverwarmingsbedrijf worden gekwantificeerd.
- 2.6 Terecht gaat de BAS er van uit dat aan de verbruiker van stadsverwarming maximaal het bedrag in rekening kan worden gebracht dat deze in het geval van individuele centrale verwarming zelf aan kosten zou hebben gemaakt.
- 2.7 Het is betwistbaar of voor het gas ten behoeve van bijverwarming door middel van hulpketels het grootverbruikerstarief in rekening mag worden gebracht. Voor de vergelijkbare blok- en wijkverwarming geldt immers het (hogere) blokverwarmingstarief.
- 2.8 Het is onjuist het resultaat van stadsverwarming weer te geven voor de situatie dat de kleinverbruikerstarieven gebaseerd zouden zijn op pariteit van HBO-I. Volgens VEGIN dienen de kleinverbruikerstarieven zich niet op HBO-pariteit te richten.
- 2.9 De BAS stelt ten onrechte dat de gasdistributiebedrijven een winst van ongeveer 2,5 cent per m³ maken.

De gemiddelde winst in de sector kleinverbruik bedraagt ongeveer 1 cent/m³. Voor aansluitingen in nieuwe woonwijken is de winst waarschijnlijk nog lager.

- 2.10 Bij de beoordeling van het totale resultaat van een stadsverwarmingsproject dient rekening te worden gehouden met de winst die het gasbedrijf bij toepassing van stadsverwarming derft.
- 2.11 Indien toepassing van stadsverwarming voor een gasbedrijf reële schade teweeg brengt, komt deze voor vergoeding in aanmerking. Hierbij kan gedacht worden aan verkorting van de economische levensduur van verrichte investeringen.
- 2.12 Indien op grond van een zorgvuldige afweging van voor- en nadelen tot toepassing van stadsverwarming besloten wordt, dient de aanleg van een gasnet voor kookdoeleinden op economische gronden achterwege te blijven. Koken zal dan elektrisch moeten geschieden. Hieraan zijn wel nadelen verbonden. De verbruikers die om subjectieve redenen de voorkeur geven aan koken op gas kunnen deze voorkeur niet volgen. Dit geldt niet slechts voor huisvrouwen, maar ook voor bijvoorbeeld warme bakkers, laboratoria, artsen en horeca-bedrijven. Om het bezwaar van het vervallen van de keuzevrijheid ten aanzien van koken zoveel mogelijk weg te nemen moeten de financiële gevolgen van de overgang op elektrisch koken worden opgevangen. Voorts moet er in de voorlichting veel aandacht aan deze overgang besteed worden.
- 2.13 Zonder een deugdelijke meting van de per verbruiker afgenomen warmte, op basis waarvan wordt afgerekend, zal een groot deel van de berekende energiebesparing als gevolg van onzorgvuldig verbruik verloren gaan.

Er bestaat behoefte aan een goede en goedkope warmtemeter. De voorkeur verdient een afzonderlijke warmtemeter per woning. Eventueel kan voorlopig volstaan worden met een nauwkeurige meting per groep woningen en verhoudingsmeting per woning, mits deze verhoudingsmeting nauwkeurig is en beveiligd tegen fraude. Toerekening op basis van vloeroppervlak is in het algemeen niet aanvaardbaar.

- 2.14 De huidige planologische inzichten leiden tot afnemende woningdichtheid (onder meer steeds minder hoogbouw). Daardoor wordt stadsverwarming minder aantrekkelijk. Van geval tot geval zal bezien moeten worden of een acceptabel compromis tussen aanvaarde planologische inzichten enerzijds en de techniek en economie van stadsverwarming anderzijds bereikt kan worden.
- 2.15 De veronderstelling van de BAS dat in de nieuwbouwsector 50% van de in aanmerking komende 500.000 à 600.000 woningen op stadsverwarming aangesloten kan worden lijkt aan de hoge kant. In de bestaande bebouwing zal dit percentage veel lager zijn dan de BAS stelt. Dit vloeit voort uit het feit dat het overheidsbeleid meer op renovatie dan op sanering is gericht en bovendien sanering slechts sterk gefaseerd plaats vindt. Voorts wordt bij de bestaande wijk- en blokverwarming steeds meer overgegaan op individuele verwarming, waardoor de mogelijkheden voor stadsverwarming geringer worden.
- 2.16 De met stadsverwarming gepaard gaande uitbreiding van het elektrisch vermogen moet passen in de huidige én toekomstige structuur van de elektriciteitsvoorziening. In verband hiermede dient het aantal mogelijke stadsverwarmingsprojecten geleidelijk te worden gerealiseerd.

In het BAS-rapport wordt overigens reeds aangegeven dat het totale produktievermogen van alle mogelijke stadsverwarmingseenheden beperkt blijft tot 5 à 15% van het totale vermogen van de elektriciteitsbedrijven.

- 2.17 Naast aardgas komen ook andere brandstoffen (olie, steenkool, steenkoolgas, afval) voor stadsverwarming in aanmerking. Bij de keuze van de brandstof dienen niet alleen de milieu-effecten te worden bezien, maar tevens factoren zoals de beschikbaarheid op korte en lange termijn, aanvoermogelijkheden en opslag. Bij voorkeur dient stadsverwarming niet met aardgas te worden bedreven, omdat slechts indien een andere brandstof wordt gebruikt, een substantiële besparing van aardgas plaatsvindt waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de verlenging van de periode waarin de openbare gasvoorziening kan plaatsvinden. Toepassing van aardgas voor stadsverwarming zou slechts als hoogwaardig gekwalificeerd mogen worden indien er overwegende bezwaren tegen toepassing van een andere brandstof bestaan.
- 2.18 Een stadsverwarmingsbedrijf moet gekwalificeerd worden als een openbaar nutsbedrijf. De bedrijfsvoering moet worden geïntegreerd met bestaande nutsbedrijven. Het stadsverwarmingsbedrijf behoeft juridisch echter niet steeds op te gaan in een openbaar nutsbedrijf. Onder omstandigheden kan het wenselijk zijn het stadsverwarmingsbedrijf juridisch onder te brengen in een afzonderlijke rechtspersoon, waarin verschillende betrokken partijen participeren.
- 2.19 Omtrent de optimale organisatorische structuur van stadsverwarming kan geen algemene uitspraak worden gedaan. Er zijn een aantal overwegingen die er voor pleiten de distributie van de stadsverwarming onder te brengen bij de gasbedrijven:

- a. De techniek van transport en distributie van warmte ligt meer in de lijn van de gasdistributiebedrijven dan van elektriciteitsbedrijven. Bovendien bezitten zij ervaring op het gebied van de warmtehuishouding van gebouwen.
- b. Verscheidene gasbedrijven hebben ervaring met warmte-transport en -distributie in de vorm van wijkverwarming.
- c. Indien het gasdistributiebedrijf in gemeentelijke handen is, wordt de samenwerking met gemeentelijke instanties (stadsontwikkeling, publieke werken) vergemakkelijkt.
- d. Handhaving van de directe relatie met de afnemers.
- e. Toepassing van stadsverwarming betekent dat een deel van het bestaande en potentiële debiet van de gasbedrijven wegvalt. De distributie van de stadsverwarming kan dit compenseren. Ook het op peil houden van de werkgelegenheid speelt hierbij een rol.

- 2.20 Het is noodzakelijk dat keuringseisen tot stand komen voor buizen, appendages, compensatoren en dergelijke bestemd voor de warmtedistributie.
- 2.21 Met het warmte-distributienet zijn omvangrijke investeringen gemoeid. De keuze van de uitvoering van het net moet daarom op basis van een zorgvuldige optimalisatie plaatsvinden.
- 2.22 Zowel N.V. KEMA als VEG-GASINSTITUUT n.v. behoren een rol te spelen met betrekking tot stadsverwarming. Een goede taakafbakening is wenselijk. De N.V. KEMA zou zich op de warmteproductie (warmtekracht koppeling) moeten toeleggen. VEG-GASINSTITUUT n.v. zou de technische aspecten van transport en distributie van warmte voor haar rekening moeten nemen. Een gesprek tussen beide instituten over deze taakverdeling verdient aanbeveling.

3. ALGEMENE INLEIDING

Met name sinds de oliecrisis van 1973 is algemeen het besef ontstaan dat er zuiniger met energie moet worden omgesprongen. Dit heeft ook geleid tot een vergrote aandacht voor stadsverwarming. De werkgroep acht deze grotere aandacht voor stadsverwarming een goede zaak, aangezien onder gunstige omstandigheden de introductie van stadsverwarming tot aanzienlijke energiebesparing kan leiden. De werkgroep merkt daarbij echter op dat stadsverwarming niet de enige mogelijkheid is voor energiebesparing.

In dit verband wijst de werkgroep op het advies van de Algemene Energieraad. Daaruit blijkt dat ook andere energiebesparende maatregelen zoals bijvoorbeeld verbetering van stookinstallaties, introductie van warmtepompen, isolatie van woningen en gebouwen tot aanzienlijke besparingen van energie kunnen leiden. Naast de warmte-kracht koppeling in de vorm van stadsverwarming dient ook de warmte-kracht koppeling in de industrie als energiebesparende techniek vermeld te worden. Aangezien de warmtevraag in de industrie veelal gelijkmatiger is dan die voor verwarming van woningen, kan een gecombineerde warmte-kracht produktie in de industrie met een veel hogere bedrijfstijd werken dan bij stadsverwarming het geval is. Hierdoor kan tot een verhoudingsgewijs hogere brandstofbesparing worden gekomen. Bij de beoordeling van de vraag of tot stadsverwarming moet worden overgegaan zal steeds van geval tot geval bezien moeten worden of in het licht van andere mogelijke energiebesparende maatregelen de introductie van stadsverwarming verantwoord is. Uit het rapport van de BAS (par. 8.5.5) blijkt voorts dat zelfs bij vrij optimistische veronderstellingen ten aanzien van het aantal wooneenheden dat voor stadsverwarming in aanmerking komt, stadsverwarming toch slechts een beperkte, zij

het niet onbelangrijke bijdrage aan de benodigde en mogelijke energiebesparing levert. Ook om die reden blijft het derhalve nodig aandacht te wijden aan andere maatregelen die tot energiebesparing kunnen leiden. In dit verband wijst de werkgroep erop dat een stadsverwarmingssysteem bijzonder kapitaalintensief is. De aanleg van stadsverwarming legt een groot beslag op de beschikbare investeringsmiddelen. Dit betekent, gezien de schaarste aan kapitaal, dat bij toepassing van stadsverwarming op enigszins grote schaal er onvoldoende investeringsmiddelen beschikbaar zouden kunnen blijven om de toepassing van andere energiebesparende technieken mogelijk te maken. Weliswaar zijn ook voor de aanleg van een gasnet aanzienlijke investeringen vereist, maar deze zijn toch veel lager dan bij toepassing van stadsverwarming, terwijl voorts een gasnet een veel flexibeler uitgangspunt vormt voor nieuwe energiebesparende technieken dan een stadsverwarmingsnet. Nog afgezien van het grote beslag op de beschikbare investeringsmiddelen, betekent de aanleg van een stadsverwarmingssysteem voor de betrokken wijken dat het systeem van ruimteverwarming en eventueel van warmwatervoorziening en van verwarming voor kookdoeleinden voor een zeer lange termijn wordt vastgelegd. Hoewel deze termijn niet expliciet in het rapport van de BAS staat vermeld kan gesteld worden dat deze ten minste 30 jaar zal bedragen. Het gevolg hiervan is dat in deze periode eventuele nieuwe technische ontwikkelingen ten aanzien van ruimteverwarming cum annexis in stadsverwarmingsgebieden niet meer kunnen worden toegepast. Met name valt hierbij te denken aan ontwikkelingen op het gebied van de warmtepomp met gas als brandstof alsmede de brandsstofcel. Naarmate stadsverwarming op grotere schaal wordt toegepast, wordt dit bezwaar ernstiger. Immers, de studies inzake de toekomstige optimale structuur van de Nederlandse energievoorziening in haar

totaliteit zijn nog gaande (vergelijk de gas/elektriciteitsstudie onder leiding van TNO en het Energie Centrum Nederland). Een grootschalige toepassing van stadsverwarming zou de totstandkoming van een dergelijke structuur belemmeren.

De BAS maakt in haar rapport een vergelijking tussen verwarming met behulp van conventionele aardgastoestellen en verwarming met behulp van een warmte/krachtcentrale. Bij deze vergelijking wordt uitgegaan van bepaalde veronderstellingen met betrekking tot de aansluitwaarde en de jaarlijkse warmtebehoefte per woning alsmede het gebruiksrendement van de toestellen. Deze veronderstellingen zijn gebaseerd op de situatie zoals die in 1976 bestond. Zoals bekend is er op dit gebied echter een snelle ontwikkeling gaande. Te verwachten is dat binnen niet te lange tijd de voorschriften met betrekking tot de isolatie van woningen en gebouwen verder zullen worden verscherpt. Dit zal naar verwachting leiden tot een betere isolatie dan waarvan in het BAS-rapport is uitgegaan. Als gevolg hiervan zullen de aansluitwaarde en de warmtebehoefte lager komen te liggen dan in het BAS-rapport is verondersteld. Op het gebied van het gebruiksrendement van toestellen is een ontwikkeling gaande die er toe leidt dat voor de benodigde hoeveelheid warmte minder aardgas hoeft te worden verbruikt. Te denken valt hierbij aan de toepassing van zogenaamde economisers, rookgaskleppen en dergelijke alsmede aan de reeds genoemde warmtepompen met gas als brandstof. Dit betekent dat de in het BAS-rapport gehanteerde waarden met betrekking tot het gebruiksrendement in de toekomst waarschijnlijk hoger zullen liggen.

De te verwachten toekomstige verlaging van de aansluitwaarde en de warmtebehoefte, alsmede de te verwachten verhoging van het gebruiksrendement van toestellen zullen uiteraard van invloed zijn op de vergelijkingen zo-

als die in het BAS-rapport zijn gemaakt. De werkgroep pleit ervoor dat in het definitieve rapport van de BAS een gevoeligheidsanalyse wordt opgenomen waarin deze invloed wordt gekwantificeerd voor wijzigingen in de aansluitwaarde/warmtebehoefte en gebruiksrendement variërend van 5% tot 50%. Bij de beoordeling van de vraag of een stadsverwarmingsproject uitgevoerd moet worden is een dergelijke gevoeligheidsanalyse naar het oordeel van de werkgroep onmisbaar.

Tot slot van deze algemene inleiding wil de werkgroep ingaan op de haar gestelde vraag of de BAS in voldoende mate is ingegaan op de onderwerpen die in haar opdracht zijn vermeld. De werkgroep is van oordeel dat deze vraag in het algemeen bevestigend kan worden beantwoord. Het is niet gebleken dat in het interim-rapport belangrijke aspecten van de stadsverwarming onbehandeld zijn gebleven. Dit neemt niet weg dat bij sommige gedeelten van het rapport kritische kanttekeningen geplaatst kunnen worden. De werkgroep vertrouwt erop dat de BAS bij het opstellen van haar definitieve eindrapport rekening zal houden met de opmerkingen welke naar aanleiding van het interim-rapport zijn gemaakt. Bijzondere waardering verdient de wijze waarop het interim-rapport is geschreven. Het is logisch opgebouwd en ook voor niet deskundigen op het gebied van stadsverwarming zeer goed leesbaar.

4. BESPREKING VAN HET INTERIM-RAPPORT VAN DE BELEIDSADVIESGROEP STADSVERVERMING

De werkgroep heeft het niet tot haar taak gerekend alle berekeningen die in het interim-rapport staan vermeld te controleren. Wel heeft zij enkele belangrijke uitgangspunten zorgvuldig bezien. Indien dit tot commentaar aanleiding heeft gegeven wordt dit in het volgende vermeld.

4.1 Commentaar op hoofdstuk 1. Samenvatting en conclusies
Op dit hoofdstuk wordt niet afzonderlijk ingegaan.

4.2 Commentaar op hoofdstuk 2. Inleiding
Dit hoofdstuk geeft geen aanleiding tot opmerkingen.

4.3 Commentaar op hoofdstuk 3. Systemen voor ruimteverwarming
Dit hoofdstuk geeft geen aanleiding tot opmerkingen.

4.4 Commentaar op hoofdstuk 4. Technieken van stadsverwarming

In dit hoofdstuk wordt gesteld (par. 4.3.7) dat het op grond van de ruime ervaring, die met de aanleg van leidingen direct in de grond bestaat, mogelijk is hiermee een goed en bedrijfszeker distributienet te realiseren. Dit geldt volgens de BAS eveneens voor transportleidingen met niet te grote diameter.

De werkgroep is van oordeel dat hierover niet te licht moet worden gedacht. Aanleg en onderhoud van een stadsverwarmingsnet vereisen bijzondere zorg. In dit verband acht zij het noodzakelijk dat keuringseisen tot stand komen voor buizen, appendages, compensatoren en dergelijke. Zelfs indien keuringseisen tot stand zijn gekomen zullen ook de engineering en de lay-out nog tot grote problemen aanleiding geven. De werkgroep herinnert in dit verband aan de vaak slechte ervaringen met wijkverwarmingsleidingen.

Bijzondere aandacht verdient voorts de uitvoering van het distributienet. Aangezien hiermede omvangrijke investeringen zijn gemoeid dient de keuze van het net te geschieden op basis van een zorgvuldige optimalisatie. Op zichzelf zou uit een oogpunt van flexibele bedrijfsvoering en zekerheid van de warmtevoorziening een vermaasd net de voorkeur verdienen. In het interim-rapport van de BAS wordt gesteld dat de kosten van deze uitvoeringsvorm voor kleine gebieden over het algemeen hoog zijn (par. 4.3.5). De ervaringen bij de aanleg van gasnetten wijzen echter uit dat dit lang niet altijd het geval behoeft te zijn.

4.5 Commentaar op hoofdstuk 5. Brandstofbesparing bij toepassing van stadsverwarming

De werkgroep onderschrijft in het algemeen de conclusie van het rapport dat met stadsverwarming een aanzienlijke energiebesparing kan worden bereikt, althans bij de produktie van de warmte, door benutting van de afvalwarmte van de elektriciteitsproduktie. Deze besparing wordt echter voor een deel weer teniet gedaan in de daaropvolgende stadia van transport, distributie en verbruik. Het rapport houdt rekening met een warmteverlies van 10% bij transport en distributie (par. 5.1.2, pag. 48). Naar het oordeel van de werkgroep zal echter in de praktijk ook bij het verbruik warmteverlies plaatsvinden. De ervaring bij blok- en wijkverwarming leert immers dat bij collectieve verwarmingssystemen minder zorgvuldig met de warmte wordt omgesprongen door de verbruikers dan bij individuele verwarming. Slechts door toepassing van deugdelijke apparatuur voor de meting van het individuele verbruik kan dit extra warmteverlies worden voorkomen. Op dit onderwerp wordt hieronder in het commentaar op hoofdstuk 7 van het rapport nog nader ingegaan.

Voor de berekening van de brandstofbesparing bij toepassing van stadsverwarming gaat de BAS uit van bepaalde veronderstellingen met betrekking tot de jaarlijkse warmtebehoefte en het aardgasverbruik van de verschillende woningen. Hoewel de werkgroep deze uitgangspunten voor de situatie 1976 kan onderschrijven, wil zij er op wijzen dat naar verwachting in de komende jaren zowel de jaarlijkse warmtebehoefte als ook het aardgasverbruik zullen dalen. Er bestaan immers plannen om de isolatievoorschriften voor nieuwbouwwoningen verder te verscherpen, terwijl het aardgasverbruik zal dalen doordat centrale verwarmingsketels met hoger rendement op de markt komen, door de toepassing van economisers, rookgaskleppen en dergelijke. Bij toepassing van warmtepompen met gas als brandstof zal een nog grotere daling van het aardgasverbruik mogelijk zijn.

Indien de ontwikkelingen ten aanzien van rendementsverhoging werkelijkheid worden, wordt daardoor de brandstofbesparing door middel van stadsverwarming uiteraard geringer. Het zou wenselijk zijn in het eindrapport van de beleidsadviesgroep een gevoeligheidsanalyse op te nemen waaruit blijkt wat de invloed van verlaging van het aardgasverbruik met bijvoorbeeld 10%, 20%, 30%, 40% en 50% is op de brandstofbesparing bij stadsverwarming. Een eerste aanzet daartoe wordt reeds gegeven in paragraaf 5.1.5 van het rapport (pag. 56), waarin vermeld wordt dat bij een stijging van het rendement van de centrale verwarmingsinstallatie met 6% de daardoor ontstane besparing niet meer zou zijn dan 8%. Een nadere uitwerking ontbreekt echter nog.

4.6

Commentaar op hoofdstuk 6. Financiële en economische aspecten

Met instemming heeft de werkgroep ervan kennis genomen dat bij de berekening van de mogelijke opbrengst van

stadsverwarming als uitgangspunt is gekozen dat aan de verbruiker maximaal het bedrag in rekening kan worden gebracht dat deze in geval van centrale verwarming zelf aan kosten zou hebben gemaakt.

In aansluiting op het gestelde bij hoofdstuk 5 zou de werkgroep het op prijs stellen indien de gevolgen van een verlaging van de warmtebehoefte (als gevolg van bijvoorbeeld betere isolatie) en het aardgasverbruik (als gevolg van bijvoorbeeld rendementsverbetering van toestellen) op het resultaat van het stadsverwarmingsbedrijf zouden worden vermeld. In het door de BAS gevolgde systeem, te weten dat de individuele verbruiker bij stadsverwarming niet meer betaalt dan bij conventionele aardgasverwarming, zal verlaging van de warmtebehoefte en het aardgasverbruik immers tot gewijzigde uitkomsten van het stadsverwarmingsbedrijf leiden. Een dergelijke gevoeligheidsanalyse is van belang om te bepalen of introductie van stadsverwarming verantwoord is dan wel de voorkeur moet worden gegeven aan andere energiebesparende maatregelen. Zowel voor de warmtebehoefte als voor het aardgasverbruik, ware rekening te houden met een daling variërend van 5 tot 50%.

Bij de berekeningen van de BAS is uitgegaan van het grootverbruikerstarief voor het gas dat het warmtekrachtbedrijf nodig heeft. Voor zover dit de warmtekrachtcentrale zelf betreft lijkt dat een verantwoord uitgangspunt. Of ditzelfde tarief ook voor de bijverwarming door middel van hulpketels zal gelden lijkt echter betwisbaar. Voor de vergelijkbare wijk- en blokverwarming wordt immers het (hogere) blokverwarmingstarief in rekening gebracht.

In het rapport van de BAS wordt het resultaat van stadsverwarming regelmatig weergegeven voor de situatie dat de kleinverbruikerstarieven gebaseerd zouden zijn op pariteit met HBO-I. Omtrent de vraag of de kleinverbruikerstarieven op den duur gelijk gesteld moeten worden aan deze zogenaamde HBO-pariteit bestaat echter nog geen duidelijkheid. Naar het oordeel van de VEGIN dienen de kleinverbruikerstarieven op een bepaalde wijze gekoppeld te worden aan de olieprijsindex "P" van de grootverbruikerscontracten. Dit zou ertoe leiden dat de kleinverbruikerstarieven waarschijnlijk enkele centen lager blijven dan HBO-pariteit.

In het rapport van de BAS wordt erop gewezen dat de berekening van de integrale kosten van de verschillende systemen van stadsverwarming afwijkt van de berekende mogelijke opbrengst van stadsverwarming (vergelijk par. 6.3.2.2, pagina 82). Volgens de BAS kan het geconstateerde verschil grotendeels worden teruggevoerd tot de margeregeling voor de gasdistributiebedrijven. De BAS stelt dat (pagina 82) de aardgasdistributiebedrijven ten gevolge van de margeregeling een winst maken van ongeveer 2,5 cent per verkochte kubieke meter. De werkgroep onderschrijft deze stelling niet. De gemiddelde winst per verkochte m^3 in de sector kleinverbruik kan voor 1976 berekend worden op 1,0 à 1,5 cent. Voor de aansluitingen in nieuwe woonwijken is de winst per verkochte m^3 lager dan gemiddeld, omdat daarin nog niet het effect van de afschrijving op basis van historische kostprijs tot uitdrukking komt. Naar het oordeel van de werkgroep is een nadere analyse van het verschil tussen de resultaten van de twee onderscheiden berekeningswijzen vereist. Overigens dient er bij de beoordeling van het totale resultaat van stadsverwarmingsproject wel rekening mee

te worden gehouden dat het gasbedrijf bij toepassing van stadsverwarming een zekere winst derft. Indien de stadsverwarming kostendekkend is, terwijl de toepassing van conventionele aardgasverwarming winst zou worden behaald, kan dit gezien worden als een subsidie van de exploitant van het gasbedrijf ter hoogte van die winst, ten behoeve van de stadsverwarming.

Er kunnen zich situaties voordoen waarin de toepassing van stadsverwarming voor een gasdistributiebedrijf niet alleen winstderving betekent maar ook een reële schade. Dit zal vooral kunnen voorkomen indien stadsverwarming wordt toegepast in bestaande wijken. De verrichte investeringen in het aardgasdistributienet verliezen dan immers hun waarde. Ook indien het gasbedrijf reeds leidingen heeft aangelegd met het oog op een geplande nieuwe wijk, terwijl later besloten wordt deze wijk voor stadsverwarming te voorzien, lijdt het gasdistributiebedrijf schade. Deze schade komt volgens de werkgroep in aanmerking voor vergoeding. Bij de beoordeling van een stadsverwarmingsproject zal ook met deze schadevergoeding rekening moeten worden gehouden.

4.7

Commentaar op hoofdstuk 7. Aspecten verbonden aan de positie van de gebruiker

De werkgroep onderschrijft het uitgangspunt van de BAS dat aansluiting op een stadsverwarmingsnet geen of in ieder geval geen noemenswaardige nadelen voor de gebruikers mag hebben, noch uit een oogpunt van comfort, noch uit een oogpunt van kosten (pagina 96).

Met de BAS is de werkgroep van mening dat stadsverwarming uit een oogpunt van comfort voor verwarming en warmwatervoorziening gelijkwaardig is aan de thans gebruikelijke methoden. Ten aanzien van de warmwatervoorziening geldt dit overigens slechts indien een rondpompsysteem wordt toegepast. Alleen daardoor wordt ten

aanzien van de wachttijd bij het tappunt eenzelfde comfort bereikt als bij toepassing van een geiser gebruikelijk is.

Voor het koken is de verbruiker - ervan uitgaande dat geen gasnet wordt aangelegd - bij toepassing van stadsverwarming aangewezen op elektriciteit. Hoewel de werkgroep kan onderschrijven dat elektrisch koken uit comfort-oogpunt gelijkwaardig is aan koken op gas, moet toch geconstateerd worden dat de appreciatie van koken op gas in vergelijking tot elektrisch koken sterk verschilt. Bij de verwarming en de warmwatervoorziening speelt dit geen rol. Voor diegenen die om subjectieve redenen de voorkeur geven aan koken op gas blijkt de toepassing van stadsverwarming een reëel nadeel.

Dit nadeel geldt niet alleen voor de doorsnee-huisvrouw maar tevens voor bijvoorbeeld restaurant en kleinere "warme" bakkers. Ook voor laboratoria en artsen, apothekers en dergelijke is het gemis van gas (bunsenbrander!) een niet te miskennen bezwaar.

De werkgroep is overigens van oordeel dat deze nadelen onvoldoende sterke argumenten opleveren, om bij toepassing van stadsverwarming tot de aanleg van een afzonderlijke aardgasnet voor kookdoeleinden en dergelijke over te gaan. Indien op grond van een zorgvuldige afweging van voor- en nadelen tot toepassing van stadsverwarming in een concreet project besloten wordt, dient de aanleg van een gasnet voor kookdoeleinden en dergelijke achterwege te blijven. De daaraan verbonden investering zouden dan niet verantwoord zijn. Op het eerste gezicht zou de aanleg van een dergelijk net wellicht nog verantwoord kunnen schijnen doordat daardoor een grote flexibiliteit ten aanzien van toekomstige op gas gebaseerde methoden van verwarming zou ontstaan. Een gasnet, voor kook- en eventueel warmwaterdoeleinden zou echter zelfs bij toepassing van bijvoorbeeld warmtepompen met gas als brandstof een te geringe

capaciteit hebben om te voorzien in de totale warmtebehoefte van de aangesloten woningen, zodat ook uit een oogpunt van flexibiliteit de aanleg van zo'n net geen zin heeft.

Om het bezwaar van het vervallen van de keuzevrijheid ten aanzien van het koken zoveel mogelijk weg te nemen zullen in ieder geval de financiële gevolgen voor de verbruiker van overgang op elektrisch koken respectievelijk bij verhuizing eventueel weer op gas koken op adequate wijze opgevangen moeten worden. Daarnaast verdient het aanbeveling in de voorlichting aan de toekomstige bewoners van een stadsverwarmingswijk ruime aandacht te besteden aan de problemen bij de overgang op elektrisch koken. Een goede voorlichting kan veel moeilijkheden op dit punt voorkomen.

Een belangrijk aspect voor de verbruikers is de meting van de hoeveelheid afgenomen warmte. De werkgroep is van oordeel dat zonder een deugdelijke meting van de per verbruiker afgenomen warmte, op basis waarvan afgerekend, een groot deel van de berekende energiebesparing weer verloren zal gaan. De ervaringen met blokken wijkverwarming wijzen dit uit. Dit betekent dat zolang er nog geen nauwkeurige warmtemeters worden toegepast, de toepassing van stadsverwarming veel van haar waarde verliest. De werkgroep heeft met instemming geconstateerd dat ook de BAS aandacht aan dit aspect heeft besteed (pagina 101 en 102). De BAS concludeert dat de toepassing van een afzonderlijke warmtemeter per woning nog te duur is. Zij acht een aanvaardbare bepaling van het individuele gebruik mogelijk door voor alle woningen die op één regelkamer zijn aangesloten een nauwkeurige gemeenschappelijke meting uit te voeren en daarnaast een relatief goedkope verhoudingsmeting toe te passen. De werkgroep kan het met dit laatste eens zijn, mits ook de verhoudingsmeting voldoende nauwkeurig kan

plaats vinden en de meetapparatuur beveiligd is tegen oncontroleerbare fraude door de verbruikers.

De tot nu toe met blok- en wijkverwarming opgedane ervaring wijst overigens uit dat over deze problematiek niet te licht moet worden gedacht. De afrekening op basis van verhoudingsmeters zal problemen met de verbruikers blijven veroorzaken. In de huidige situatie heeft het gasdistributiebedrijf over het algemeen geen bemoeienis met deze problemen, omdat die zich bij blok- en wijkverwarming meestal niet afspelen tussen de verschillende bewoners en het gasbedrijf, maar tussen de bewoners en de betrokken woningcorporatie.

Indien tot stadsverwarming wordt overgegaan in een nieuwe wijk met gemiddeld 90% eengezinswoningen, ligt het echter voor de hand dat wél een rechtstreekse relatie tussen het distributiebedrijf en de bewoners/verbruikers tot stand zal komen. Dit betekent dat dan de bedrijven ook geconfronteerd zullen worden met de genoemde problemen met betrekking tot de afrekening op basis van verhoudingsmeting.

De BAS acht onder omstandigheden voor de bepaling van de verhouding tussen de onderscheiden verbruikers ook een toerekening op basis van bijvoorbeeld vloeroppervlak acceptabel (par. 7.2 slot). Het is de werkgroep niet duidelijk op welke omstandigheden wordt bedoeld. In het algemeen is zij van oordeel dat toerekening op basis van vloeroppervlak niet aan de minimaal te stellen eisen voor toerekening van het individuele verbruik voldoet.

4.8. Commentaar op hoofdstuk 8. Planologische aspecten

Uit het BAS-rapport blijkt dat naarmate de woningdichtheid afneemt de investeringen in het leidingnet zullen toenemen (par. 8.1.2). De huidige planologische inzichten - ook de BAS signaleert dat - leiden tot een ontwikkeling in die richting. Er wordt steeds minder hoogbouw gepleegd en er wordt steeds meer waarde gehecht

aan differentiatie in de woonomgeving. "De rechte lijn wordt geschuwd" (pagina 111). De BAS verbindt hieraan de conclusie dat in voorkomende gevallen een compromis moet worden gevonden tussen de eisen die de techniek en de economie stellen aan de exploitatie van een systeem van stadsverwarming en de eisen die moderne planologische inzichten stellen aan de opzet van een woonwijk. Zij beveelt aan dat stedenbouwkundigen en energiedeskundigen in een vroeg stadium samenwerken (pagina 111). De werkgroep kan deze conclusie van de BAS op zichzelf wel onderschrijven. Zij tekent hierbij echter aan dat het compromis, dat uit het overleg tussen energiedeskundigen en stedenbouwkundigen moet ontstaan, nog een rol moet kunnen spelen bij de beslissing over het al dan niet aanleggen van stadsverwarming. Het is immers niet uitgesloten dat stadsverwarming op grond van technische en economische overwegingen slechts realiseerbaar zou zijn indien inbreuk gemaakt wordt op aanvaarde stedenbouwkundige waarden. Het is de taak van de bestuurders te beoordelen of stadsverwarming dan niettemin aanvaardbaar is. Speciale aandacht vergt de situering van de warmte-krachtcentrale alsmede de noodzakelijke hulpketels. Het zal niet eenvoudig zijn een ook voor de bewoners aanvaardbaar compromis te vinden tussen plaatsing nabij respectievelijk in de wijk en de milieu- en esthetische nadelen die daaraan verbonden zijn.

Het interim-rapport van de BAS stelt dat tot het jaar 2000 nog ongeveer 500.000 à 600.000 woningen in nieuwbouwwijken voor stadsverwarming in aanmerking komen en een even groot aantal woningen in bestaande bebouwing (par. 8.4). In de helft van alle gevallen kan volgens de BAS stadsverwarming worden gerealiseerd, zodat het jaar 2000 nog circa 600.000 woningen op stadsverwarming kunnen worden aangesloten.

De werkgroep heeft vastgesteld dat bij een aantal van de in aanmerking komende, in tabel 8.1 vermelde nieuwbouw-woningbouwprogramma's inmiddels besloten is dat niet tot stadsverwarming zal worden overgegaan. De veronderstelling van de BAS dat bij 50% daarvan stadsverwarming gerealiseerd kan worden lijkt dan ook aan de hoge kant.

De veronderstelling van de BAS dat ook bij 50% van de in aanmerking komende 500.000 à 600.000 woningen in bestaande bebouwing stadsverwarming gerealiseerd kan worden (pagina 114) is volgens de werkgroep zeer zeker te optimistisch. Het aantal woningen dat in het kader van stadsvernieuwing in aanmerking komt voor stadsverwarming schat de werkgroep niet hoog, omdat het overheidsbeleid veeleer gericht is op renovatie van bestaande woningen dan op sanering ("kaalslag") van grotere complexen woningen. Bovendien zijn met sanering zulke grote financiële bedragen gemoeid, dat slechts sterk gefaseerd tot uitvoering van saneringsprojecten wordt overgegaan, hetgeen de toepassing van stadsverwarming minder aantrekkelijk maakt. Daarnaast is ingeval van sanering reeds een gasnet aanwezig, zodat het de vraag is of de aanleg van stadsverwarming in die gevallen economisch verantwoord is. De perspectieven voor stadsverwarming bij meergezinswoningen met wijkverwarming een ook wel met blokverwarming lijken gunstiger. Steeds meer wordt echter bij wijkverwarming overgegaan tot de aanleg van individuele centrale verwarming, dan wel waar dat om bouwtechnische redenen niet mogelijk is, tot blokverwarming. Dit komt voort uit de grote warmteverliezen als gevolg van slechte terreinleidingen, terwijl ook het ontbreken van deugdelijke methoden om het individuele verbruik te meten een rol speelt. Ook de afschaffing van het speciale (lagere) gastarief voor blok- en wijkverwarming is een factor van betekenis. Ook bij blokverwarming bestaat de tendens waar

mogelijk over te gaan op individuele centrale verwarming.

Als gevolg van deze ontwikkeling komen steeds minder bestaande meergezinswoningen voor stadsverwarming in aanmerking. Het zal bijzonder moeilijk zijn deze ontwikkeling naar individuele verwarming af te remmen. Naar het oordeel van de werkgroep zal dit alleen gelukken in gevallen waarin uitzicht bestaat op inpassing in een stadsverwarmingssysteem op korte termijn.

Aan het slot van dit hoofdstuk (par. 8.4) wijst de BAS erop dat de veronderstelde toepassing van stadsverwarming leidt tot een uitbreiding van het elektrisch vermogen welke past in de voorziene structuur van de elektriciteitsvoorziening volgens het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening. De werkgroep is van oordeel dat het voor een soepele inpassing in de elektriciteitsvoorziening wenselijk is dat de beoogde stadsverwarmingprojecten geleidelijk worden gerealiseerd. Bij de planning van de stadsverwarming in Nederland zal hiermede rekening moeten worden gehouden. Voorts dient naar de mening van de werkgroep rekening te worden gehouden met bezuinigingen op het terrein van het elektriciteitsverbruik. Het energiebesparingsbeleid is immers niet alleen gericht op besparing van aardgas maar evenzeer op besparing van elektriciteit. Een succesvol beleid op dit punt zal de behoefte aan uitbreiding van elektrisch vermogen beperken. De inpassing van het door middel van stadsverwarming beschikbaar komende extra vermogen zal daardoor minder eenvoudig of althans economisch gezien minder aantrekkelijk worden.

4.9

Commentaar op hoofdstuk 9. Milieuhygiënische aspecten

De werkgroep heeft met belangstelling kennis genomen van de constatering van de BAS dat de luchtverontreiniging op leefniveau bij stadsverwarming met olie niet

groter is dan bij ruimteverwarming met aardgas (pagina 118). Deze constatering geeft aanleiding tot enkele opmerkingen over de keuze van de brandstof voor stadsverwarmingscentrales. Naar het oordeel van de werkgroep moet niet worden uitgegaan van aardgas als brandstof. In beginsel komen ook andere brandstoffen zoals olie, steenkool of uit steenkool geproduceerd gas en stadsafval in aanmerking. Bij de keuze van de brandstof dient niet alleen naar de milieu-effecten te worden gekeken. Ook de beschikbaarheid op korte en lange termijn, de aanvoermogelijkheden, de opslag en dergelijke zijn factoren die een rol moeten spelen. Bezien vanuit de wereldenergiesituatie zou waarschijnlijk de voorkeur gegeven moeten worden aan steenkool of uit steenkool verkregen gas. Afhankelijk van de concrete situatie moet uiteindelijk beoordeeld worden of toepassing van steenkool of steenkoolgas acceptabel is. In ieder geval dient stadsverwarming in beginsel niet met aardgas te worden bedreven. Immers slechts indien op een andere brandstof dan aardgas gestookt wordt vindt een substantiële besparing van aardgas plaats, waardoor een bijdrage wordt geleverd aan de verlenging van de termijn waarin de openbare gasvoorziening kan plaatsvinden.

In dit verband zij vermeld dat de voorlopige Algemene Energieraad in zijn advies inzake besparing op het huishoudelijk energieverbruik vermeldt dat stadsverwarming in principe als een hoogwaardige toepassing voor aardgas wordt beschouwd. Op grond van het bovenstaande is de werkgroep van oordeel dat toepassing van aardgas voor stadsverwarming slechts als hoogwaardig gekwalificeerd zou mogen worden indien er duidelijke bezwaren bijvoorbeeld uit een oogpunt van milieuhygiëne zijn verbonden aan de toepassing van een andere brandstof.

- 4.10 Commentaar op hoofdstuk 10. Organisatorische opzet
Hierop wordt in hoofdstuk 5 van dit advies nader inge-
gaan.

5. CONSEQUENTIES VAN HET ENTAMEREN OP ENIGSZINS GROTE
SCHAAL VAN STADSVERWARMINGSBEDRIJVEN

Voor de openbare gasvoorziening is de meest in het oog springende consequentie van introductie van stadsverwarming dat een deel van het bestaande én het potentiële debiet van de gasbedrijven komt te vervallen. Dit betekent dat de gasbedrijven nadelen zullen ondervinden op het gebied van de financiële resultaten én ten aanzien van de handhaving van de werkgelegenheid. Hierop wordt hieronder, bij de bespreking van de gewenste organisatorische opzet voor stadsverwarmingsbedrijven nader ingegaan.

De werkgroep onderschrijft de mening van de BAS dat een stadsverwarmingsbedrijf gekwalificeerd moet worden als een openbaar nutsbedrijf (par. 10.1). Zij is het er voorts mee eens dat de bedrijfsvoering van een stadsverwarmingsbedrijf wordt geïntegreerd met een bestaand nutsbedrijf. Het lijkt haar echter niet strikt noodzakelijk dat het stadsverwarmingsbedrijf in alle gevallen in de rechtsvorm van het ter plaatse werkzame openbare nutsbedrijf wordt gevoegd. Er kunnen situaties voorkomen, waarin het aanbeveling verdient het stadsverwarmingsbedrijf in een afzonderlijke rechtspersoon onder te brengen. Een dergelijke constructie maakt het mogelijk de financiële risico's en de zeggenschap te verdelen over verschillende belanghebbende partijen. Hierbij valt niet alleen te denken aan gas- en elektriciteitsbedrijven, maar ook bijvoorbeeld aan een zekere financiële participatie van de Nederlandse Energie Ontwikkelingsmaatschappij B.V. (NEOM). Overigens is het wel zaak dat bij een zodanig juridisch onafhankelijk stadsverwarmingsbedrijf, de bedrijfsvoering wordt uitbesteed aan het (de) betrokken openbare nutsbedrijf(ven).

De vraag op welke wijze de stadsverwarming in een concrete situatie moet worden georganiseerd kan ook volgens de werkgroep niet in algemene zin worden beantwoord. De optimale organisatorische opzet is afhankelijk van de bestaande situatie ten aanzien van de openbare nutsvoorziening.

De werkgroep wil volstaan met een aantal overwegingen. De techniek van warmtetransport en -distributie ligt meer in de lijn van de techniek van transport en distributie van aardgas, dan in die van elektriciteit. Gasbedrijven hebben ruime kennis van aanleg en onderhoud van leidingen met een vrij grote diameter, ervaring met corrosieproblemen en een goede kennis van de ondergrond. Bovendien bezitten gasbedrijven kennis en ervaring op het gebied van de warmtehuishouding van gebouwen. Daarnaast hebben verscheidene gasdistributiebedrijven ervaring met warmtetransport en -distributie in de vorm van wijkverwarming. Een groot deel van de gasdistributiebedrijven is, anders dan elektriciteitsbedrijven die tevens productiebedrijf zijn, in gemeentelijke handen. In dat geval heeft - zoals ook de BAS stelt (par. 10.3) - het gasbedrijf de voorkeur omdat de samenwerking tussen de gemeentelijke instanties van stadsontwikkeling, publieke werken en gasbedrijf/warmteleveringsbedrijf dan vlotter kan verlopen.

De BAS wijst er nog op dat introductie van stadsverwarming betekent dat een bestaand of potentieel debiet van het gasbedrijf komt te vervallen (par. 10.3.c). Indien voor de warmtelevering door middel van stadsverwarming zou worden gekozen voor het elektriciteitsbedrijf, dan zou dit niet alleen een financieel nadeel voor de betrokken exploitant van het gasbedrijf (veelal direct of indirect de gemeente) betekenen, maar tevens een aantasting van de werkgelegenheid. Deze heeft toch reeds de neiging enigszins terug te lopen in verband met de voltooiing van het aardgasdistributienet. Ook uit het oogpunt van handhaving van de werkgelegenheid

kan het dus de voorkeur verdienen de warmtelevering door het gasbedrijf te laten plaatsvinden. De door de BAS genoemde psychologische reden (de directe relatie van de gemeente met haar afnemers mag niet verbroken worden) zal er eveneens toe leiden de voorkeur aan een gemeentelijk gasbedrijf te geven.

Naast de hierboven vermelde overwegingen ten gunste van integratie van de warmtelevering in het gasdistributiebedrijf wil de werkgroep niet nalaten erop te wijzen dat er ook argumenten zijn voor integratie in een elektriciteitsbedrijf. Met name indien de elektriciteitsdistributie door een bedrijf plaatsvindt dat ook de produktie van elektriciteit verzorgt, kan integratie van de warmtelevering in het elektriciteitsbedrijf ertoe leiden dat minder problemen ontstaan bij de toerekening van de totale kosten van de warmtekracht centrale aan respectievelijk elektriciteit en warmte.

6. ROL VAN VEG-GASINSTITUUT n.v.

Stadsverwarming is een zaak die zowel voor de openbare elektriciteitsvoorziening als voor de openbare gasvoorziening van grote betekenis is. Dit blijkt reeds voldoende uit het feit dat de BAS is ingesteld door VEEN en VEGIN tezamen.

De werkgroep is van oordeel dat de beide nationale technische instituten op het gebied van de elektriciteitsvoorziening en van de gasvoorziening, de N.V. KEMA en VEG-GASINSTITUUT n.v. een rol zouden moeten spelen bij stadsverwarming.

Uiteraard moeten doublures voorkomen worden. Een goede afbakening tussen de taken van beide instituten ten aanzien van stadsverwarming is dan ook noodzakelijk. De werkgroep is met de BAS van oordeel dat de warmteproductie in het kader van stadsverwarming geïntegreerd moet worden in de elektriciteitsproductie. Het ligt dan ook voor de hand dat de N.V. KEMA de technische problematiek van de warmteproductie (kracht-warmte koppeling) voor haar rekening neemt. De technische problematiek van het transport en de distributie van de door middel van stadsverwarming geproduceerde warmte is veeleer een taak voor VEG-GASINSTITUUT n.v. Deze problematiek sluit immers nauw aan bij de bestaande know-how van VEG-GASINSTITUUT n.v. op het gebied van grotere leidingen, corrosie, ondergrond, netberekeningen en dergelijke. VEG-GASINSTITUUT n.v. zou met name tot taak moeten krijgen medewerking te verlenen aan het tot stand komen van keuringseisen voor terreinleidingen. Ook het verrichten van keuringen op basis van de keuringseisen is volgens de werkgroep een taak voor VEG-GASINSTITUUT n.v. De werkgroep beveelt aan dat er een gesprek tot stand komt tussen de directies van beide instituten om de beoogde taakverdeling tot stand te brengen.

Bijlage

Vereniging van Exploitanten
van Electriciteitsbedrijven
in Nederland

Vereniging van Exploitanten
van Gasbedrijven in Nederland

Besluit tot instelling van een Beleidsadviesgroep Stadsverwarming

De besturen van de beide hierboven vermelde verenigingen hebben kennis genomen van de gemeenschappelijke brief dd. 9 oktober 1974 van het Gemeente-Energiebedrijf te Rotterdam en de N.V. PEGUS te Utrecht, waarin beide bedrijven een initiatief-voorstel hebben ingediend, houdende de instelling door beide verenigingen van een Beleidsadviesgroep Stadsverwarming.

De besturen hebben overwogen dat in ons land het systeem van stadsverwarming - waarmee hier wordt bedoeld het voor ruimteverwarming in stadsdelen of steden aanwenden van althans een deel van de warmte die bij de opwekking van elektriciteit vrij komt - nog maar een beperkte toepassing heeft gevonden. Met de initiatiefnemers onderschrijven zij de wenselijkheid dat de beide verenigingen zich, gelet op de problemen die zich thans rond de energievoorziening in het algemeen voordoen, intensief met dit vraagstuk bezig houden. Op deze wijze zou een bijdrage tot een rationeler gebruik van energie kunnen worden geleverd.

De beide besturen hebben daarom besloten gezamenlijk een Beleidsadviesgroep Stadsverwarming in te stellen. Zij verzoeken de Beleidsadviesgroep de mogelijkheden van ruimere toepassing in ons land van stadsverwarming in de hierboven bedoelde zin te onderzoeken. Van haar bevindingen zou de Beleidsadviesgroep op zodanige wijze dienen te rapporteren dat provinciale en gemeentelijke besturen hierin een goede handleiding kunnen vinden om in hun voorzieningsgebied onder bepaalde omstandigheden tot een verantwoorde beslissing inzake het al of niet toepassen van stadsverwarming te kunnen komen.

Het is wenselijk in deze studie niet alleen de technische vraagstukken van de gecombineerde warmtekrachtmetingen van het warmtetransport te betrekken, maar ook andere aspecten te onderzoeken die aan het toepassen van stadsverwarming verbonden zijn. Genoemd kunnen worden vraagstukken die liggen op het terrein van volkshuisvesting en ruimtelijke ordening, evenals problemen die zich met betrekking tot het milieu voordoen.

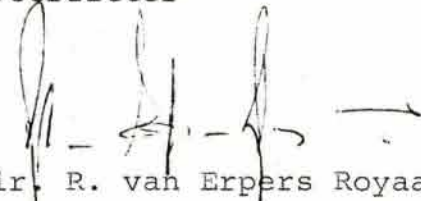
Samenvattend staat de besturen een door de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming te verrichten integrale studie van het vraagstuk van stadsverwarming voor ogen. De besturen zouden het bijzonder op prijs stellen als het de Beleidsadviesgroep mogelijk zou zijn binnen een termijn van ongeveer één jaar een rapport, eventueel een interim-rapport, aan de besturen aan te bieden.

Arnhem/Rijswijk (ZH), 28 februari 1975

Vereniging van Exploitanten
van Electriciteitsbedrijven
in Nederland.

Vereniging van Exploitanten
van Gasbedrijven in Nederland

mr. J.L.M. Niers,
voorzitter



ir. R. van Erpers Royaards
adjunct-secretaris

A.J. Kaland,
voorzitter



drs. G.G. Groenewegen
secretaris

DEEL II

ENERGIEBESPARING PER EENHEID INVESTERING
BIJ ISOLATIE EN STADSVERWARMING

1. CONCLUSIES

Wat de eigen berekeningen van de besparing per eenheid investering voor "Isolatie woningen en gebouwen" en "Aanleg stadsverwarming" betreft, mogen de volgende conclusies getrokken worden.

Allereerst blijkt het besparingscijfer van de voorlopige Algemene Energieraad voor "Isolatie woningen en gebouwen" nagenoeg met dat uit de eigen berekeningen overeen te stemmen. Er wordt weliswaar een iets lagere waarde gevonden, maar daarbij is geen rekening gehouden met de bijzondere bebouwing.

De besparingscijfers per eenheid investering bij "Aanleg stadsverwarming" uit het AER-rapport zijn daarentegen véél te hoog.

Vier van de vijf in het interim-rapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming genoemde produktiemethoden blijken een lagere besparing op te leveren dan de isolatie van woningen en gebouwen. Alleen het aftapcondensatiebedrijf levert een grotere besparing per eenheid investering op. Deze produktiemethode is echter beperkt toepasbaar.

Beoordeeld naar energiebesparing per eenheid investering is "Isolatie woningen en gebouwen" in het algemeen aantrekkelijker dan "Aanleg stadsverwarming", dit in tegenstelling tot hetgeen uit de berekeningen van de voorlopige Algemene Energieraad kan worden geconcludeerd.

Tabel 18: Economische kencijfers voor enkele besparingsmaatregelen bij een onderscheiden besparingsniveau

Aspect	Maatregel	Isolatie woningen en gebouwen	Verbetering en stookinstal- laties	Isolatie koelkasten en diepvriezers	Aanleg stads- verwarming	Overgang op dieselmotoren
1. Maximale energie besparing in 1985 ¹⁾	10 ⁶ toe/ jaar	6,2	1,6	0,3	1,5	1,2
2. Fractie te realiseren tot 1985	%	l. 20 ²⁾ h. 40	l. 10 ³⁾ h. 30	l. 25 ⁴⁾ h. 50	l. 10 ⁵⁾ h. 30	l. 5 ⁵⁾ h. 7,5
3. Bruto handelsbalans voordeel (prijzen 1976) ⁶⁾⁷⁾	10 ⁶ f/ jaar	l. 310 h. 620	l. 40 h. 120	l. 18,75 h. 37,50	l. 37,50 h. 112,50	l. 15,0 h. 22,5
4. Vereiste ⁸⁾ investeringsbedragen (prijzen 1976)	10 ⁶ f	l. 3500 h. 7000	l. 134 h. 402	l. 90 h. 180	l. 160 ⁹⁾ h. 480 ⁹⁾	l. 56,3 h. 84,5
5. Gebruiksduur ⁸⁾	jaren	24	15	15	40	>4
6. Besparing ¹⁰⁾ per eenheid investering	toe/jaar per 10 ⁶ f	354	1200	830	950	1065
7. Terugbetalingstijd van investering	jaar	12 à 15 ¹¹⁾	2	2	-	-
8. Werkgelegenheid ¹²⁾	manjaar	l. 35000 h. 70000	l. 1800 h. 5400	l. 1200 h. 2400	l. 2130 h. 6400	l. - h. -

h = hoog

l = laag

- 1) Zie tabel 12.
- 2) Alle nieuwbouw tezamen met de helft van het aantal huizen dat thans reeds beschikt over CV (ca. 37%). Dit wordt ca. 20% van ons totaal huizen- en gebouwenbestand in 1985.
- 3) 15% van het woningbestand dat in 1985 beschikt over CV.
- 4) Gebaseerd op een vervanging van het koelkastenbestand van 25% tot 1985.
- 5) Conform dezerzijds gemaakte raming.
- 6) Exclusief eventueel vereiste importen ter realisering van benodigde investeringen.
- 7) Prijs per ton ruwe aardolie cif Rotterdam f 250.
- 8) Zie tabellen 13, 14 en 15.
- 9) Gerekend is met een investeringsbedrag van f 10.000/woning. (Hieromtrent zal met name het BAS-rapport uitsluitend moeten geven. Genoemd worden ook bedragen die aanmerkelijk lager liggen. Dit zou betekenen dat de vereiste investeringsbedragen aanzienlijk zouden kunnen dalen.)

- 10) Bedragen van rij 1 delen door rij 4 en vermenigvuldigen met rij 2.
- 11) Bij een isolatieprogramma dat zowel vullen van de spouw als het aanbrengen van dubbele beglazing betreft. Bij uitsluitend eerstgenoemde maatregel is deze periode veel korter nl. 5 à 6 jaar.
- 12) Voor isolatie-investeringen f 100.000 per manjaar. Voor de overige besparingsmogelijkheden is gerekend met een omzet van f 75.000 per man per jaar. Geen rekening is gehouden met eventueel vereiste importen.

2. INLEIDING

In het rapport Advies inzake besparing op het huishoudelijk energieverbruik van de voorlopige Algemene Energieraad (AER), dat 9 mei 1977 verschenen is, wordt op pagina 53 een tabel (18) gepresenteerd, waarin economische kencijfers voor enkele besparingsmaatregelen bij een onderscheiden besparingsniveau vermeld zijn. Deze tabel is hiernaast overgenomen.

Een van deze kencijfers is de besparing per eenheid investering uitgedrukt in ton olie equivalent per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden. In onze maatschappij, waar de noodzaak om energie te besparen steeds groter wordt en bovendien de financiële middelen schaars zijn, is een dergelijk kencijfer van belang. Immers de overheid zal in haar toewijzigingsbeleid van financiële middelen ten behoeve van energiebesparingen, die projecten voorrang moeten verlenen die de grootste besparing opleveren per eenheid geïnvesteerd kapitaal. Het is daarom erg belangrijk dat de beslissingen gebaseerd zijn op grond van reële cijfers. Dat daarnaast betalingsbalansvoordelen en positieve werkgelegenheidseffecten ontstaan is belangrijk, maar vanuit energiebesparingsoogpunt gezien minder interessant.

Aangezien er twijfels bestaan over de hoogte van de in tabel 18 genoemde besparing per eenheid investering voor "Isolatie woningen en gebouwen" en "Aanleg stadsverwarming" wordt in dit deel met behulp van eigen gegevens getracht deze cijfers te verifiëren.

3. BESPARING PER EENHEID INVESTERING BIJ ISOLATIE VAN
WONINGEN

Evenals in het rapport van de AER wordt uitgegaan van dak- en spouwisolatie en van dubbele beglazing. De verhouding eengezins-, meergezinswoningen heeft zich in het verleden verhouden als 3 : 1. De bijzondere bebouwing wordt niet in de beschouwing betrokken.

Bij een gemiddelde eengezinswoning wordt uitgegaan van 67 m² dak, 55 m² spouwmuur en 10 m² glas¹⁾.

Een gemiddelde meergezinswoning heeft 17 m² dak, 20 m² spouwmuur en 10 m² glas¹⁾.

3.1 Investering (prijspeil 1976)

eengezinswoning - dakisolatie	f 15,-- per m ²	f 1.005,--
- spouwisolatie	f 12,-- per m ²	" 660,--
- dubbel glas	f 200,-- per m ²	" <u>2.000,--</u>
		f 3.665,--
		=====

meergezinswoning- dakisolatie	f 30,-- per m ²	f 510,--
- spouwisolatie	f 12,-- per m ²	f 240,--
- dubbel glas	f 200,-- per m ²	f <u>2.000,--</u>
		f 2.750,--
		=====

De investering voor een "gemiddelde" woning bedraagt dan:

$$\frac{3 \times f 3.665,-- + 1 \times f 2.750,--}{4} = f 3.436,--$$

3.2 Beparing in m³ aardgas per jaar

eengezinswoning - dakisolatie	15 m ³ /m ² /jaar	1.005 m ³
- spouwisolatie	10 m ³ /m ² /jaar	550 m ³
- dubbel glas	25 m ³ /m ² /jaar	<u>250 m³</u>
		1.805 m ³
		=====

1) Alleen in hoofdwoonvertrek.

meergezinswoning - dakisolatie	17 m ³ /m ² /jaar	289 m ³
- spouwisolatie	10 m ³ /m ² /jaar	200 m ³
- dubbel glas	25 m ³ /m ² /jaar	250 m ³
		<u>739 m³</u>
		=====

De besparing voor een "gemiddelde" woning bedraagt dan

$$\frac{3 \times 1.805 + 1 \times 739}{4} = 1.539 \text{ m}^3$$

3.3

Besparing m³ gas per geïnvesteerde gulden

Uit 3.1 en 3.2 kan worden afgeleid dat per geïnvesteerde gulden de besparing 0,447726 m³ per jaar bedraagt.

Dit is om te rekenen naar ton olie equivalenten (toe) per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden, waarbij 1 ton olie equivalent overeenkomt met 1300 m³ aardgas.

Omgerekend is de besparing 344 toe/jaar/10⁶f.

4. BESPARING PER EENHEID INVESTERING BIJ STADSVERWARMING

Deze berekening wordt uitgevoerd aan de hand van gegevens uit het interimrapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming (BAS).

4.1 Investering (in 1000 gulden, prijspeil 1976)

Afhankelijk van produktiemethode en wijkomvang is het mogelijk de investeringen te bepalen.

	Wijk I (3500 woningen)		Wijk II (7000 woningen)	
	Aftap cond. bedrijf	Diesel- motoren	Aftap cond. bedrijf	Diesel- motoren
Investeringen:				
prod. methode	3.528	30.013	5.766	58.067
grond ₂ (f 65,-- per m ²)	179	309	211	374
distributie	8.242	8.242	19.235	19.235
afstand transp. 2 km.	2.400	2.400	3.250	3.250
huisaansl.	<u>10.193</u> +	<u>10.193</u> +	<u>20.422</u> +	<u>20.422</u> +
Totaal invest. bij stadsverw. (1)	24.542	51.157	48.884	101.348
Investering bij gasvoorziening (2)	<u>11.689</u> -	<u>11.689</u> -	<u>23.480</u> -	<u>23.480</u> -
Extra invest. nodig bij stads- verwarming (3)	12.853	39.468	25.404	77.868

4.2 Besparing in m³ gas per jaar

Afhankelijk van de gehanteerde produktiemethode en de wijkomvang bedragen de besparingen voor:

wijk I van 4,7 tot 10,4 mln. m³ aardgas
wijk II van 9,9 tot 21,4 mln. m³ aardgas.

4.3 Besparing per eenheid investering

De besparing in ton olie equivalent per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden rekening houdend met de totale investering bij stadsverwarming (bedragen genoemd onder (1) bij 4.1) bedraagt:

	Wijk I		Wijk II	
	Aftap cond. Dieselmotoren		Aftap cond. dieselmotoren	
Besparing per eenheid investering	216	156	219	162

De besparing in ton olie equivalent per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden rekening houdend met de extra investeringen bij stadsverwarming ten opzichte van de investeringen bij gasvoorziening (bedragen genoemd onder (3) bij 4.1) bedraagt:

	Wijk I		Wijk II	
	Aftap cond. Dieselmotoren		Aftap cond. dieselmotoren	
Besparing per eenheid investering	413	203	421	211

Deze besparingen liggen aanzienlijk lager dan die in het rapport van de voorlopige Algemene Energieraad. Bovenstaande berekeningen zijn ook uitgevoerd met de gegevens voor de uitbreiding van stadsverwarming in Rotterdam ¹⁾ (RoCa-gebied) en voor de aanleg van stadsverwarming in Almere ²⁾.

1) Raadsstuk - verzameling 1977 - Code 11 - volgnummer. 245
Litt.a - 1439 - B nr. 77/298.

2) De aanleg van stadsverwarming in Almere - NEOM-rapport - 15 december 1977.

De besparing in ton olie equivalenten per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden bedraagt, rekening houdend met de totale investeringen voor stadsverwarming in RoCa-gebied 121 toe

Almere 192 toe

De besparing in ton olie equivalenten per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden bedraagt, rekening houdend met de extra investeringen voor stadsverwarming ten opzichte van de aanleg van het aardgasdistributiesysteem in:

RoCa-gebied 147 toe

Almere 304 toe

4.4 Besparing per eenheid investering inclusief netverzwaring

Wanneer in een wijk stadsverwarming wordt aangelegd, zijn de gezinnen volgens het BAS-rapport aangewezen op elektrisch koken, omdat geen aardgasdistributienet in die wijk wordt aangelegd. Dit elektrisch koken van alle gezinnen heeft tot gevolg, dat het distributienet van elektriciteit in die wijk verzwaaard moet worden ten opzichte van de normale aanleg. Volgens het BAS-rapport kan de investering voor deze verzwaring op f 300,-- per woning gesteld worden.

Wederom worden de investeringen bepaald: (in 1000 gulden, prijspeil 1976)

	Wijk I (3500 woningen)		Wijk II (7000 woningen)	
	Aftap cond.	Diesel- motoren	Aftap cond.	diesel- motoren
Extra investering nodig bij stadsverwarming (3)	12.853	39.468	25.404	77.868
Investering verzwaring elektriciteitsnet	$\frac{1.050}{13.903} +$	$\frac{1.050}{40.518} +$	$\frac{2.100}{27.504} +$	$\frac{2.100}{79.968} +$

De besparing in ton olie equivalent per jaar per geïnvesteerde miljoen gulden, rekening houdend met de extra investering bij stadsverwarming ten opzichte van de investering bij gasvoorziening (3) en rekening houdend met de verzwaring van het elektriciteitsnet bedraagt dan:

	Wijk I		Wijk II	
	Aftap cond. diesel- motoren	197	Aftap cond. diesel- motoren	206
Besparing per eenheid investering	382	197	389	206



Ielystad / smedinghuis / zuiderwagenplein 2 / telefoon (03200) 99111 / telex 40115

28/4/77

**De landdrost van het openbaar lichaam
"Zuidelijke IJsselmeerpolders"
Stadskantoor
LELYSTAD**

uw brief van	Ielystad	22 april 1977	
uw kenmerk	mijn kenmerk	Cl 19357	toestelnr.
onderwerp	bijlage(n)	1	verz.: 28 APR. 1977

Toezending Flevobericht
 nr. 122-Stadsverwarming
 Almere
*L naar bibliotheek
 9/12-'80*

Hierbij ontvangt U ter persoonlijke kennisneming een exemplaar van een door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders verrichte studie over eventuele stadsverwarming voor Almere.

Te Uwer informatie deel ik U nog mede, dat de Minister van Verkeer en Waterstaat over de in deze studie neergelegde problematiek het standpunt van zijn ambtgenoot van Economische Zaken heeft gevraagd.

DE DIRECTEUR VAN DE RIJKSDIENST
VOOR DE IJSSELMEERPOLDERS

Prof. Dr. R.H.A. van Duin

D.A.C.:	
SUGGESTIE: <i>De Commissie openbare werken van de orde stellen.</i>	
AKKOORD	BESPREKEN
BESLID:	

De Heer D.M. Boogaard
Openbaar Lichaam Zuidelijke
IJsselmeerpolders
Stadskantoor
LELYSTAD

Inpaktoemaak: ZIJP	
adv.	nr.
<input type="checkbox"/> doc A	oos advies:
<input type="checkbox"/> doc B	
<input checked="" type="checkbox"/> meet avr	fotoopn.
<input type="checkbox"/> teg avr	
	H
	M

postbus 17, sittard

telefoon 04490-4451

uw brief van

uw referentie

onze referentie

sittard,

875U/III.2.2.

15 september 1977.

Commissie Overleg Stadsverwarming Almere.

Bijgaand zend ik U in de eerste plaats in 2-voud het 'concept-schema NEOM-advies SV in Almere', dat als basis dient voor de opzet van het 1e interim-rapport en van de taakverdeling en de inhoud van de facet-rapportage. Het is de bedoeling dat het hoofdverhaal door NEOM wordt geschreven, en dat dit gebeurt mede op basis van de door de participanten geleverde facet-rapportage, die als bijlagen A t/m M onderdeel van het advies zullen vormen. Voor elke bijlage is (zijn) de genoemde participant(en) in beginsel verantwoordelijk, zowel qua tekst als qua daarin genoemde kwantitatieve gegevens, waarvoor reeds per bijlage tabellen zijn bijgevoegd.

De bijlagen H t/m M zijn nog niet uitgewerkt en zullen zo spoedig mogelijk nagezonden worden. NEOM rekent er op dat U de concept-teksten van de facet-rapportage uiterlijk 26 september zo volledig mogelijk naar Sittard verzendt. Mocht U nog problemen hebben met de taakverdeling of rond de geschetste inhoud van de U toebedeelde taken, dan ben ik voor telefonisch overleg beschikbaar op dinsdagmiddag 20 september en woensdagmorgen 21 september. Voor de meer technische gegevens kunt U beter de heer Hanhart benaderen die maandagmiddag en de gehele dinsdag in Sittard zal zijn.

Met enkele participanten zoals RIJP, ZIJP en Gamog hebben de heer Hanhart en ik al afspraken voor een dergelijk overleg in Utrecht, resp. Zutphen gemaakt.

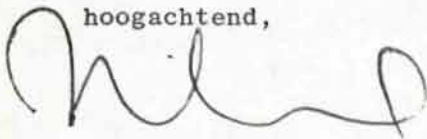
Het is denkbaar dat nog een tweede overleg nodig is, maar dit zou de heer Hanhart dan liefst willen doen aan de hand van reeds ingezonden concepten voor de facet-rapportage. Hij heeft daarvoor uiterlijk woensdag 28 september beschikbaar.

Gaarne zeg ik U dank voor de ontvangen reacties inzake bestuurlijke, organisatorische en financiële aspecten. Een zekere weerslag daarvan zult U al in het aanstaande maandag of dinsdag te verzenden concept-interim rapport kunnen vinden.

U wederom voortvarendheid toewensend,

met vriendelijke groeten,

hoogachtend,



Dr. D.B. Jochems.

P.S. Ter versnelling van de lopende procedure, die vertraagd is door het wegens ziekte uitvallen van de heer Kol, is bij deze brief met bijlagen ook nog het door NEOM gecorrigeerde verslag van de COSA-bespreking van 30 augustus bijgesloten. Het was mij niet mogelijk na te gaan of U al op de vorige versie bij de heer Kol gereageerd had, zodat ik U wellicht dubbel werk bezorg, waarvoor dan mijn excuses. Eventuele opmerkingen wacht ik met belangstelling af.

Bijlagen.

CONCEPT-SCHEMA NEOM-ADVIES OVER SV IN ALMERE

(als basis voor: 1. opzet 1e interim-rapport,
2. taakverdeling facetrapportage).

1. Inleiding

- hoge prioriteit Stadsverwarming i.v.m. energiebesparing
- adviezen BAGS en AER; nationaal belang Almere
- EZ-initiatief tot COSA met vermelding participanten
- noodzaak spoedige besluitvorming, o.a. vanwege beschikbare gelden
- daarom naar huidige inzichten zo goed mogelijke formulering in onderling overleg van uitgangspunten voor projekt-opzet en technische en economische berekeningen
- opzet, resultaten en conclusies hebben principe-instemming van participanten, en zo nodig van hun hogere organen.

2. Globale informatie over algemene opzet en fasering van SV-projekt Almere

- woningbouwprogramma Almere Stad en andere kernen
- overige belangrijkste uitgangspunten.

3. Samenvatting technische uitgangspunten voor projekt-opzet

(met vermelding van bijlagen waarin over deze facetten op korte termijn door daarbij aangegeven participanten moet worden gerapporteerd, met in een latere fase bijstelling en tekstafstemming met andere facetrappen).

- 3.a. Warmtebehoefte voor woningbouw, industrie en ander warmte-afnemers
(uitgewerkt in bijlage A door RIJP/ZIJP).
 - 3.b. Warmteproductie en brandstoffen
(uitgewerkt in bijlage B door PGEM).
 - 3.c. Transport en distributie stadsverwarming
(uitgewerkt in bijlage C door PGEM).
 - 3.d. Huishoudelijke en industriële warmte-afnemers
(uitgewerkt in bijlage D door ZIJP/^{R.V.P.}~~PGEM~~/Gamog).
4. Consequenties SV voor warmte-afnemers
5. Samenvatting financieel-economische uitgangspunten
 - 5.a. Investerings en kosten
(uitgewerkt in bijlage E door PGEM).
 - 5.b. Rentevoet, inflatie en prijsontwikkelingen
(uitgewerkt in bijlage F door NEOM).
6. Energiebesparing door SV ten opzichte van conventionele warmtevoorziening
 - 6.a. Uitgangspunten voor conventionele warmtevoorziening via individuele c.v., e.d.
(uitgewerkt in bijlage G door Gamog).
 - 6.b. Energiebesparing door SV ten opzichte van c.v. e.d. en daaraan verbonden kosten
(uitgewerkt in bijlage H door NEOM).
7. Overige aspecten Stadsverwarming
 - 7.a. Planologische aspecten
(uitgewerkt in bijlage I door RIJP/ZIJP).

- 7.b. Milieu-aspekten ^{Z4P}
(uitgewerkt in bijlage J door RIJP/PGEM) *op voorstel NEOM.*
- 7.c. Sociaal-economische aspecten
(uitgewerkt in bijlage K door PGEM/Gamog).
8. Rentabiliteit en financieringsbehoefte SV-project
(uitgewerkt in bijlage L door NEOM, met vermelding inputgegevens en structuur gehanteerd rekenmodel).
9. Organisatievormen en financieringsmogelijkheden
(uitgewerkt in bijlage M door NEOM).
10. Conclusies en advies
m.b.t. - projekt-opzet
- organisatievormen
 - eventuele hulp bij financiering
 - verder te volgen (bestuurlijke) procedures.

Jochems.

Suggesties voor inhoud van bijlagen

Bijlage A. Warmtevraag voor woningbouw, industrie en andere warmte-afnemers

(samen te stellen door ^{NEOM}~~RIP/IIIP~~ en goedkeuring R.Y.P. en ev. Z.Y.P.)

1. Onderscheid, Almere Haven, Stad en andere kernen, aan de hand van kaart.
2. Woningbouwprogramma en -fasering.
3. Grote en kleine industrieterreinen.
4. Behoeftte voor agrarische doeleinden.
5. Aansluitwaarden categorieën warmte-afnemers.
6. Verdeling over de tijd warmtebehoefte.
7. Overige aspecten.
8. Belanghebbenden en besluitvorming.

Jaarbelastingduurkromme c.q. warmte afnamepatroon in % van

coörd. RIJP/ ZIJP	categorie warmtegebruiker:								capaciteitsfactor				bron
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	categorie warmtegebruiker:								capaciteitsfactor				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	categorie warmtegebruiker:								capaciteitsfactor				
									capaciteitsfactor				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Opmerkingen: capaciteitsfactor = verhouding tussen max. en (jaar)gem. warmtevraag.													

Bijlage B. Warmteproductie en brandstoffen

(samen te stellen door PGEM)

1. Keuze warmteproductiemiddelen.
2. Keuze brandstoffen.
3. Afstemming warmte- en electriciteitsproductie.
4. Inpassing E-productie in SEP-net.
5. Locatie WKC's en HWC's en aanvoer (en opslag) brandstoffen.
6. Planologische en milieu consequenties.
7. Overige aspecten.
8. Belanghebbenden en besluitvorming.

coörd

PGEM

		<u>Rendementen WKC's en leidingnet</u>					bron	opm.
WKC	therm.							
	bel %							
	η_e %							
	η_{th} %							
WKC	therm.							
	bel. %							
	η_e %							
	η_{th} %							
WKC	therm.							
	bel. %							
	η_e %							
	η_{th} %							
WKC	therm.							
	bel. %							
	η_e %							
	η_{th} %							
WKC	therm.							
	bel. %							
	η_e %							
	η_{th} %							
WKC	therm.							
	bel. %							
	η_e %							
	η_{th} %							
<u>Leidingnet</u>								
bel. %								
%								

Bijlage C. Transport en distributie

(samen te stellen door PGEM/PEGUS)

1. Leidingstelsel warmtetransport.
2. Systeem en materialen.
3. Consequenties bodemgesteldheid.
4. Mogelijkheid benutting Gamog-voorzieningen.
5. Meting warmtelevering
6. Overige aspecten.
7. Belanghebbenden en besluitvorming.

coörd.	Omschrijving					bron	opm.
PGEM/ PEGUS	<u>gas</u>						
	<u>leidingnet CV</u>						
	install. volgorde	-					
	jaartal	-					
	investering	f mln					
	econ. levensduur,						
	aant. pompeen.	-					
	onderhoud	%					
	<u>Gascompressor</u>						
	investering	f mln					
	econ. levensd.	j					
	electr. verbr.	KWh/j					
	onderhoud	%					

Bijlage D. Huishoudelijke en industriële warmte-afnemers

(samen te stellen door RIJP/ZIJP/Gamog)

1. Gasfaciliteiten voor industrie in relatie met vestigingsplaatsfactoren.
2. Kookgasnet of electrisch koken.
3. Aansluitplicht en warmtetariefstelling.
4. Bouwkundige consequenties.
5. Consumentenbelangen.
6. Overige aspecten.
7. Belanghebbenden en besluitvorming.

neom

nederlandse energie ontwikkelings maatschappij b.v.

SPECIFICATIEFORMULIER STADSVERWARMING

coörd.	Omschrijving	eenh.				bron	opm.
RIJP/ ZIJP/ Gamog	<u>Categorie warmtegebruiker:</u>						
	woningen type						
	gedeelte van bebouwing	%					
	dubbele beglazing						
	woonkamer	f					
	vast glas overig	f					
	beweegb. glas overig	f					
	ruimte verwarming	GJ/j					
	utiliteitsfactor	-					
	warmtapwater	GJ/j					
	koken	GJ/j					
	aansluitvermogen	kw					
	terrein grootverbruiker	ha					
	bebouwendichtheid	%					
	specifiek warmtegebruik	GJ/ha					
	gebruik proceswarmte	GJ/j					
	aansluitvermogen	MW					
	type verwarmingsinstall.						
	brandstof soort						
	investering	f					
	economische levensduur	j					
	onderhoud	f/j					
	brandstofrendement	%					
	maximum	%					
	minimum	%					
	ruimtebeslag	m ³					
	kostenruimte	f/m ³					
	kosten rookkanaal	f					
	kosten gasdistr. net	f/MW					
	levensduur	j					
	onderhoud	f/MW					
	gasmeters	f					
	kosten warmte distr. net	f/MW					
	levensduur	j					
	onderhoud	f/MW					
	ruimte voor warmtewiss.	m ³					
	kosten ruimte	f/m ³					
	warmtemeter	f					
	belastingduurkromme						
	c.q. warmteafname patroon						
	verhouding max/gem.						

neom

nederlandse energie ontwikkelings maatschappij b.v.

SPECIFICATIEFORMULIER STADSVARWARMING

coörd. RIJP/ ZIJP/ Gamog		inves- tering f	econ. levens duur j	brand- stof rend. %		bron	opm.
	<u>apparaten</u>						
	gasfornuis						
	electrisch fornuis						
	gasboiler						
	ventilatie						
	gasgeijser						
	ventilatie						
	electrische boiler						
	electrische warmtewisselaar						

Bijlage E. Investerings en kostenfactoren

(samen te stellen door PGEM)

1. Specificatie investeringen voor warmteproductiemiddelen, transport, distributie en levering.
2. Levensduur en onderhoudskosten.
3. Te onderscheiden kostenfactoren en de specificatie daarvan in het basisjaar.
4. Werkgelegenheid.
5. Overige aspecten.
6. Belanghebbenden en besluitvorming.

coörd.
PGEM

						bron	opm.
<u>Opbouw elektriciteitsprijs en brandstofpakket (CV)</u>							
Centrale	1	2	3	4	5		
brandstof soort							
rendement %							
vermogensverg. f/KW							
econ. levensd. j.							1.
Aandeel in electr. opwekking in %:							
jaar							
1, %							
2, %							
3, %							
4, %							
5, %							
<u>Opbouw electr. prijs en brandstofpakket (SV)</u>							
Centrale	1	2	3	4	5		
brandstofsoort							
rendement %							
vermogens verg. f/KW							
econ. levensd. j							1.
Aandeel in de elektr. opwekking in %:							
jaar							
1, %							
2, %							
3, %							
4, %							
5, %							

Opmerking 1: economische levensduur voor centrales gemiddeld.

neom

nederlandse energie ontwikkelings maatschappij b.v.

SPECIFICATIEFORMULIER STADSVERWARMING

coörd.	Omschrijving					bron	opm.
PGEM	<u>Warmtekrachtcentrales</u> install. volgorde type brandstofsoort jaartal capaciteit MWe MW th. investering f mln econ. levensduur j aantal bed. plaatsen - onderhoud f/j vermogensverg. f/MWe bron <u>Hulpwarmte centrales</u> installatie volgorde: type brandstofsoort jaartal investering f mln econ. levensduur j aantal bed. plaatsen - onderhoud f/j <u>Electrische centrales</u> install. volgorde type brandstofsoort jaartal capaciteit MWe investering f mln econ. levensd. j aantal bed. plaatsen - onderhoud f/i vermogensverg. f/MWe Opmerkingen: 1. jaartal van inbedrijfname	1	2	3	4		1.

Bijlage F. Rentevoet, inflatie en prijsontwikkelingen

(samen te stellen door NEOM/PGEM)

1. Reële rente bij berekeningen in constante prijzen.
2. Rente en inflatie bij berekeningen in lopende prijzen.
3. Levensduur en kapitaalslasten.
4. Ontwikkelingen in overige vaste kosten.
5. Energieprijsontwikkelingen.
6. Ontwikkelingen in andere variabele kosten.
7. Overige aspecten.
8. Belanghebbenden en besluitvorming.

neom

nederlandse energie ontwikkelings maatschappij b.v.

SPECIFICATIEFORMULIER STADSVERWARMING

coörd.

bron

Gamog Algemene kosten + winst SV (in constante guldens/j)

NEOM/ jaar: _____

PGEM f/j : _____

opm.:

Algemene kosten + winst CV (in constante guldens/j)

jaar: _____

f/j : _____

opm.:

Rente

jaar: _____

% : _____

opm.:

Inflatie

jaar: _____

% : _____

Opm.:

Investeringschema's (in % van investering over max. 4 jaar)

warmtekrachtcentrales _____

hulpwarmtecentrales _____

warmteleidingnet _____

gasleidingnet _____

Opmerkingen

In deze tabellen kunnen waarden voor max. 7 willekeurige waarden worden gekozen. Voor de tussenliggende jaren wordt lineair geïnterpoleerd.

*+ overzichts
lijst P.*
Bijlage G. Uitgangspunten voor conventionele warmtevoorziening via individuele

C.V. e.d.

(samen te stellen door Gamog)

1. Investerings en kosten conventioneel gasnet.
2. Kosten, onderhoud, levensduur en rendement c.v.-ketel.
3. Idem warmwatervoorziening.
4. Werkgelegenheid.
5. Overige aspecten.
6. Belanghebbenden en besluitvorming.

neom

nederlandse energie ontwikkelings maatschappij b.v.

I -1824.12

ingekomen ZIJP	23 SEP. 1977
afdel. I	nr. 10903
<input type="checkbox"/> dac A	om advies
<input type="checkbox"/> dac B	
<input type="checkbox"/> meet svr	fotocopies
<input type="checkbox"/> ing svr	S M

De Weledele Heer
D.M. Boogaard

Openbaar Lichaam Zuidelijke IJsselmeerpolders
Stadskantoor
LELYSTAD

postbus 17, sittard

telefoon 04490-4451

uw brief van

uw referentie

onze referentie

sittard,

903U/III.2.2.

22 september 1977.

Commissie Overleg Stadsverwarming Almere

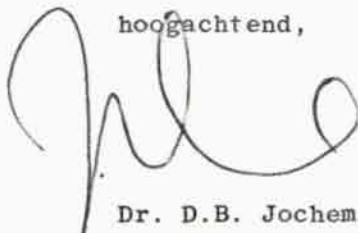
Bijgaand zend ik U nog 2 stukken ten dienste van de voorbereiding van het advies inzake stadsverwarming in Almere:

- Bijlagen H t/m K (d.d. 21 september), behorend bij concept-schema NEOM-advies over SV in Almere (d.d. 14 september 1977).
- Enige attentiepunten voor het informatie- en besluitvormingsproces rond het advies inzake SV in Almere (d.d. 22 september 1977).

Wederom wachten wij graag Uw eventuele reacties af ten dienste van een definitieve vormgeving.

Medio volgende week hopen wij U de agenda voor de bespreking op 5 oktober met bijbehorende stukken toe te zenden. Het ziet er wel naar uit dat een bijeenkomst op de gereserveerde datum op 11 oktober ook nodig zal zijn om tijdig tot afwikkeling van dan nog lopende zaken te kunnen komen.

Met vriendelijke groeten,
hoogachtend,



Dr. D.B. Jochems.

Bijlagen.

Bijlage H. Energiebesparing door SV ten opzichte van conventionele warmtevoorziening

(samen te stellen door NEOM)

1. Energieverbruik voor individuele centrale verwarming, warmwater en koken op aardgas.
2. Energieverbruik voor stadsverwarming en elektrisch koken.
3. Meer-investeringen en kosten (in constante prijzen) voor stadsverwarming in vergelijking met c.v. e.d.
4. Kosten per bespaarde eenheid (bijv. G.Joule) energie, zowel in aanloopfase als in jaar van volledige bezetting.

Bijlage I. Planologische aspecten

(samen te stellen door RIJP/ZIJP)

1. Stedebouwkundige aanpassing aan SV.
2. Consequenties voor de 2000 reeds in de ontwerpfase verkerende woningen in Almere-Stad.
3. Consequenties van SV voor Woningbouwvereniging en projektontwikkelaars.
4. Consequenties voor industrie-vestigingsbeleid.
5. Lokatie WKC's en HWC's.
6. Consequenties voor concessie-verleningen.
7. Overige aspecten.
8. Belanghebbenden en besluitvorming.

Bijlage J. Milieu-aspekten

(samen te stellen door RIJP/ZIJP/PGEM)

1. Luchtverontreiniging bij WKC en HWC.
2. Koelwatergebruik en consequenties.
3. Luchtverontreiniging bij conventionele verwarming.
4. Te verwachten milieu-effecten in relatie tot de aan te houden normen.
5. Overige aspecten.
6. Belanghebbenden en besluitvorming.

Bijlage K. Sociaal-economische aspecten

(samen te stellen door PGEM/Gamog)

1. Werkgelegenheid bij de aanleg van SV.
2. Werkgelegenheid bij de bedrijfsvoering (incl. onderhoud) van SV.
3. Werkgelegenheid bij de aanleg van conventionele warmtevoorziening, inclusief bij de productie en onderhoud van c.v.-ketels.
4. Overige aspecten.
5. Belanghebbenden en besluitvorming.

Enige attentiepunten voor het informatie- en besluitvormingsproces rond
het advies inzake SV in Almere.

(met verwijzing naar indeling concept-schema NEOM-advies d.d. 14 september '77)

ad 3a: Warmtebehoefte

1. RIJP informeert Stichting Woningbouw Almere, planologen en projektontwikkelaars over SV-perspectief.
2. COSA gaat na op welke wijze RIJP de eerste 2000 woningen van Almere-Stad, die thans in ontwerp zijn, alsmede het Stadsontwikkelingskantoor alsnog voor aansluiting op SV beschikbaar kan laten blijven, al dan niet via instructies van Verkeer en Waterstaat aan RIJP.

ad 3b: Warmteproductie

3. PGEM verkrijgt (principe) toestemmingen voor:
 - inpassing E-productie WKC's in landelijk electriciteitsplan
 - aardgaslevering voor WKC 's
 - gaslevering voor ondervuring eerste hulpwarmtecentrale(s)
 - aanleg hoogspanningsleidingen.
4. Concessie-verlening inzake warmtelevering moet geregeld worden.
5. PGEM en RIJP overleggen met Gasunie over eventuele vergroting onrendabiliteit Gasunie-leidingen door lager gasgebruik.
6. Gamog beslist over eventuele mogelijkheid van gaslevering aan 1e HWC (i.v.m. eventuele onrendabiliteit te leggen leiding).
7. ZIJP informeert provinciale inspecteur VoMil over SV-project.
8. RIJP informeert Dienst Zuiderzeewerken, o.a. in verband met toestemming lozing koelwater.

ad 3c:

9. Vaststelling eventuele schadevergoeding aan Gamog voor overdimensionering reeds geïnvesteerde voorzieningen.

ad 3d:

10. ZIJP verkrijgt toestemming voor aanleg leidingen in kruipruimten.
11. ZIJP treft regeling voor aansluitplicht, en vraagt ontheffing voor gasleveringsverplichting.
12. RIJP informeert VhRo over mogelijke huurconsequenties.

Algemeen:

Samenwerkingsvorm, financieringsconstructie en andere essentiële elementen worden ter goedkeuring door participanten voorgelegd aan:

RIJP : directie RIJP en Departement Verkeer en Waterstaat

ZIJP : Bestuur Openbaar Lichaam, met informatie aan Binnenlandse Zaken

PGEM : directie PGEM en Raad van Commissarissen, met informatie aan SEP

Gamog: directie Gamog en (D.B.) Raad van Commissarissen

NEOM : directie NEOM en Raad van Commissarissen

EZ : directoraat-generaal Energievoorziening en Minister(s).

Vooraf wordt, waar nodig, informatie aan hogere instanties verstrekt, zodanig dat besluitvorming begin november mogelijk is, en participanten in COSA daarvoor gemandateerd zijn bij een laatste overleg.

Jochems.

2e CONCEPT

INTERIM-RAPPORT STADSVERWARMING ALMERE

Aan de leden van de Commissie Overleg Stadsverwarming Almere

1. Inleiding.

1.1. Doelstelling.

Het doel van dit interim-rapport is om de participanten in COSA, en zo nodig hun hogere bestuurlijke organen, alsmede andere bij de besluitvorming te betrekken instanties, een globaal beeld te geven van opzet en stand van zaken van het in studie zijnde stadsverwarmingsproject Almere. Hiermede wordt vooruitgelopen op het medio november door NEOM aan de Minister van Economische Zaken uit te brengen advies inzake mogelijkheden en wijzen van realisering van SV in Almere, welk advies de principe-instemming zal moeten hebben van alle participanten in het overleg.

De gekozen uitgangspunten voor de projekt-opzet, en de in de berekeningen gehanteerde technische en economische gegevens, zijn een naar huidige inzichten zo goed mogelijke benadering van het toekomstperspectief. Dit geldt uiteraard ook voor de uitkomsten van de berekeningen, die ten doel hebben een indicatie te geven van te verwachten rentabiliteit en energiebesparing.

Het advies van NEOM dient medio november uitgebracht te worden, omdat een snelle besluitvorming de gunstigste voorwaarden voor het projekt schept gelet op de mogelijkheid van tijdige aanpassing daaraan van de voortschrijdende bouwvoorbereidingen. Voorts zal dan het SV-projekt Almere - indien nodig - op korte termijn in aanmerking gebracht kunnen worden voor de onlangs door de regering voor SV-doeleinden beschikbaar gestelde geldmiddelen.

1.2. Stadsverwarming algemeen.

Stadsverwarming heeft momenteel een hoge prioriteit op de Nederlandse lijst van energiebesparende maatregelen. In 1974 heeft de Energiemeta hiertoe een aanzet gegeven: 'De ondergetekende staat in beginsel positief tegenover systemen als 'total energy' en warmte-kracht-koppeling, die ten doel hebben nuttig gebruik te maken van althans een deel van de warmte, die bij elektriciteitsproductie vrij komt'.

In mei 1977 werd uitgesproken door de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming (BagSV) 'De besparing die kan worden bereikt varieert afhankelijk van de toegepaste produktiemethode van 36-81%; uitgedrukt in een percentage van het brandstofverbruik, dat anders uitsluitend voor ruimte-verwarming nodig zou zijn'.

De Algemene Energie Raad (AER) heeft, na kennisneming van dit rapport, geoordeeld dat, gezien de besparingsmogelijkheden van stadsverwarming een concrete 'follow-up' in het beleid van de betrokken overheden gewenst is.

Tenslotte heeft de Minister van Economische Zaken eind augustus 1977 in een brief aan de Tweede Kamer de opzet tot versterking van het energiebesparingsbeleid bericht. Met betrekking tot SV wordt daarin vermeld: 'Een belangrijke hoeveelheid energiebesparing kan worden gerealiseerd door de aanleg van stadsverwarming (SV). Ook voor de aanleg hiervan wordt gedacht aan een wettelijke regeling. Deze zou de besparing moeten bevorderen door SV zowel in nieuwbouwwijken als in zogenaamde vernieuwbouwwijken'. Op grond van deze overwegingen heeft de Ministerraad voorgesteld een bedrag van f 55 mln. voor 1977 uit te trekken ten behoeve van enerzijds stadsverwarmingsprojecten en anderzijds voor andere energiebesparingsprojecten.

De drijvende kracht achter SV is uiteraard ook voor Nederland de sprong in de energieprijzen vanaf 1973 ten gevolge waarvan diverse andere Europese landen stadsverwarming tot verdere ontwikkeling begonnen te brengen, teneinde energie te besparen.

1.3. Stadverwarming in Almere.

Op de lijst van potentiële SV-projekten neemt Almere door zijn karakter en omvang als nieuwe stad een bijzondere plaats in. In maart 1977 publiceerde de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders het Flevobericht 122, 'Stadsverwarming Almere', opgesteld door hun gelijknamige interne werkgroep. Ook van andere zijden werden, deels in reactie daarop, rapporten aan deze materie gewijd.

De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft vervolgens zijn ambtgenoot van Economische Zaken in deze om advies gevraagd. Daarop heeft het Ministerie van Economische Zaken in juni de instellingen die bij de besluitvorming terzake betrokken zouden kunnen zijn, uitgenodigd te participeren in de ad hoc Commissie Overleg Stadsverwarming Almere (COSA), teneinde de Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij (NEOM) in de gelegenheid te stellen een verantwoord advies aan de Minister uit te brengen. Deze instellingen zijn:

Ministerie van Economische Zaken	Drs. H.F.G. Geijzers (voorzitter)
Openbaar Lichaam Zuidelijke IJsselmeerpolders	D.M. Boogaard
Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders	Ir. D.H. Frieling
NV Provinciale Gelderse Electriciteits Maatschappij	Ir. A.E. Lindo
NV GAMOG, Gasmaatschappij Gelderland	Ing. L. Ketel
Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij BV	Dr. D.B. Jochems (secretaris)

De participatie van de PGEM in de werkzaamheden van COSA geschiedt in nauwe samenwerking met haar zusterbedrijf PEGUS, met veeljarige ervaring in Utrecht op het terrein van SV.

Kort na de instelling van de COSA heeft de AER in een brief aan de Minister van Economische Zaken (bijlage I) eind augustus ook onderstreept, dat 'het projekt Almere goede kansen biedt, om tot stadsverwarming te komen.

- Hoewel ten aanzien van de rentabiliteit van het projekt nog studies gaande zijn, kan de Raad zich niet aan de indruk onttrekken, dat, zo er ergens mogelijkheden zijn om tot een rendabele opzet te komen, deze toch wel in dit geval met zijn unieke aard en omvang moeten liggen.'

2. Algemene opzet en fasering van SV-Almere.

Almere wordt gekenmerkt door de indeling in diverse groeikernen, alsmede door de ligging in een uitgestrekt agrarisch gebied, aan de westzijde begrensd door het IJsselmeer c.q. de Markerwaard. Voor de wijze, waarop stadsverwarming in Almere moet worden aangelegd zijn dit bepalende factoren.

In de gefaseerde bouw van de woonhuizen nadert thans de tweede kern, Almere-Stad, met een - voor deze studie aangenomen - uiteindelijke omvang van ca. 30.000 woningen in het jaar 2000, het uitvoeringsstadium. De andere, nog te initiëren kernen, zullen naar huidige inzichten in 2000 tesamen ca. 20.000 woningen omvatten.

Het SV-potentieel, waarop de beslissing tenminste kan worden gebaseerd is het woningbestand van Almere-Stad. Naast uitbreiding naar het overig deel van Almere, maakt de ligging in agrarisch gebied met industrieterreinen, Almere tevens aantrekkelijk als vestigingsplaats, voor bijv. voedingsmiddelenindustrieën en andere agrarische toepassingen, die veel warmte behoeven. Er is tenslotte van uitgegaan dat de reeds in aanbouw zijnde kern Almere-Haven niet op stadsverwarming wordt aangesloten en dat deze derhalve van conventionele ruimteverwarming zal worden voorzien.

Uit het oogpunt van de warmte-kracht produktie heeft Almere het voordeel, dat het mogelijk is om aan het Oostvaardersdiep een Warmte Kracht Centrale (WKC) te vestigen. Daardoor staat voldoende koelwater ter beschikking om in perioden van beperkte warmte-afname zo nodig het volle elektrische vermogen in condensatie bedrijf op te wekken. De economische perspectieven van SV lijken naar huidige inzichten aanzienlijk verbeterd te kunnen worden, indien voor warmte(kracht) opwekking naast aardgas alternatieve brandstoffen zouden kunnen worden gebruikt.

Er zijn studies gaande naar de mogelijkheid van warmte(kracht) opwekking uit kolen, waartoe wellicht rond 1985 zou kunnen worden overgegaan. Naast de door de vaarroute door het Oostvaardersdiep geboden mogelijkheid tot de aanvoer van kolen en/of olie over water, verdient ook de mogelijkheid van aanvoer per spoor (Almerelijn!) de aandacht.

Hoewel de berekeningen geheel op aardgas als brandstof zijn gebaseerd, kan worden gesteld dat naast omvang en grootte van Almere, ook de ligging aan groot vaarwater en aan een spoorlijn aanvullende factoren van substantieel belang zijn.

3. Technische uitgangspunten voor de projectopzet.

3.1. Warmtevraag voor woningbouw, industrie en andere warmte-afnemers.

Warmte wordt in de eerste plaats gevraagd voor woningen. Een prognose van de ontwikkeling van de woningbouw in de beschouwde groeikernen is weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 1.

Cumulatieve ontwikkeling van de woningbouw in Almere, die in aanmerking komt voor SV.

jaar	Almere-Stad	Almere-3	overige kernen (voorlopig)	totaal SV
1979	500			500
1980	1.300			1.300
1981	2.300	300		2.600
1982	3.500	700		4.200
1983	4.900	1.200		6.100
1984	6.400	1.800		8.200
1985	7.900	2.400		10.300
1986	9.400	2.000	200	11.600
1987	10.900	3.600	600	15.100
1988	12.400	4.200	1.200	17.800
1989	13.900	4.800	1.800	20.500
2000	30.000	12.000	8.000	50.000

Aan de warmtevraag van deze woningen is die van de bijbehorende openbare en verzorgende gebouwen gekoppeld. Als zogenaamde 'utiliteitsfactor' is gerekend met 1,12, welke factor daarna geleidelijk oploopt tot 1,30.

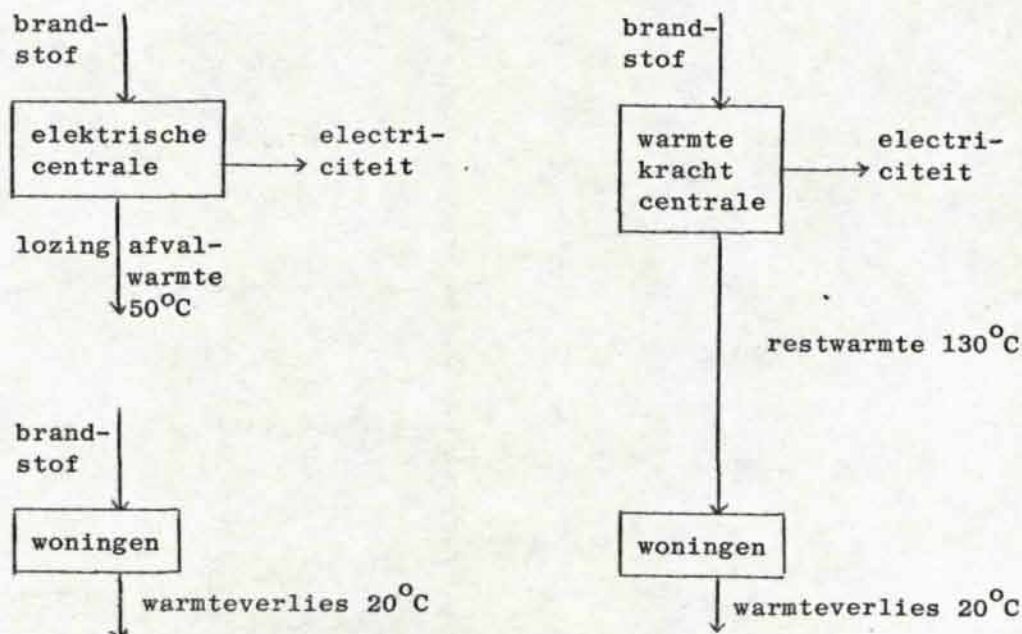
De snelle uitgifte van industriegrond wettigt de verwachting, dat ook van die zijde een stijgende vraag ten behoeve van ruimteverwarming zal voortkomen. Minder zekerheid bestaat op dit moment over de vestigingskans van warmteverbruikende industrieën, bijv. voor voedingsmiddelen, en kasbedrijven. Overigens wordt kaswarmte vooral 's nachts gevraagd in tegenstelling tot elektriciteit, zodat heetwaterbuffers mogelijk noodzakelijk zouden kunnen zijn.

Evenmin bestaat inzicht in het aantal bedrijven dat eventueel warmte zou kunnen leveren aan een SV-bedrijf. Deze mogelijkheid is verder niet in aanmerking genomen.

Ten behoeve van deze interim-rapportage is uitgegaan van een verzekerde warmtevraag voor ruimteverwarming van Almere-Stad en het industrieterrein. Kasverwarming en voedingsmiddelenindustrie zijn buiten beschouwing gelaten.

3.2. Warmteproductie en brandstoffen.

Stadsverwarming berust in wezen op serieschakeling van twee gebruikers van warmte, waardoor aanzienlijk brandstof kan worden bespaard; zie figuur 1.



Figuur 1. Stadsverwarming als serieschakeling van elektriciteitsopwekking en ruimteverwarming.

De energiebesparing welke kan worden bereikt, is afhankelijk van de aard van het productiemiddel en van de bedrijfsvoering. De energiebesparing wordt gunstig beïnvloed, indien naast de warmte veel elektrische energie wordt geproduceerd. Voor het SV-bedrijf wordt de rentabiliteit het beste gediend, wanneer per eenheid warmte zoveel mogelijk elektriciteit wordt opgewekt.

Voorwaarde is dan echter dat daardoor geen goedkope produktie van elektriciteit in (grote) openbare centrales wordt verdrongen; daarbij spelen de kosten van de aldaar verstookte brandstoffen een grote rol. Vindt een dergelijke verdringing plaats, dan zal dit invloed hebben op de hoogte van de door het SV-bedrijf te ontvangen vergoeding voor de geleverde elektriciteit.

Aangezien deellastbedrijf doorgaans een nadelig effect heeft op het rendement, zal het bouwscenario van de warmtekracht eenheden zo goed mogelijk aan de warmtevraag-ontwikkeling moeten worden aangepast (figuur 2). Dit heeft geleid tot een scenario van een tweetal op te stellen STEG-eenheden, elk bestaande uit twee gasturbines, en een gemeenschappelijke stoomturbine (figuur 3).

Een consequentie van dit scenario is dat de eerste WKC in 1982 gaat produceren, en dat daarmee op dat moment meer vermogen zou zijn geïnstalleerd dan volgens het thans geldende elektriciteitsplan gewenst is. Nog nagegaan wordt of uitstel tot 1983 noodzakelijk is, en welke financiële consequenties installatie in 1982 zonder afzet van de E-produktie heeft in vergelijking met uitstel van installatie tot 1983.

Bij de keuze van de STEG-eenheden is ervan uit gegaan dat de eerste STEG het karakter van aftap-condensatie bedrijf zal hebben, en de tweede STEG dat van tegendrukbedrijf. Toepassing van het aftap-condensatiebedrijf betekent de mogelijkheid van ontkoppeling van warmte- en elektriciteitsproduktie, hetgeen de regelbaarheid bij sterke temperatuurwisselingen bevordert, en daarmee de rentabiliteit.

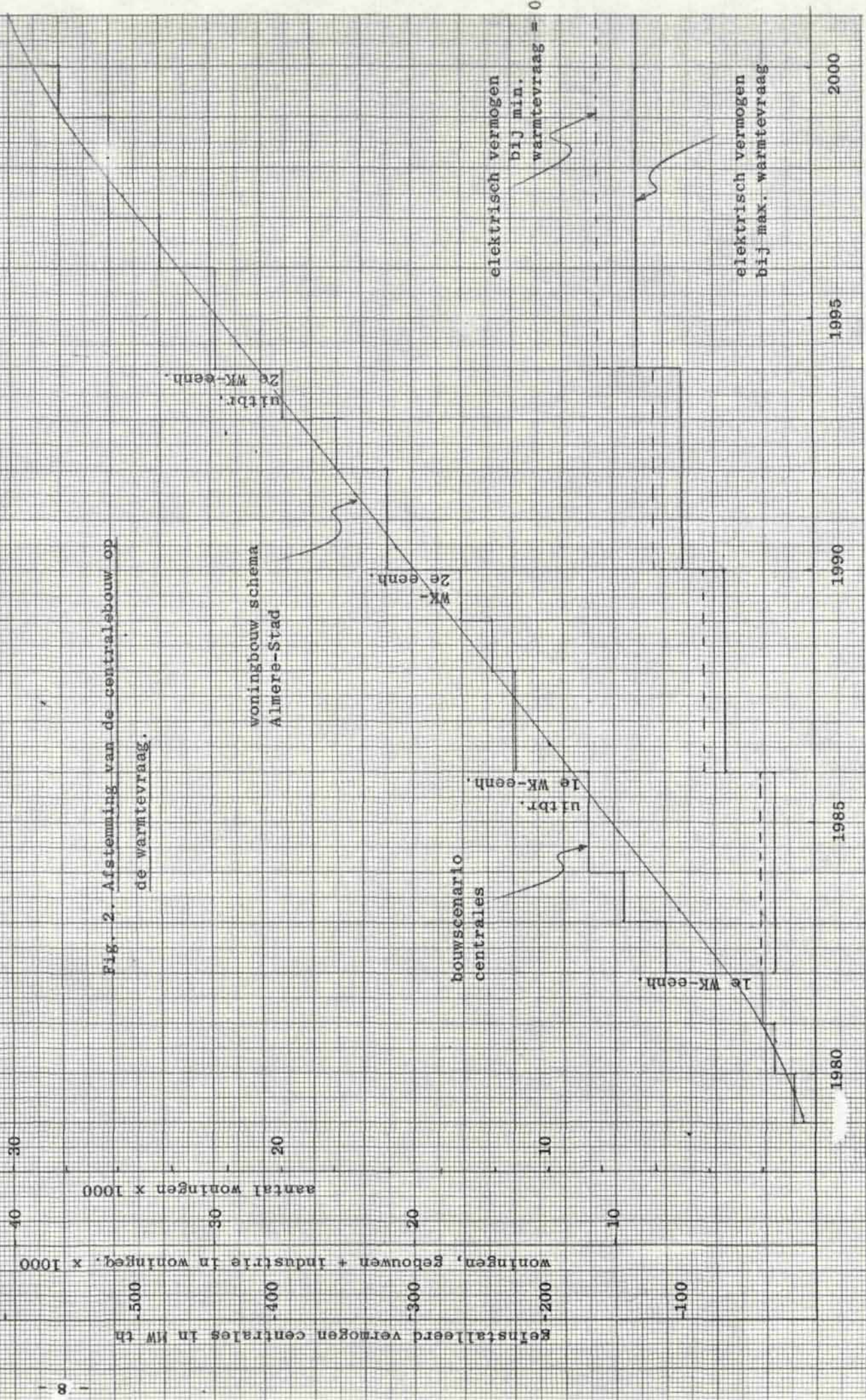
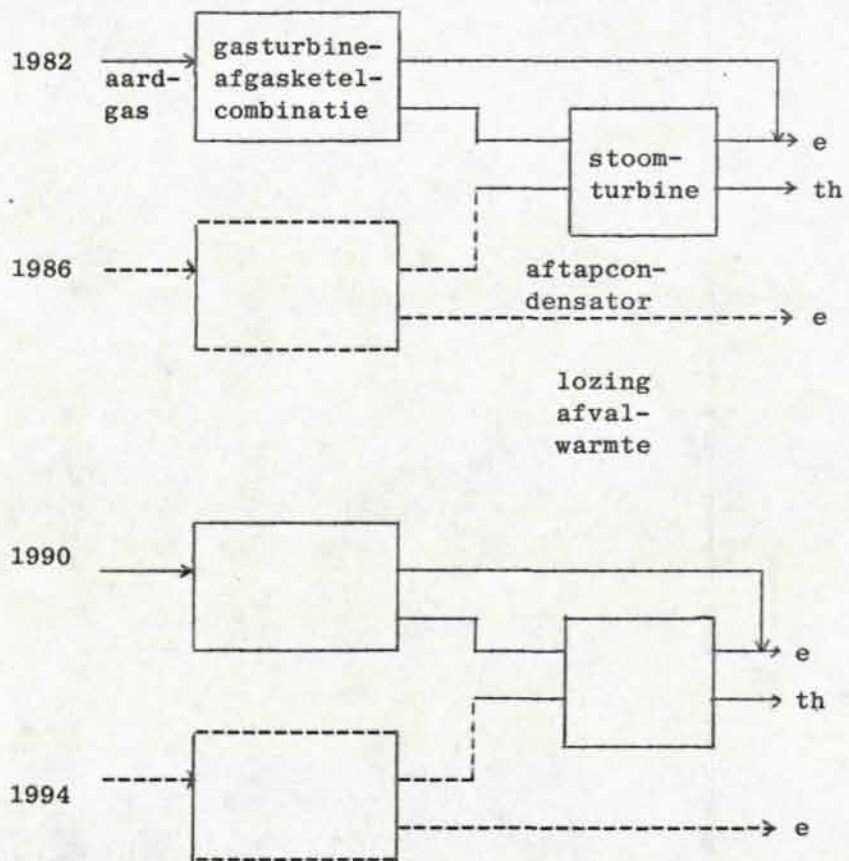


Fig. 2. Afstemming van de centralebouw op de warmtevraag.

jaar van in
bedrijfsname:



Figuur 3. Bouwscenario warmtekrachtcentrale

vermogen in MW

per eenheid			totaal		
th	e	e [⊗] max.	th	e	e max.
43	28	35	43	28	35
83	59	71	83	59	71
44	28	28	127	87	99
84	59	59	167	118	130

⊗ basislast gasturbines

De locatie van de warmtekrachtcentrale en de hulpwarmtecentrale, op de industrieterreinen buiten c.q. binnen de woonkern, (figuur 4) wordt planologisch aanvaardbaar geacht, met dien verstande dat de vestiging van de WKC's aldaar alleen toelaatbaar is met het oog op hun (primaire) functie voor de afstandsverwarming.

De milieueconsequenties worden in geval van aardgas voor de warmtekrachtcentrale en van zwavelarme stookolie voor de mobiele hulpwarmtecentrales en de drie hulpwarmtecentrales niet als problematisch gezien, doch moeten, in vergelijking tot de NO_x -uitworp van centrale verwarmingen nog worden uitgewerkt.

Het warmtekrachtbedrijf zal per saldo leiden tot een beperking van de koel-waterlozing in Nederland, doch gezien de geringe centrale capaciteit in Almere zal deze beperking vrij gering zijn.

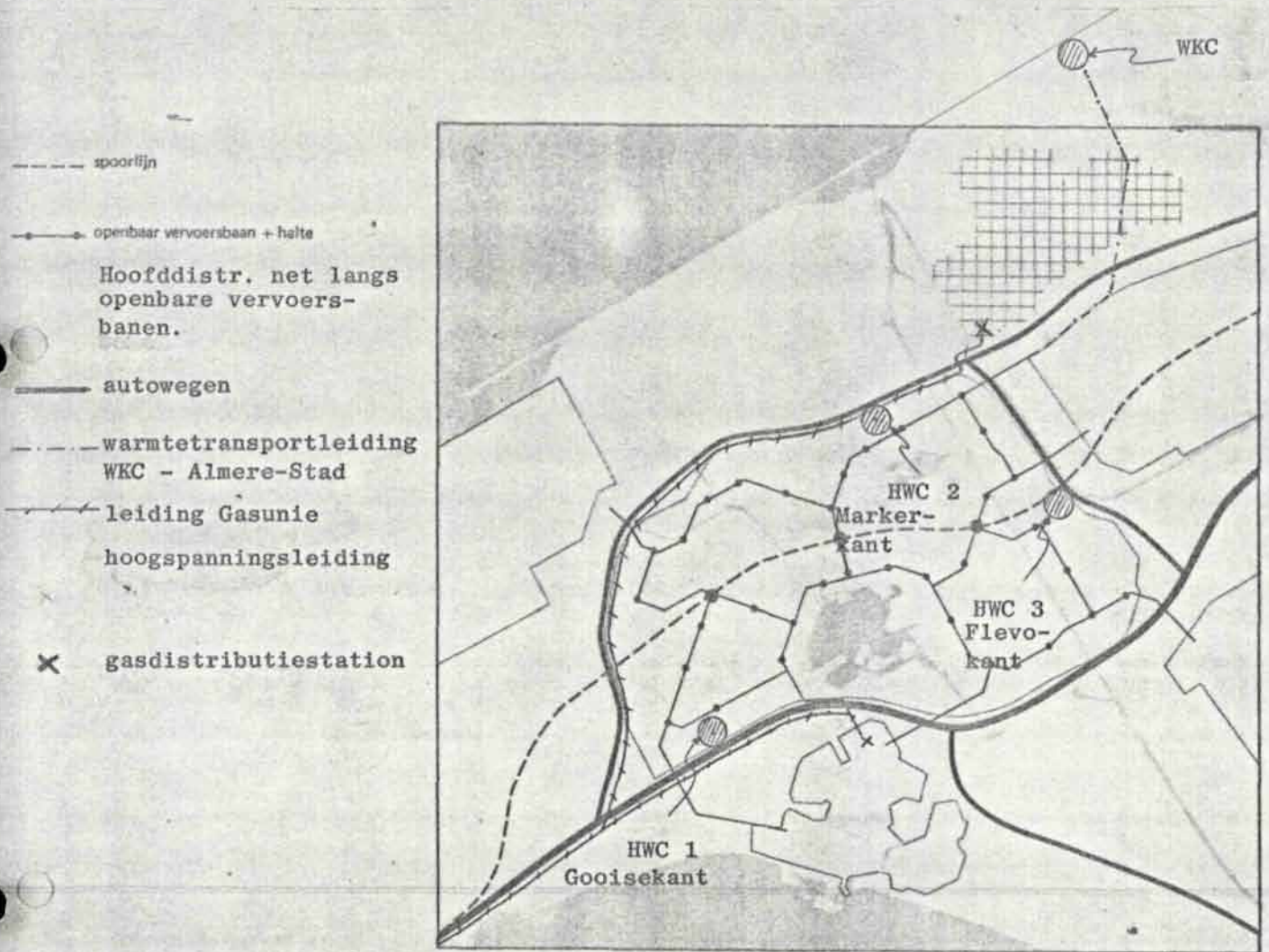
Ten aanzien van kolen wordt voorop gesteld, dat toepassing daarvan alleen geschiedt, indien aan de milieu-eisen kan worden voldaan.

Voorshands is dit laatste nog onzeker.

Het ziet er echter naar uit dat de technische ontwikkeling terzake voldoende garanties daarvoor biedt. Overigens kan dit alternatief in deze fase nog niet worden geëvalueerd, bij gebrek aan voldoende betrouwbare gegevens. Verwacht wordt dat als gevolg van de relatief belangrijk lagere kolenprijzen, het opwekken van warmte en elektriciteit via kolen goedkoper zal zijn dan via aardgas.

3.3. Transport en distributie.

De bouw van het leidingstelsel voor het transport en de distributie van warmte zal, dank zij de toepassing van kleine mobiele hulpwarmte-eenheden gelijke tred houden met de woningbouw, uitgezonderd de piek voor de hoofd-transportleiding van de warmtekrachtcentrale naar Almere-Stad. Daar hier in de uiteindelijke configuratie zal kunnen worden gesproken van één groot net, is gekozen voor het indirecte systeem, waarbij de warmte uit het primaire net via warmtewisselaars in blokstations wordt overgedragen aan groepen huizen.



Figuur 2. leidingloop en locatiecentrales.

Voor het maken van een verantwoorde keuze van materialen is aan de op de nederlandse markt aanwezige leidingleveranciers gevraagd een bijdrage te leveren door opgave van materiaalbehoefte en richtprijzen voor materiaal en bouw. Met betrekking tot de bodemgesteldheid zal als belangrijkste consequentie rekening moeten worden gehouden met de zetting van de grond. Dit pleit voor een gekoppelde fundering van blokstations en woningrijen, alsmede voor verdere distributie door de kruipruimten, waardoor de overgangen van grond naar huizen in één punt worden geconcentreerd. Uitvoering van deze wijze van distributie onder de huizen zou een publiekrechtelijke regeling kunnen vergen.

Ten behoeve van industrieën en andere bijzondere gebruikers is aardgas beschikbaar op het grote industrieterrein De Vaart (figuur 4). Aardgas is tevens in Almere-Haven beschikbaar op korte afstand van het zuidelijke industrieterrein Gooisekant van Almere-Stad. De beschikbaarheid van aardgas op tenminste een en mogelijk twee industrieterreinen is een positieve vestigingsfactor mits juist daar de industrieën, die van aardgas afhankelijk zijn, worden gevestigd.

Veiligheidshalve zal in de berekening als variant ook de mogelijkheid van een aardgasleiding naar de andere industrieterreinen worden meegenomen. Tevens zal uit gegevens voor Lelystad en Almere worden nagegaan in hoeverre de bedrijven aldaar aardgas behoeven voor hun bedrijf en als noodvoorziening. Voor een winkelbedrijf als een (warme) bakkerij zou de oplossing moeten worden gezocht in bijv. LPG.

4. Consequenties van SV voor warmte-afnemers en hun omgeving.

Het combineren van de levering van warmte en electriciteit als coprodukten van de zogenaamde warmtekrachtkoppeling brengt met zich mede, dat de tot op heden gescheiden belangen van de gebruikers en de leveranciers zodanig in harmonie moeten worden gebracht, dat het geheel naar wederzijdse overtuiging meer is dan de som van de delen.

Bezien vanuit het oogpunt van de bewoner wordt een gemakkelijke, goedkope, schone warmtevoorziening vervangen door aansluiting op een heet waterleiding, een voorziening die door de slechte kwaliteit van wijkverwarming, qua storingen en energieverliezen, thans in een kwade reuk staat. De verzekering, dat dit wel goed zal worden en dat veel energie zal worden bespaard, is een schrale troost tegenover het feit, dat hij er financieel, zeker de eerste 10 jaar, ook nog geen voordeel van zal hebben.

Herinvoering van olie en kolen wekken bovendien associaties op van rook en stof; de noodzakelijke hoogspanningsleidingen die van een verstoord beeld van het landschap. Regionaal bestuurlijk heeft men te maken met het moeten afzien van een inkomstenbron uit de aardgaslevering door het gasdistributiebedrijf en met het toelaten van een vestigingsplaats voor electriciteitsopwekking. Voorts met het aanvaarden van een nieuw element in de stedenbouw die door het hoge tempo en de krappe personeelssituatie op zichzelf al moeilijk genoeg is.

Met betrekking tot de feitelijke uitvoering van SV zijn er nog een aantal individuele consequenties. In beginsel is er, in navolging van het rapport van de Beleidsadviesgroep SV, vanuit gegaan dat geen kookgasnet wordt aangelegd, gelet ook op de negatieve rentabiliteit daarvan. Inzake het alternatief: elektrisch koken, zal goede voorlichting moeten worden gegeven. Voor de aanschaf van een elektrisch fornuis zal wellicht in de aanvang, door de exploitant van SV een financiële tegemoetkoming moeten worden gegeven.

Uit oogpunt van exploitatie op de langere termijn is het evident, dat deze niet kan worden gebaseerd op de vrijblijvende welwillendheid van de bewoners om zich op het stadsverwarmingsnet te blijven aansluiten, doch dat het eenmaal gebouwde net wordt consolideerd door (publiekrechtelijke invoering) van een aansluitplicht.

Bemetering is noodzakelijk met het oog op maximaal te bereiken energiebesparing (via de individuele portemonnaie), mede ter vermindering van slechte ervaringen terzake bij de wijkverwarming. Deze zal plaatsvinden per woning, waarbij met het oog op de kosten is uitgegaan van een water hoeveelheid-meter per woning en een (veel duurdere) warmtemeter per blok, een systeem waarmede bij PEGUS goede ervaringen bestaan.

Bij de tariefstelling wordt ervan uitgegaan dat de bewoner in beginsel niet meer zal betalen voor verwarming, warmwater en koken dan in het conventionele geval op aardgas. Dit zal voor het SV-bedrijf alleen realiseerbaar zijn, indien de ontwikkeling van de aardgastarieven voor kleinverbruik, na een bepaalde aanloopperiode, een kostendekkende exploitatie mogelijk zullen maken.

5. Economische uitgangspunten.

5.1. Investerings en kostenfactoren.

De voorlopige investeringen voor de warmtekrachtcentrales, bepaald op basis van overall kostprijzen van bestaande installaties, en van de hulpwarmte centrales + leidingen leveren tesamen een investeringsbedrag van f 320 mln., huidige prijzen of ca. f 10.700/won. Dit correspondeert met soortgelijke uitkomsten in het rapport van de Beleidsadviesgroep Stadsverwarming.

Uitgegaan wordt van een levensduur van 25 jaar voor de diverse grote investeringen voor SV. Voor onderhoud en bediening wordt van praktijkcijfers bij PGEM en PEGUS uitgegaan.

De aanleg van SV in Almere kan betekenen dat een aantal door GAMOG reeds getroffen voorzieningen gedeeltelijk overgedimensioneerd zijn, c.q. achteraf (gedeeltelijk) onnodig blijken te zijn geweest. De daaraan verbonden, overigens relatief beperkte, kosten, zullen voorzover zij als zodanig erkend worden, als lasten voor het SV-project meegenomen moeten worden.

5.2. Rentevoet, inflatie en prijsontwikkeling.

Conform het Bag SV-rapport worden twee typen berekeningen uitgevoerd, t.w. in constante prijzen (van 1977) resp. in lopende prijzen.

Bij de 'inflatie-loze' berekeningen in constante prijzen wordt rekening gehouden met een reële rentevoet van 4%. Bij de meer realistische berekeningen in lopende prijzen wordt uitgegaan van een rentevoet van 9% en een inflatie van 4,8%.

Het inflatiepercentage is bij het laatste type berekeningen voor alle kostencomponenten op dezelfde wijze toegepast.

Met betrekking tot de energieprijzen wordt voor de brandstofkosten uitgegaan van de huidige prijzen. Voor de toekomst wordt aangenomen dat zij op langere termijn bezien (tenminste) even sterk stijgen als de inflatie. Voor de tariefstelling wordt ervan uitgegaan dat deze gebaseerd wordt op de kleinverbruikersprijs van aardgas. Aangenomen is dat deze kleinverbruikersprijs in het beginjaar reeds de HBO I-- pariteit heeft bereikt. Een nieuw element hierbij is het recente regeringsvoornemen om de BTW op aardgas van 4% te verhogen naar 18%

Het financiële nadeel van het verschil tussen het aanvankelijke, lagere niveau ten opzichte van het veronderstelde HBO I-niveau, wordt tot de aanloopverliezen gerekend. Bij de berekening daarvan is aangenomen dat de 'inhaal' in 1980 zal zijn voltooid.

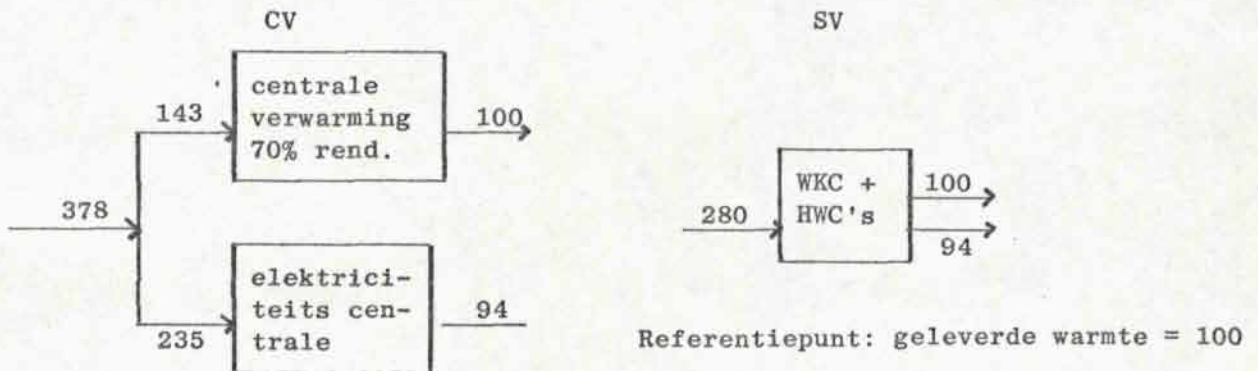
Ten aanzien van de wijze van tariefstelling is er voorshands van uitgegaan dat de SV-exploitant een zodanige vorm kiest dat een evenwicht wordt bereikt tussen de bedrijfseconomische verlangens van hoog vast recht en relatief gering aandeel variabele kosten enerzijds, en de doeleinden van energiebesparing, die een relatief belangrijke invloed vragen van het variabele kosten-deel.

6. Energiebesparing door SV

Ter berekening van de te verwachten energiebesparing wordt een vergelijking gemaakt tussen de primaire energie benodigd voor de opwekking van warmte en kracht voor SV, en die benodigd voor centrale verwarming en warmwatervoorziening voor dezelfde warmte-afnemers, alsmede voor het conventioneel opwekken van dezelfde hoeveelheid elektriciteit.

Zoals uit fig. 5 blijkt, zal een jaarlijkse energiebesparing bereikt worden van ca. 26% ten opzichte van de totale input van primaire energie. Besparingspercentages van 20 à 25% worden overigens al snel na de aanloopperiode bereikt.

Relateert men, zoals het Bag SV-rapport doet, de besparing aan het brandstofverbruik dat uitsluitend voor ruimteverwarming nodig zou zijn, dan resulteert een percentage van ca. 68%. Bij al deze berekeningen is alleen rekening gehouden met de warmtelevering t.b.v. ruimteverwarming.



Figuur 5. Vergelijking energieverbruiken van CV en SV.

Een eerste indruk van de bespaarde hoeveelheden aardgas kan als volgt gegeven worden. In 1986/1987 zal Almere-Stad circa 10.000 woningen tellen; bij toepassing SV zal in dit jaar circa 20 mln. m³ aardgas bespaard worden. In 1991 met 17.000 woningen wordt dat 40 mln. m³ aardgas, en in 1996/97 met 25.000 woningen 60 mln. m³ aardgas, zijnde 0,13% van het huidige nederlandse verbruik.

7. Overige aspecten.

In het eindadvies zullen hier nog samenvattende beschouwingen met betrekking tot planologie, milieu en werkgelegenheid opgenomen worden.

8. Rentabiliteit en financieringsbehoefte.

De uitkomsten van voorlopige en globale (hand-) berekeningen geven aan dat het Almere-project niet sterk zal afwijken van het algemene beeld, zoals geschetst door de Beleidsadvies Groep Stadsverwarming. Het beeld zal vermoedelijk gunstig beïnvloed worden indien ook de warmtelevering voor industriële en agrarische doeleinden mede in de beschouwing wordt betrokken.

De aanloopverliezen, die binnen 15 jaar zijn terug verdiend (cumulatief), zijn van een zodanige orde van grootte (f 25 à f 30 mln.) dat zij voor de financiering geen onoverkomelijke bezwaren zullen opleveren.

Een belangrijk gegeven voor de financieringsproblematiek is uiteraard de te kiezen beheersvorm. Daarnaast spelen de financiële risico's bij de exploitatie een rol; de belangrijkste zijn in 2 groepen te onderscheiden:

- a) Het achterblijven van het warmteverbruik, bijv. door een lager bouwtempo dan voorzien.
- b) Afwijkende ontwikkeling van de energieprijzen, zodanig dat de marge tussen de energieprijzen die de brandstofkosten enerzijds en de tariefstelling anderzijds bepalen, kleiner wordt dan voorzien.

Een derde risico, met enige invloed op de aanloopverliezen, is een langzamer tempo van het op HBO I-niveau komen van de kleinverbruikers aardgasprijs dan voorzien.

9. Beheer en financiering.

De belangrijkste criteria, waaraan de te kiezen organisatievorm moet voldoen, zijn de volgende:

- a) Een uit oogpunt van energiebesparing optimale systeemkeuze.
- b) Bouw van een betrouwbare warmtevoorziening.
- c) Slagvaardigheid en doelmatigheid bij bouw en beheer, berekend op hoog bouwtempo en ruw bouwklimaat.
- d) Voldoende financiële middelen om kwaliteit te verzekeren.
- e) Beschikbaarheid van voldoende eigen vermogen indien dat nodig is voor het aantrekken van vreemd vermogen.
- f) Doorzichtige en redelijke tariefstelling van de coprodukten electriciteit en warmte.
- g) Optimale energiebesparing bij bedrijfsvoering.

In het algemeen dient bedacht te worden dat het slagen en de mate van succes in Almere mede bepalend zullen zijn voor het succes van SV in landelijke optiek.

NEOM stelt zich voor, om in verder overleg de aangereikte criteria te toetsen aan de volgende alternatieve organisatievormen:

- A. De produktie en distributie van warmte door een bestaande electriciteitsmaatschappij.
- B. Als A, doch ondergebracht in een aparte vennootschap of stichting waarvan die electriciteits maatschappij de directie voert en waarin participanten in de Raad van Commissarissen zitting hebben.
- C. De produktie van warmte door de electriciteits maatschappij en distributie van warmte door een ander bedrijf, met al dan niet de electriciteits maatschappij als exploitant.
- D. Produktie en distributie door een ander (gemeente)bedrijf, waarbij de daarbij opgewekte electriciteit wordt verkocht. Participanten hebben zitting in de Raad van Commissarissen.

Daarbij zal worden nagegaan, in hoeverre tijdelijke organisatievormen nodig zijn om de belangen van stadsverwarming in het begin te kunnen behartigen, bijv. door een voorlopig samenwerkingsverband van participanten tijdens de bouwfase.

10. Conclusies (voorlopig).

Uitgaande van de thans globaal gehanteerde uitgangspunten, lijkt SV in Almere een haalbare kaart. Voorwaarde is wel dat alle betrokkenen constructief meewerken bij het vinden van aanvaardbare oplossingen voor bepaalde aspecten, die door sommigen als nadeel ervaren (kunnen) worden. Energetisch is het zeker een nastrevenswaardig projekt.

De definitieve uitkomsten zullen moeten leren in welke mate financiële steun van Overheid en/of NEOM nodig zal zijn voor (tijdelijke) dekking van risico's en aanloopverliezen.

aan de heer dr. d.b. jochems
neom
postbus 17
sittard

NEOM B.V.
Ontv. d.d.7.OKT.1977
Ag. nr. ...b4...IT.....
Ord. Ind.

Lelystad, 7 oktober 1977

overeenkomstig het hedenmiddag met u gevoerde telefoongesprek stuur ik u hierbij alvast een voorlopige reactie op het 2e concept-interimrapport. de definitieve reactie - in briefvorm - zal, conform de afspraak u a.s. dinsdag worden overhandigd.

in reactie op het tweede concept interimrapport stadsverwarming almere (945 v/111.2.2. d.d. 3 oktober 1977) bericht ik u als volgt:

blz. 4, vierde alinea, beginnende met: 'het sv-potentieel,...' laten vervallen en vervangen door het volgende.

als uitgangspunt voor de berekeningen is genomen het geprojecteerde woningbestand van almere-stad, te weten circa 30.000 woningen. in vergelijking met bestaande en thans in onderzoek zijnde sv-projecten gaat het in deze studie voor almere om een (zeer) groot project.

bij nadere uitwerking zal moeten blijken of stadsverwarming in almere-stad zich leent tot uitbreiding ook tot andere kernen van almere. eveneens zal dan worden bezien of er redenen zijn de stadsverwarming tot gedeelten van almere-stad te beperken. gelet op het thans allerwege in gang zijnde onderzoek gericht op energiebesparing is het wellicht verstandig thans geen beslissing te nemen die de warmtevoorziening van geheel almere-stad voor altijd vastlegt. ook uit een oogpunt van flexibiliteit zal nader moeten worden bezien welke fasering van de invoering van stadsverwarming in almere de beste is.

een eventuele beslissing over de aanleg van stadsverwarming in almere-stad, gebaseerd op dit rapport houdt derhalve niet in dat stadsverwarming niet ook in andere kernen van almere toepassing zou kunnen vinden, noch dat het systeem in de gehele kern almere-stad zou moeten worden toegepast.