

629-200
039-80

CE

Centrum voor
energiebesparing en
schone technologie

Oude Delft 180

2611 HH Delft

Tel (015) 2 150 150

Fax (015) 2 150 151

Blik op de toekomstige energievoorziening in IJburg

Overzichtsnotitie

Delft, december 1996

Opgesteld door: ir F.J. Rooijers
ir J. Verlinden



Voorwoord

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Amsterdam.

Bij de totstandkoming is overleg gevoerd met vertegenwoordigers van het projectbureau IJburg, de Milieudienst Amsterdam, het energiedistributiebedrijf ENW Amsterdam, het Milieucentrum Amsterdam en de bij IJburg betrokken bouwconsortia.

De aannames zijn met hen besproken, maar het CE neemt de verantwoordelijkheid voor de uiteindelijk gehanteerde waarden voor zijn rekening. De uitkomsten van de berekeningen geven inzicht in de onderlinge samenhang tussen de beoordeelde energieconcepten. Er kunnen geen absolute waarderingsaanbevelingen worden gegeven.

Het concept eindrapport is besproken in een workshop met vertegenwoordigers van het projectbureau IJburg, de Milieudienst Amsterdam, overige betrokken diensten van de gemeente Amsterdam, ENW Amsterdam, de bij IJburg betrokken bouwconsortia en enkele externe deskundigen. Het verslag van deze bijeenkomst is als bijlage in de rapportage opgenomen. De conclusies van het onderzoek zijn de verantwoordelijkheid van het CE.

Overal waar 'energiebedrijf' staat wordt het energiedistributiebedrijf ENW Amsterdam bedoeld.

Deze betreffende versie is de overzichtsnotitie van het onderzoeksrapport. De nadruk in deze overzichtsnotitie ligt bij de visie die ten grondslag ligt aan het onderzoek, de rekenresultaten en conclusies en aanbevelingen. Met name bijlagen ontbreken in vergelijking met het onderzoeksrapport.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Stand van zaken	1
1.2	Doelstelling onderzoek	1
1.3	Discussie	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Hoe ziet een duurzame energievoorziening er uit ?	3
2.1	Verschillen en overeenkomsten	3
2.2	Zonne-energie	3
2.3	Schone energiedragers zijn altijd nodig	4
2.4	Strategie voor maximale ambities	4
2.5	Nu nog geen DE-voorziening	5
2.6	Schep de ruimte voor duurzame energie	5
2.7	Discussie over strategie	5
3	Onderzoeksresultaten	7
3.1	Typering nieuwbouwlocatie	7
3.2	Concepten energievoorziening IJburg	8
3.3	Berekeningen	8
3.4	Consequenties van de concepten	9
3.4.1	Kosten en emissies	9
3.5	Uitvoerbaarheid	11
4	Conclusies en aanbevelingen	15
4.1	Afweging van strategieën	15
4.1.1	Gehele locatie warmtelevering	15
4.1.2	Warmtelevering en all-electric	15
4.1.3	Lage energievraag	16
4.1.4	Overzicht onderzoeksresultaten	17
4.2	Conclusies	17
4.3	Aanbevelingen	18
	Literatuur	21

1 Inleiding

De locatie IJburg is meer dan enige andere VINEX-locatie een bijzondere locatie. Vanuit water zal een woonwijk van 18.000 woningen moeten gaan verrijzen. Getracht wordt deze bijzondere locatie ook tot een bijzonder, toekomstgericht deel van de stad te maken. Eén van de aspecten die in het kader van het duurzaam bouwen uiterst relevant is, is het maken van keuzes voor de energievoorziening van IJburg. Er zal een keuze gemaakt moeten worden welke energievoorziening (van functievraag tot en met productie) optimaal is vanuit kosten, milieu en uitvoerbaarheid. Deze keuze zal gezamenlijk door de belangrijkste partijen, namelijk het energiedistributiebedrijf ENW Amsterdam, de gemeente Amsterdam (in casu het projectbureau IJburg) en projectontwikkelaars genomen moeten worden. Betrokken partijen hebben aanvullende bevoegdheden voor delen van de energievoorziening. Een andere partij in de discussie rond IJburg is het Milieucentrum Amsterdam. Meer dan de andere partijen vertegenwoordigt het specifieke milieubelangen.

1.1 Stand van zaken

De stand van zaken op dit moment is dat de gemeente en ENW hun ideeën en uitgangspunten hebben neergelegd voor de energievoorziening. De milieu-organisaties vinden deze te weinig toekomstgericht. De projectontwikkelaars zijn uiterst voorzichtig omdat ze de woningen met de gewenste energievoorziening moeten realiseren binnen de geldende marktcondities.

De vraag die nu op tafel ligt is of de ambities zodanig kunnen worden aangescherpt en dat het nu maximaal haalbare kan worden gerealiseerd en wegen worden opgehouden voor toekomstige stappen naar een duurzame energievoorziening.

1.2 Doelstelling onderzoek

Het uitgangspunt bij de discussie over en het onderzoek naar de toekomstige energievoorziening van IJburg is een duurzame energievoorziening. Een totale duurzame energievoorziening is nu en in de nabije toekomst nog niet haalbaar. Ten dele komt dit door de hoge kosten. Hiermee samenhangend zijn sommige technieken voor duurzame energievoorziening nog niet uitontwikkeld. De onderzoeksvraag voor de energievoorziening van IJburg is daarom als volgt geformuleerd:

Welke maatregelen moeten nu met betrekking tot de energievoorziening worden genomen (variërend van vraagverlaging tot productie van energiedragers) zodat tegen zo laag mogelijke kosten (op termijn) een duurzame energievoorziening kan worden gerealiseerd?



1.3 Discussie

Het onderzoek is geen doel op zich maar levert materiaal voor de discussie tussen de betrokken partijen. Het onderzoek moet daarom inzicht geven in de gevolgen (kosten, milieu, uitvoerbaarheid) van de maatregelen die door de verschillende partijen worden voorgestaan. In paragraaf 2.6 zijn de discussiepunten nader gedetailleerd.

1.4 Leeswijzer

De opbouw van deze overzichtsnotitie is als volgt. In het tweede hoofdstuk wordt een beeld geschetst van de consequenties van het streven naar een duurzame energievoorziening voor IJburg. Hierbij wordt ingegaan op de concepten voor de energievoorziening en hun gevolgen evenals op de consequenties van de keuze voor strengere energieprestatie. In hoofdstuk drie worden de rekenresultaten gepresenteerd. In hoofdstuk vier worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

De lezer die zich op de hoofdzaken wil concentreren, kan zich beperken tot hoofdstuk vier en relevante achtergrondinformatie desgewenst opzoeken in de hoofdstukken twee en drie.



2 Hoe ziet een duurzame energievoorziening er uit ?

2.1 Verschillen en overeenkomsten

Wat een duurzame energievoorziening precies zal betekenen, is nu nog niet bekend. De meningen verschillen; een energievoorziening volledig gebaseerd op hernieuwbare energiebronnen zoals zon, wind, waterkracht inclusief een fors lager energievraagniveau vindt vooral onder milieu-organisaties aanhang, anderen menen dat een duurzame energievoorziening ook gebaseerd kan zijn op het gebruik van fossiele brandstoffen maar met het elimineren van alle schadelijke effecten (bij winning, transport, conversie).

Wel is duidelijk dat er in de 'ultieme' duurzame energievoorziening geen emissies meer vrijkomen bij productie, distributie of gebruik van energie. De emissies die op dit moment vrijkomen in de Nederlandse energie-voorziening zijn vooral CO₂ en NO_x. Het terugdringen van de emissie van NO_x is relatief eenvoudig door aanpassingen aan de verbrandingsapparatuur. Het fors terugdringen van de emissie van CO₂ is daarentegen veel lastiger omdat bij fossiele bronnen de CO₂-emissie direct verband houdt met de energie-inhoud van de brandstof. Door efficiënte benutting van de bron (hoog omzettingsrendement) kan de CO₂-emissie bij gebruik van een fossiele brandstof weliswaar dalen maar er blijft altijd een niet-verwaarloosbare emissie over.

2.2 Zonne-energie

De rol van zonne-energie zal belangrijk zijn in een duurzame energievoorziening. Door zongericht te verkavelen en zuidgericht te bouwen (oriëntatie tussen zuid-oost en zuid-west) is het niet alleen mogelijk om nu al energiebesparing te realiseren maar worden ook toekomstige mogelijkheden voor zonne-energie opengehouden, bijvoorbeeld voor het gebruik van zonnecellen (PV).

De toepassing van PV op daken zal in de toekomst een discussie openen over gebruiksrecht van daken. De meeste kans heeft netgekoppelde PV, waarbij de 'PV-centrale' wordt geëxploiteerd door het energiebedrijf. Vragen die dan opkomen, zijn: "Kan een gebouwenaar plaatsing van PV-cellen weigeren?", "Wie is verantwoordelijk voor optredende schade?", "Waar liggen grenzen voor onderhoudsverplichting bij de overgang PV-cellen - dakconstructie?". In Amsterdam-Sloten zijn hier al ervaringen mee opgedaan. Gemeente en energiebedrijf zullen zich in de toekomst ook over dergelijke vragen moeten buigen, als ze op termijn PV op daken willen leggen.

2.3 Schone energiedragers zijn altijd nodig

Het fors terugdringen van de emissies van CO₂ is het moeilijkst in de gebouwde omgeving. Bij een grote elektriciteitscentrale of industrie kan de CO₂ worden afgevangen en opgeslagen of nuttig worden gebruikt (bijvoorbeeld in de glastuinbouw). In de gebouwde omgeving is het (nu en in de toekomst) onbetaalbaar om elke verwarmingsketel van een afvanginstallatie te voorzien. De enige manier om de CO₂-emissies in de gebouwde omgeving fors te reduceren, is door gebruik van een emissieloze energiedrager, elektriciteit, warmte en waterstof.

2.4 Strategie voor maximale ambities

De vraag is welke energiedrager(s) dat zal/zullen zijn in de 'eindsituatie' en in de fase daarna toe. Bij die afweging spelen:

- de technische mogelijkheden,
- de effecten op korte en lange termijn en
- de consequenties voor de verschillende partijen (kosten, inspanningen, risico's).

Om die afweging goed te kunnen maken zullen diverse concepten op hun merites beoordeeld moeten worden en in gezamenlijk overleg besproken moeten worden.

De **technische mogelijkheden** kunnen worden onderscheiden in:

- 1 gas en elektriciteit
 - conventioneel,
- 2 elektriciteit en warmte
 - warmtelevering op basis van restwarmtebron (Diemen)
- 3 alleen elektriciteit
 - individuele elektrische warmtepompen
- 4 elektriciteit en warmte en deels all-electric
 - warmtelevering op basis van lokale warmtekracht-installaties in de dicht bebouwde gebieden en elektrische warmtepompen in de overige gebieden

Deze 4 concepten worden beoordeeld bij een EP van 1.2 en bij aangescherpte EP-waarden van 1.0 en 0.75 die verdergaande bouwkundige maatregelen noodzakelijk maken. De laagste EP beantwoordt aan de strategie om de energievraag zoveel mogelijk te verlagen.

De **effecten** die worden beoordeeld zijn die voor de kosten en de emissies.

De **consequenties** worden weergegeven voor bewoners, gemeente, energiebedrijf en projectontwikkelaars.

Bij de technische opties is niet de optie volledig gas opgenomen. Deze optie is technisch wel mogelijk, eerst op basis van aardgas en op termijn op basis van waterstof, maar het ontbreekt op dit moment aan verbruiksapparatuur die in dit concept kan worden toegepast. Bovendien is uit berekeningen, die het CE in ander kader heeft uitgevoerd, gebleken dat een energievoorzieningsconcept gebaseerd op volledig waterstof niet optimaal is.



2.5 Nu nog geen DE-voorziening

Het realiseren van een energievoorziening in IJburg volledig gebaseerd op duurzame energiebronnen is nu nog niet mogelijk. Hiervoor zijn twee redenen: ten eerste omdat de technieken nu nog te weinig ontwikkeld zijn en er te weinig ervaring is opgedaan om op grote schaal te gaan toepassen, ten tweede omdat de prijs onacceptabel hoog zou worden. Dit betekent dat slechts in beperkte mate duurzame energie kan worden gebruikt en dat verder geanticipeerd moet worden op toekomstige toepassingen. Dit betekent dat bij de vraagmaatregelen en infrastructuur, maar ook de situering van de woningen in de energievoorzieningsconcepten de relatie wordt gelegd met de toekomstige energievoorziening.

Wel zijn er specifieke toepassingen nu al uitvoerbaar die gebruik kunnen maken van duurzame energie (bv openbare verlichting). Daarbij moet er voor gewaakt worden dat niet wordt volstaan met leuke aansprekende DE-projecten die nauwelijks zoden aan de dijk zetten, terwijl voor de bulk van het energiegebruik kansen blijven liggen die misschien weinig spectaculair zijn maar wel uiterst relevant voor een duurzame energievoorziening.

2.6 Schep de ruimte voor duurzame energie

Een belangrijke uitgangspunt van een duurzame energievoorziening is de bruikbaarheid van de nu aan te leggen energievoorziening voor de inzet van duurzame energiebronnen in de toekomst. Met 'bruikbaar' wordt bedoeld dat het omschakelen van de energievoorziening naar zo'n duurzame energievoorziening snel en zonder (al te grote) kapitaalvernietiging kan plaatsvinden. De energievoorziening is dus 'bruikbaar' als deze niet strijdig is met een duurzame energievoorziening of zelfs gaat in de richting van een duurzame energievoorziening.

2.7 Discussie over strategie

De discussie tussen de betrokken partijen kan worden vertaald in de vraag welke strategie het meest wenselijk is, rekening houdend met alle belangen. Daarvoor worden, op basis van de uitgewerkte concepten, de volgende strategieën onderscheiden:

- 1 overal warmtelevering gebaseerd op de elektriciteitscentrale Diemen

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat warmtelevering een forse brandstofbesparing kan realiseren tegen zeer acceptabele kosten. Omdat de Diemercentrale nabij de locatie IJburg ligt, is het vanzelfsprekend dat restwarmtebenutting wordt beoordeeld. Warmtelevering biedt bovendien de mogelijkheid om de ontwikkelingen op het gebied van duurzame energiebronnen te volgen. Zonder overlast/extra kosten voor bewoners kan bij warmtelevering overgeschakeld worden op bijvoorbeeld een systeem waarbij zonne-warmte met seizoenopslag op wijkniveau de basis vormt.

- 2 warmtelevering in geconcentreerde gebieden en vergaande vraagverlaging daarbuiten in combinatie met all-electric
De overwegingen zijn vergelijkbaar met de eerste strategie, maar om wille van rentabiliteit worden de voor warmtelevering (vermeende) onrendabele aansluitingen voorzien van all-electric in combinatie met vraagverlaging.
- 3 vergaande energievraagverlaging
Met name door milieu-organisaties wordt aangedrongen op ontwikkelingen richting de nul-energiewoning. Deze woning bestaat echter nog niet voor de grote bouwstroom, wel is het denkbaar dat deze op een termijn van 10 jaar (binnen de bebouwingsperiode van IJburg) beschikbaar komt. Vooralsnog betekent deze strategie dat woningen worden ontwikkeld met een EP van maximaal 0,75. De warmtevraag die resteert, is te gering om op rendabele wijze een energie-infrastructuur naast elektriciteit te exploiteren. Dit betekent dat de woningen all-electric zullen zijn, waarbij de warmte met individuele warmtepompen wordt geproduceerd. Een zonneboiler maakt onderdeel uit van de warm tapwatervoorziening.

Bij deze strategieën zullen de volgende vragen beantwoord moeten worden: welke zijn de kosten, welke zijn de milieu-effecten nu en mogelijkheden op termijn, welke zijn de consequenties voor de betrokken partijen.

Daarnaast spelen de volgende aandachtspunten een rol bij de ontwikkeling van de energievoorziening.

a zonneboilers op alle woningen

Een beleid dat dit als uitgangspunt heeft, heeft een duidelijke relatie met de drie strategieën. De zonneboiler maakt al onderdeel uit van strategie 3 en deels van strategie 2. Toepassing van de zonneboiler in strategie 1 kan leiden tot een beperkte extra brandstofbesparing tegen relatief hoge kosten.

b PV-systemen op alle woningen

Grosso modo kan in IJburg de elektriciteit die jaarlijks nodig is in de woningen worden opgewekt met PV-systemen. De kosten vormen op dit moment echter een belangrijke bottle-neck. Gedacht kan worden aan het realiseren van de noodzakelijke infrastructuur (ruimte reserveren, elektriciteitsaansluitingen aanbrengen, juridische randvoorwaarden regelen voor gebruik daken) voor grootschalige toepassing van PV-systemen over enkele decennia.

d windturbines in/bij de locatie IJburg

Langs de randen van de nieuwbouwlocatie worden windturbines geplaatst die elektriciteit opwekken voor een deel van de elektriciteitsvraag.

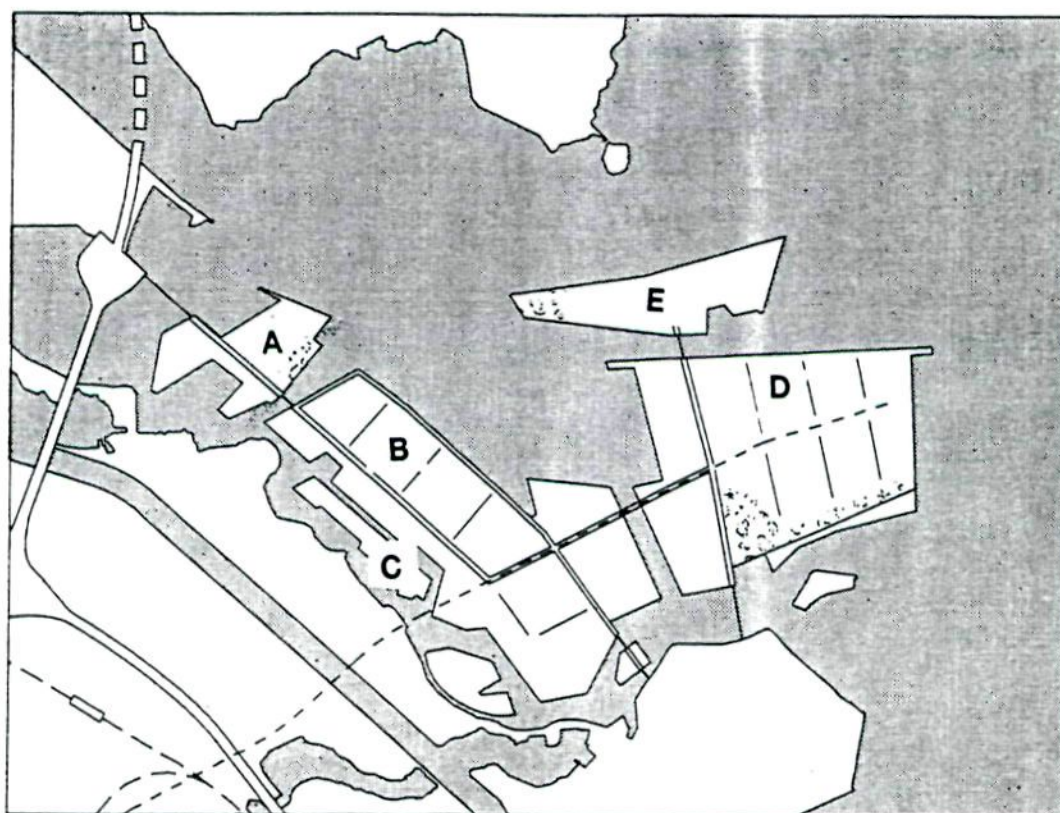
Deze aandachtspunten komen in de conclusies terug.



3 Onderzoeksresultaten

In paragraaf 3.1 is kort aangegeven welke gegevens van IJburg zijn meegenomen voor de uitvoering van de berekeningen. In paragraaf 3.2 worden de energievoorzieningsconcepten benoemd, die in het onderzoek zijn bekeken. In paragraaf 3.3 wordt kort aangegeven welke berekeningen zijn uitgevoerd. Tenslotte geeft paragraaf 3.4 een overzicht van de consequenties van de onderzochte energievoorzieningsconcepten (kosten, emissies, uitvoerbaarheid).

3.1 Typering nieuwbouwlocatie



A = Steigerland, B = Haveneiland, C = Rieteilanden, D = Strandeiland, E = Buiteneiland
Bron: [1]

Figuur 3.1 Nieuwbouwlocatie IJburg

De berekeningen voor deze studie zijn per deelgebied uitgevoerd. Vooral het bouwtempo en het soort woningen is bepalend voor de rekenresultaten. De bouw start in 2001. De laatste woning wordt in 2008 opgeleverd.

Tabel 3.1 Bouwprogramma IJburg

Deelgebied	Totaal [won]	Rij-woning	Vrijstaand/geschakeld	Meer-gezins	Utiliteit [m ²]	Dichtheid [won/ha]
Haveneiland	7800	3300	400	4400	84200	65
Rieteilanden	900	630	135	135	0	50
Steigereiland	2000	700	400	900	0	50
Strandeiland	5900	3100	600	2200	72900	50
Buiteneiland	1400	800	300	300	0	45
Totaal	18000	8530	1535	7935	157100	

Bron: |1|, |3| bewerkt

3.2 Concepten energievoorziening IJburg

De volgende concepten zijn in de studie onderscheiden en uitgewerkt:

- 1 *gas en elektriciteit*
Dit is een conventionele energievoorziening met een gas- en elektriciteitsnet per woning/gebouw. Gebruik wordt gemaakt van de huidige stand der techniek die tot uitdrukking komt in de energieprestatie (EP). Dit concept is bedoeld als referentie.
- 2 *elektriciteit en warmte*
In het hele gebied wordt warmte geleverd. Het warmtenet wordt gevoed door de centrale Diemen. Warmtelevering geldt zowel voor ruimteverwarming als voor warm tapwaterbereiding.
- 3 *alleen elektriciteit*
In dit concept wordt slechts 1 energiedrager geleverd, namelijk elektriciteit. Individuele elektrische warmtepompen per woning/gebouw en extra elektrische apparaten worden nu gebruikt om in de energievraag te voorzien. De elektriciteit kan in een later stadium schoon worden opgewekt.
- 4 *elektriciteit en warmte en deels all-electric*
In het deel van IJburg met hoge dichtheden en/of een hoge warmtevraag wordt warmte geleverd. Er is gerekend met wk-gasmotoren voor Haveneiland en Strandeiland. In de gebieden met de laagste dichtheid worden all-electric woningen (individuele warmtepomp) gebouwd. Dit gebeurt op de Rieteilanden, op Steigereiland en op Buiteneiland. Warmtelevering geldt zowel voor ruimteverwarming als voor warm tapwaterbereiding.

3.3 Berekeningen

Voor de verschillende concepten zijn kosten (investeringen en contante waarde) en milieu-emissies (NO_x, CO₂, SO₂) berekend en de uitvoeringsimplicaties aangegeven. Voor het bouwkundige niveau is uitgegaan van EP's van 1,2, 1,0 en 0,75 (bij een woning met gaslevering).



3.4 Consequenties van de concepten

Achtereenvolgens komen aan de orde de kosten en emissies (paragraaf 3.5.1) en de uitvoerbaarheid (paragraaf 3.5.2). Op de gevolgen voor een duurzame energievoorziening wordt in paragraaf 4.1 nader ingegaan.

3.4.1 Kosten en emissies

Tabel 3.2 geeft de kosten van de vier concepten, berekend bij drie EP-niveaus.

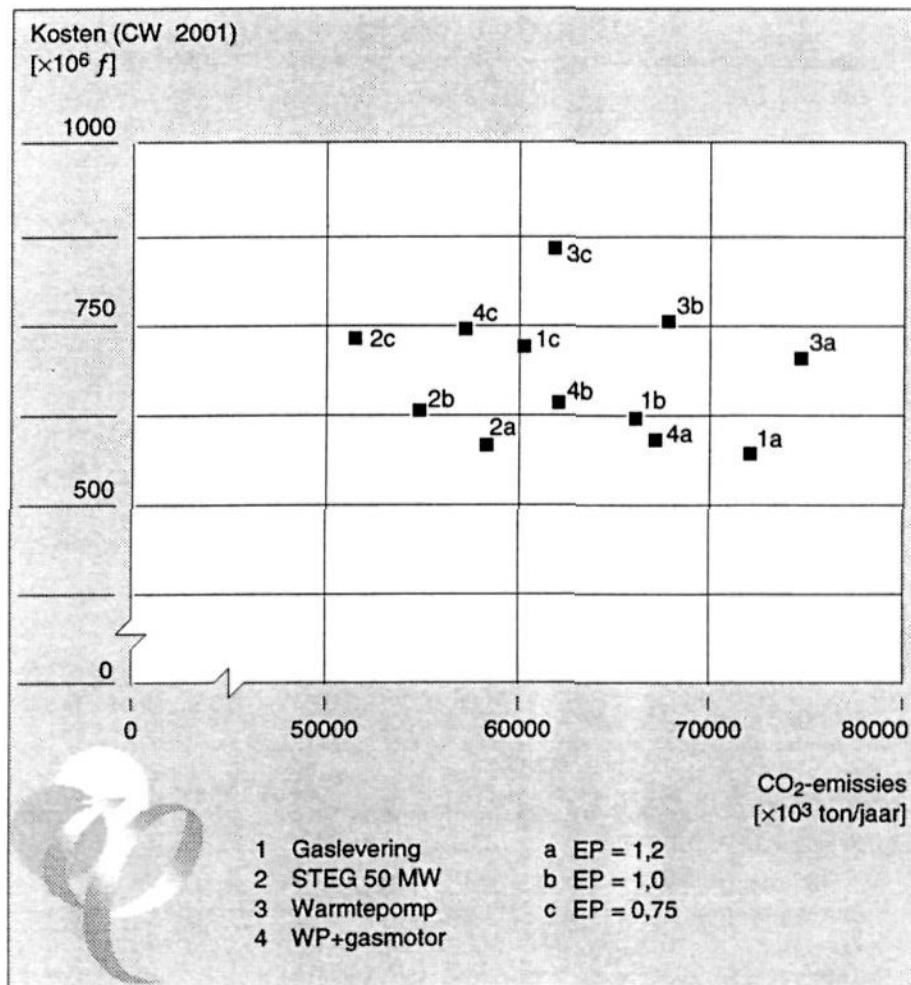
Variant	EP	CO ₂ -emissie (ton/jaar)	Zuuremissie (z.e./jaar)	kosten (contante waarde) (mln)
Gaslevering	1,20	72100	1595	570
	1,00	66100	1540	615
	0,75	60200	1495	715
STEG 50 MW	1,20	58300	1630	580
	1,00	54800	1570	630
	0,75	51500	1520	725
Warmtepomp	1,20	74700	1775	700
	1,00	67800	1685	750
	0,75	61800	1610	850
WP + gasmotor	1,20	67200	2700	590
	1,00	62000	2445	640
	0,75	57200	2200	740

Tabel 3.2 Overzicht kosten en emissies van de vier concepten

De kosten zijn uitgedrukt in contante waarde van alle kosten tijdens de rekenperiode. Dit betekent dat de kosten zijn teruggerekend naar het bedrag dat in het startjaar 2001 moet worden gereserveerd om alle uitgaven te bekostigen. Het moment van uitgaven (vroeg of laat in de rekenperiode) is dus ook een factor, die in de uitkomsten is verdisconteerd. Kosten die in de toekomst worden gemaakt, hebben een lage contante waarde, omdat nu gereserveerd geld op de bank kan worden gezet en rente oplevert. Er is expliciet niet gerekend met tarieven, maar met werkelijke kosten. De gebouwkosten omvatten kosten voor bouwkundige en installatietechnische maatregelen in de woningen voor zover verschillend bij verschillende EP's en concepten. De distributiekosten zijn de kosten voor aanleg en onderhoud van het distributienet op de locatie. Deze kosten bevatten ook de meter en dienstleidingen in de woning. De produktiekosten zijn de kosten voor inkoop van brandstof en bij centrale productie van de energiedrager ook de investeringen en onderhoud in de produktiemiddelen.

De concepten met de laagste kosten zijn gaslevering en warmtelevering met een STEG en warmtelevering in combinatie met warmtepompen. Duidelijk de hoogste kosten heeft het concept met elektrische individuele warmtepompen. De hogere distributiekosten van warmtelevering met STEG worden ten opzichte van gaslevering gecompenseerd door lagere

gebouwkosten en lagere produktiekosten. De lage distributiekosten van bij alleen warmtepompen (alleen elektriciteitsnet) worden meer dan teniet gedaan door de zeer hoge gebouwkosten (investering warmtepomp). Naarmate de EP stijgt, stijgen de kosten. Opvallend is de meer dan evenredige kostensprong bij gebouwkosten tussen EP = 1,0 en EP = 0,75. De laatste bouwkundige maatregelen zijn relatief erg duur.



Figuur 3.2 CO₂-emissie in relatie tot de kosten

Als 'laagste CO₂-emissies' als criterium wordt genomen, is de prioriteitenvolgorde voor de concepten als volgt: De hoogste prioriteit krijgt het concept warmtelevering met STEG. De tweede prioriteit krijgt het concept warmtelevering/warmtepompen. De derde prioriteit krijgt het concept gaslevering. De vierde prioriteit krijgt het concept individuele elektrische warmtepompen.

Er zijn 5 concept-varianten die qua emissies voldoen aan de motie van de PvdA van 4 september 1996 om "te streven naar de bouw van zeer energiezuinige woningen met een EPN van 0,75 of een daaraan qua milieuwinst gelijkwaardig pakket energiemaatregelen". Dit zijn het concept gaslevering met een EP van 0,75 (1c) (per definitie), het concept warmtelevering/warmtepompen, ook met een EP van 0,75 (4c) en



alle drie de varianten van het concept met warmtelevering met STEG (2a, 2b, 2c).

Ook de zuuremissies zijn berekend. De conclusies van die berekeningen is, dat de prioriteitenvolgorde op basis van de zuur-emissie is: eerst gaslevering, gevolgd door warmtelevering met STEG, daarna individuele elektrische warmtepomp en warmtelevering met gasmotoren in combinatie met elektrische warmtepompen.

Ook al zijn CO₂-emissies en zuur-emissies niet vergelijkbaar, op basis van de distance-to-target-methode (een methode om verschillende milieueffecten met elkaar te vergelijken) kan worden gesteld dat de verlaging van de CO₂-emissie prioriteit geniet.

3.5 Uitvoerbaarheid

Elk energievoorzieningsconcept heeft verschillende consequenties voor de gemeente, het energiebedrijf, de ontwikkelaars en de toekomstige bewoners. In deze paragraaf zullen beknopt de consequenties worden geschetst voor de betrokkenen voor zover ze nog niet aan de orde zijn gekomen.

Gemeente

Energieprestatienorm

Het stellen van een scherpere EP dan de landelijke eis heeft voor alle vier de concepten dezelfde consequentie voor de gemeente. Het is belangrijk dat de gemeente nu op korte termijn een besluit neemt over de hoogte van de EP en over de wijze waarop deze zal worden getoetst. Hoe lager de EP hoe meer moeite de gemeente zal hebben deze vast te stellen (eventueel weerstand van ontwikkelaars) en/of te effectueren. EP's van 1,2 en 1,0 zijn momenteel goed haalbaar. Een EP van 0,75 is relatief duur.

Kruipruimte?

Daarnaast zal binnen de gemeente een discussie plaats moeten vinden over kruipruimteloos bouwen. Dit heeft met name consequenties voor warmtelevering. Kruipruimteloos bouwen leidt tot een kostenstijging van f 1.500 per woning bij warmtelevering. Indien met kruipruimtes wordt gebouwd, ligt een groot deel van het warmtedistributienet onder de woningen.

Lage temperatuurverwarming

Het systeem voor ruimteverwarming wordt uitgevoerd als een lage-temperatuursysteem. De gemeente moet dit in zijn programma van eisen opnemen en de ontwikkelaars hierover informeren, zodat zij hierover de ontwerpers in kunnen lichten. Het temperatuurniveau heeft consequenties voor het ontwerp van de installatie voor ruimteverwarming (radiatoppervlakte) en van de tapwaterinstallatie (salmonella).

Energiebedrijf

De belangrijkste consequentie voor het energiebedrijf is dat het op korte termijn samen met de gemeente een besluit zal moeten nemen over de in te zetten dragers en de wijze van conversie.

Het financiële risico van warmtelevering in voor het energiedistributiebedrijf groter dan het aanleggen van gas- en elektriciteitsnet. De distributiekosten van een warmtenet zijn ruim driemaal duurder dan een gasnet. Vooral het bouwtempo is bepalend voor de financiële exploitatie van het warmtenet. Hierover zullen gemeente en energiebedrijf goede en duidelijke afspraken moeten maken om het risico aanvaardbaar te houden.

Daarnaast kan het energiedistributiebedrijf besluiten gericht op de nieuwbouw van woningen nieuwe energiediensten te gaan leveren om de realisering van het gekozen concept te ondersteunen. Hotfill-apparatuur is in het concept warmtelevering aantrekkelijk zodat hier een mogelijke dienst ligt.

Los van de keuze van de EP en de infrastructuur is het noodzakelijk dat het energiebedrijf in samenwerking met de gemeente de randvoorwaarden creëert voor latere toepassing van PV-zonne-energie op de woningen die binnenkort al gebouwd gaan worden.

Een apart haalbaarheidsonderzoek naar een openbaar verlichtingssysteem op basis van PV-zonne-energie is noodzakelijk om hier door gemeente en ENW een besluit te nemen. De kosten bedragen circa f 60 extra per woning per jaar.

Projectontwikkelaars

Voor de projectontwikkelaars is het allereerst van belang te weten voor welke EP de gemeente wil kiezen. Ten tweede moet in een vroeg stadium bekend zijn voor welke energiedragers ENW kiest. Beide aspecten samen - niveau EP en keuze energiedragers - stellen eisen aan het ontwerp van de woning. Daarmee hebben ze ook gevolgen voor de kosten van de woning.

Ten tweede heeft de wens van al dan niet kruipruimteloos bouwen consequenties voor het bouwkundig en installatietechnisch ontwerp van de woningen.

Ten derde moeten de projectontwikkelaars aan het begin van het ontwerp stadium weten of wel of geen lage temperatuurverwarmingssysteem nodig is. Zelfs als nu bij de nieuwbouw niet voor lage temperatuurverwarming wordt gekozen, kan het toch aan te bevelen zijn om voldoende grote radiatoren te laten plaatsen. Dit biedt in ieder geval de mogelijkheid om op korte termijn zonder problemen over te gaan op een systeem van lage temperatuurverwarming.

Bewoner

In principe heeft de keuze van het concept geen consequenties voor de bewoner. Het verwarmingssysteem in de woning blijft gelijk: radiatoren-cv. De kosten zijn per concept gelijk door het principe 'niet-meer-niet-minder-dan-anders'.

Een EP van 0,75 heeft wel enige gevolgen voor het bewonersgedrag. Deze woningen worden uitgevoerd met warmteterugwinning en gebalanceerde ventilatie. Dit vereist een aangepast ventilatiegedrag van de bewoner. Een goede handleiding hiervoor is aan te bevelen. In het verleden heeft het ontbreken daarvan in diverse projecten tot klachten



geleid over het binnenklimaat. Niet bewust ventileren doet ook een deel van het besparingseffect teniet.





4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Afweging van strategieën

De in paragraaf 2.4 geformuleerde strategieën zullen door alle betrokkenen besproken moeten worden waarbij de rekenresultaten en consequenties de argumenten vormen om keuzes te maken. Hier schetsen we per strategie de resultaten en consequenties.

4.1.1 Gehele locatie warmtelevering

Op alle eilanden wordt warmte geleverd, geproduceerd met een STEG. Duidelijk is te zien dat de kosten van de energie-infrastructuur (distributie) duurder is dan die van de referentie. In totaliteit zijn de kosten echter lager doordat de gebouwkosten lager zijn en de produktiekosten van de warmte lager zijn dan produktiekosten bij aardgaslevering. Bij de berekening van de produktiekosten is uitgegaan van een voorzichtige inschatting van de waardering van de tegelijkertijd geproduceerde elektriciteit. Wel zal hiervoor extra capaciteit moeten worden gerealiseerd in de elektriciteitscentrale Diemen omdat de huidige warmtecapaciteit reeds is uitgeput. Het is ook mogelijk hiervoor een installatie te gebruiken die wordt gestookt met biomassa.

Een woning met een EP van 1,2 is voor deze strategie optimaal. De reductie op het brandstofverbruik bij verdere verlaging van de EP is in absolute termen beperkt tegen hoge kosten per extra vermeden ton CO₂. De uitvoerbaarheid van deze strategie is goed.

Relatie met duurzame energievoorziening

Zowel de warmte als de elektriciteit kan (op termijn) duurzaam worden geproduceerd. Zonder technische aanpassingen is dat in elk gewenst tempo mogelijk. Als dat het geval zou zijn, nemen de kosten voor de "brandstofkosten" fors toe, de gebouwkosten en de distributiekosten blijven gelijk. Bij een verdubbeling van de brandstofkosten blijft het concept met een EP van 1,2 de laagste kosten houden.

4.1.2 Warmtelevering en all-electric

In de meest dichtbebouwde gebieden wordt warmte geleverd en in de overige gebieden elektriciteit voor elektrische warmtepompen.

Ook hier geldt dat er een verschuiving van kosten optreedt.

De relatief lage kosten van warmtelevering worden in het geheel enigszins verborgen door de hoge kosten voor de elektrische warmtepompen. Hetzelfde geldt voor de lage CO₂-emissies. De zuuremissies zijn hoog omdat in deze berekening is uitgegaan van warmtelevering met een gasmotor in plaats van een STEG. Bij warmtelevering met een STEG zouden CO₂- en zuuremissies lager uitvallen.

Ook voor dit concept is 1,2 het optimale niveau van de EP. Een strengere EP heeft relatief hoge kosten.

De uitvoerbaarheid van de strategie hoeft geen problemen op te leveren. Wel zullen de kosten van de woningen met individuele warmtepompen vooralsnog hoog zijn vanwege de kosten van die installaties. De verwachtingen zijn dat de kosten zullen dalen; wegens de onzekerheden op dit punt is hier niet vanuit gegaan.

Relatie met een duurzame energievoorziening

De conclusie is dezelfde als voor het concept volledige warmtelevering met STEG. Warmte en elektriciteit kunnen duurzaam worden geleverd zonder dat grote ingrepen in woningen en distributienet nodig zijn. Ook bij een verdubbeling van de brandstofkosten blijft de EP van 1,2 de laagste kosten houden.

4.1.3 Lage energievraag

De energievraag van de woningen wordt extreem verlaagd.

De resultaten zijn weergegeven voor alle vier de concepten: $EP = 0,75$. Hier geldt dat er een forse verschuiving van kosten optreedt. De kosten voor productie nemen af, maar de kosten voor het gebouw om een lage EP te bereiken nemen extreem toe.

Voor de onderlinge positie van de verschillende concepten heeft een lage energievraag geen grote effecten. De gebouwkosten nemen in alle gevallen in gelijke mate toe. Wel is een strategie met een extreem lage energievraag het meest aantrekkelijk in een concept met lage distributiekosten. Dit is het geval bij alleen elektrische warmtepompen: alleen elektriciteit. De effecten van deze lage distributiekosten worden echter teniet gedaan door de hoge kosten van de elektrische warmtepomp zelf. Een verlaging van de kosten van de warmtepomp leidt tot een verbetering van de positie van dit concept. Een goede mogelijkheid hiervoor is het vervangen van een duur gebouwdistributiesysteem met radiatoren door een systeem met lokale toestellen in enkele vertrekken zoals woonkamer, keuken en slaapkamer. Juist in een goed geïsoleerde woning is dit mogelijk zonder comfortverlies.

De conclusie zou iets anders zijn, wanneer de waardering van warmtelevering en warmtepompen in de EP op een andere manier zou gebeuren. Dan zou een duidelijk effect zichtbaar worden van de exponentiële groei van gebouwkosten bij gaslevering bij een lage EP tegenover een meer lineaire groei van de kosten voor warmtelevering en warmtepompen.

Relatie met duurzame energievoorziening

De elektriciteit kan (op termijn) duurzaam worden geproduceerd. Zonder technische aanpassingen is dat in elk gewenst tempo mogelijk. Als dat het geval zou zijn, nemen de kosten voor de "brandstofkosten" fors toe, de gebouwkosten en de distributiekosten blijven gelijk. Bij een verdubbeling van de brandstofkosten blijft het concept met een EP van 1,2 de laagste kosten houden.



4.1.4 Overzicht onderzoeksresultaten

In tabel 4.1 zijn de resultaten van het onderzoek voor de verschillende concepten kwalitatief naast elkaar gezet. Uit de tabel komt naar voren dat:

- de concepten warmtelevering STEG en warmtelevering/warmtepomp uit milieu-oogpunt het gunstigst zijn;
- de concepten warmtelevering STEG en warmtelevering/warmtepomp vergelijkbare kosten hebben met het concept gaslevering;
- de EP's van 1,2 en 1,0 technisch en financieel gunstiger zijn dan een EP van 0,75.

Tabel 4.1 Overzicht resultaten onderzoek

EP	gas + elektriciteit			warmte STEG + elektriciteit			elektrische warmtepomp			warmtepomp + gasmotor + elektriciteit		
	1.2	1.0	.75	1.2	1.0	.75	1.2	1.0	.75	1.2	1.0	.75
technisch	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
stedebouw	+	o	o	+	+	+	+	+	o	+	+	+
verkoop	+	+	+	+	+	+	o	o	o	+	+	+
milieu ¹	100	90	85	80	75	70	105	95	85	95	85	80
kosten ¹	100	110	130	100	110	130	125	135	150	100	110	130
flexibiliteit	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

¹ Geïndexeerd; referentie is concept gas + elektriciteit, EP 1.2

4.2 Conclusies

- 1 de essentie voor het realiseren van een duurzame energievoorziening in dit stadium van het bouwproces richt zich op de keuze voor de aan te leggen energie-infrastructuur en de te hanteren EnergiePrestatie (EP). Andere keuzes zoals toepassing van windenergie, zonneboilers en PV zijn in een later stadium te bepalen.
- 2 Het hanteren van een EP van 1,0 leidt in alle concepten tot hogere kosten dan een EP van 1,2. Vanuit kostenaspect is dus een EP van 1,2 te verkiezen. Bij een EP van 0,75 treedt een min of meer exponentiële kostenstijging op. Vanuit milieu-oogpunt heeft elk concept met een laag brandstofverbruik de voorkeur, dit kan worden gerealiseerd door een EP van 0,75, maar ook door warmtelevering op basis van een WK-STEG. De optimale optie (kosten en emissies en uitvoerbaarheid) is warmtelevering in alle gebieden met een EP van 1,2.
- 3 Bij de ontwikkeling van IJburg moet rekening gehouden worden met het gebruik van zonne-energie omdat dat een belangrijk onderdeel zal worden van een duurzame energievoorziening. Het gebruik kan worden opgesplitst in:
 - passieve zonne-energie
 - zonneboilers



- PV-systemen (zonnecellen voor elektriciteit)
- 3a Het gebruik van passieve zonne-energie leidt er toe dat de gebruikerskosten lager uitvallen dan zonder passieve-zonne-energie.
- 3b Toepassing van zonneboilers leidt in alle concepten tot hogere kosten voor de gebruikers terwijl het energiegebruik gelijk blijft omdat de EP gelijk blijft. Zonneboilers komen - bij gelijke EP - dan in de plaats van goedkopere energiebesparingsmaatregelen (zoals *extra* isolatie).
- 3c PV-systemen zijn op dit moment nog veel te duur. De verwachting is dat binnen 25 jaar de kosten relevant zullen dalen zodat toepassing betaalbaar wordt. Nu al moet met het gebruik rekening worden gehouden.

Zuid-oriëntatie van een zo groot mogelijk aantal woningen is altijd zinvol omdat het de passieve zonne-energie mogelijk maakt, maar minstens zo belangrijk de mogelijkheden voor toekomstige toepassingen van zonne-energie openhoudt (zoals PV).

- 4 In alle gevallen kan (op termijn) zonder technische aanpassingen worden overgeschakeld op duurzame energiebronnen. De systemen met de laagste vraag zijn nu, maar ook in die situatie niet de goedkoopste omdat de kosten om de warmtevraag extreem te verlagen (nu nog) zeer kostbaar zijn. Verdere verlaging van de warmtevraag is met name een optie voor de woningen die over circa 10 jaar gebouwd zullen gaan worden.

4.3 Aanbevelingen

- 1 Op basis van de berekeningen met de 4 energievoorzieningsconcepten is het aan te bevelen een discussie te voeren met de direct betrokkenen om een optimale keuze voor de energie-infrastructuur en de te hanteren EP voor te bereiden.
- 2 Het is aan te bevelen om te overwegen voor de bouw na 2003 te kijken naar een concept met all-electric woningen en een extra verlaging van de energievraag (EP 0,75). In deze zeer goed geïsoleerde woning wordt dan een veel eenvoudigere verwarmingsinstallatie opgenomen. Als de elektriciteit duurzaam wordt geproduceerd lijkt een elektrische warmtepompboiler in combinatie met lokale verwarming op basis van infra-rood, glassheatsysteem of weerstandverwarming een optimale oplossing. Met dit concept zijn geen berekeningen uitgevoerd.
Een besluit voor het in de toekomst introduceren van een EP van 0,75 moet wel nu worden genomen. De hoogte van de EP bepaalt namelijk rechtstreeks de hoogte van de warmtevraag en daarmee de benodigde capaciteit van de produktiemiddelen en distributienetten. De hoofdnetten worden voor een deel al in de eerste bouwfasen voor de hele locatie IJburg aangelegd.
- 3 Het is aan te bevelen de toepassing van PV-systemen op meerdere manieren te stimuleren, onder andere door:
 - de openbare verlichting aan te sluiten op PV-systemen. Dit is technisch mogelijk en de kosten zijn gelimiteerd wegens het feit dat het om circa 40 kWh per woning per jaar gaat (orde van grootte f 60 extra per woning per jaar).



- de dakvlakken van minimaal 80% van de gebouwen in IJburg op termijn zowel technisch als juridisch geschikt te laten zijn voor het plaatsen van grootschalige PV-systemen.





Literatuur

- | 1 | Ontwerp IJburg, Nota van uitgangspunten
Amsterdam, Projectgroep IJburg, november 1995
- | 2 | Plan van aanpak duurzaam bouwen
Den Haag, Ministerie van VROM, september 1995
- | 3 | Ontwerp voor IJburg, stedenbouwkundig programma van eisen
Amsterdam, Projectgroep IJburg, mei 1996
- | 4 | Sparen en investeren in de natuur, brochure energiezuinige
woningbouw
Zeist, Wereld Natuur Fonds, 1996
- | 5 | Syrenestudie Infrastructuur Brandstoffen, Distributie van energie-
dragers, ir. L.B.M.M. Boels, ir. G.C. Bergsma, ir. B. van den Has-
pel, ir. F.J. Rooijers, ing. G.J. Schepers, CE Delft, november 1994
- | 6 | Grootschalige warmtelevering in de nieuwbouw en de glastuin-
bouw, ir. F.J. Rooijers, ir. G.C. Bergsma, ir. J. Verlinden, CE,
Delft, juni 1984