

Energievisie Dokkershaven en Edisongebied, Vlissingen

Eindrapportage



Energievisie Dokkershaven en Edisongebied, Vlissingen

Eindrapportage

Opdrachtgever:
Gemeente Vlissingen

Opdrachtnemer:
W/E Adviseurs

Uitvoering:
Lucia Kleinegris,
Evert Vrins

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Introductie	7
1.2 Aanleiding	7
1.3 Ambitie	8
1.4 Doel	8
1.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden	9
2 Omschrijving van de locatie	10
2.1 Dokkershaven	10
2.1.1 Huidige situatie	10
2.1.2 Planning	10
2.2 Edisongebied	12
2.2.1 Huidige situatie	12
2.2.2 Planning	12
2.3 Aandachtspunten	13
3 Mogelijkheden CO₂-reductie	14
3.1 Energievraagreductie	14
3.2 Inzet van duurzame bronnen	14
3.2.1 Gebouw gebonden duurzame energie	15
3.2.2 Gebiedsgebonden duurzame energie	17
3.2.3 Gebiedsoverstijgende duurzame energie	18
3.3 Efficiënte invulling van de restvraag.	19
4 Opties energievoorziening	23
4.1 Infrastructuur	23
4.2 Basismaatregelen: duurzaam casco	23
4.3 Uitwerking varianten	23
4.4 Duurzaam opgewekte elektriciteit	26
5 Consequenties energievoorziening	27
5.1 EPC en energiegebruik van de woning	27
5.2 CO ₂ -emissie en EPL	28
5.3 Investerings voor de maatregelen	30
5.4 Woonlasten	32
5.5 Bouwkundige en stedenbouwkundige consequenties	34
5.6 Comfort voor gebruikers	36
5.7 Eigendom en beheer	37
5.8 Bestuurlijke consequenties	37
6 Financiële mogelijkheden	38
6.1 Woonlastencriterium	38
6.2 Woningwaarderingstelsel	38
6.3 Outsourcing	39
6.4 Statiegeldregeling	39
6.5 Eigendom en beheer	39
6.6 Consequenties van outsourcing van een collectieve voorziening	40
6.7 Gevoeligheidsanalyse	41
6.8 Utiliteit	43
6.9 Kenniswerf	45
7 Conclusies en aanbevelingen	47
7.1 Conclusies	47
7.2 Aanbevelingen	48

Begrippenlijst	51
Bijlage 1. Fasering planning Dokkershaven	52
Bijlage 2. Warmte-koudeopslag	53
Bijlage 3. Bodemgeschiktheid	57
Bijlage 4. Restwarmte Sloegebied e.o.	68
Bijlage 5. Referentiewoningen	74
Bijlage 6. Resultaten per deelgebied	77
Bijlage 7 Informatie Zeewatercentrale	78

Samenvatting

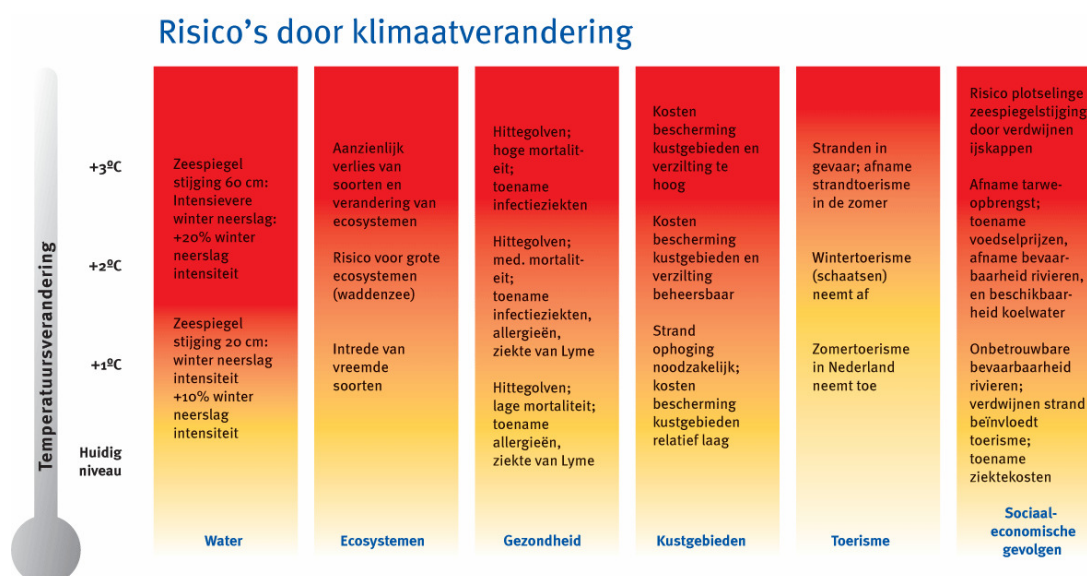
Vergelijking referentie met varianten. NB bij wp varianten wordt meer comfort geleverd door koeling					
	Referentie	Energiezuinig	WP individueel	WP collectief	Biomassa / warmteschip
Energievoorziening	HR 107 CV-ketel voor tapwater en ruimteverwarming	HR 107 CV-ketel voor ruimteverwarming en zonne-collector voor warmtapwater (naverwarming door ketel	Individuele WP voor tapwater en ruimteverwarming. Collectieve bron	Collectieve WP voor tapwater en ruimteverwarming. Collectieve bron. Collectieve HR CV 107 –ketel voor pieklust.	Collectieve installatie voor tapwater en ruimteverwarming gevoed vanuit hoog temperatuur (rest) warmtenet. Opwekking in centrale.
Ventilatie	Extra zuinige ventilatie met drukgeregelde roosters. Voor appartementen met extra efficiënte luchtafvoer.	CO ₂ -gestuurde ventilatie	Extra zuinige ventilatie met drukgeregelde roosters. Voor appartementen met extra efficiënte luchtafvoer.	Extra zuinige ventilatie met drukgeregelde roosters. Voor appartementen met extra efficiënte luchtafvoer.	Extra zuinige ventilatie met drukgeregelde roosters. Voor appartementen met extra efficiënte luchtafvoer.
Koeling	nvt	nvt	Koeling via vloer	Koeling via vloer, extra leiding	eventueel
EPC (appartement)	0,8	0,62	0,55	0,65	0,7
EPL (woningen)	6,6	7,2	7,4	7,3	9,7 / 8,3
kosten(€)	5.400	8.550	10.500	6.200	5.400
Energielasten appartement(€)	821	716	438	821	821
Stedenbouwkundige aspecten	Gasleidingtracé + gasaansluiting in woning. Gasontvangststation. Rookgasafvoeren	Gasleidingtracé + gasaansluiting in woning. Gasontvangststation. Rookgasafvoeren. Beïnvloeding beeldkwaliteit door zonnecollectoren	Ruimte voor realisatie oppervlaktewateronttrekking Collectieve aanvoerleiding bronwater. Zwaardere elektriciteitsaansluiting voor WP (400V). Geen rookgasafvoer op woningen	Ruimte voor realisatie oppervlaktewateronttrekking Technische ruimte(s) voor warmteopwekking. Eisen stookruimte en rookgasafvoer. Verbreed leidingstracé in openbare weg of onder de woningen door. Leidingstracé in binnen complex (parkeerruimte) Elektriciteits- en gasaansluiting voor collectieve installatie. Geen rookgasafvoer op woningen	Ruimte voor opstelling biomassa centrale (500-1.000 m ²) milieucategorie 3 of reservering aanmeerplaats warmteschip met opslagcapaciteit op de wal.. Verbreed leidingstracé in openbare weg of onder de woningen door. Leidingstracé in binnen complex (parkeerruimte) Geen rookgasafvoer op woningen.

Bouwkundige consequenties in woning	Opstelruimte voor HR ketel. Rookgasafvoerkanaal	Opstelruimte voor HR ketel . Opstelruimte op woningen: collectoroppervlakte 2,5 m ² /woning, rekening houden met looppaden rondom. Rookgasafvoerkanaal In de woning ruimte voor terugloopvat (afhankelijk van systeem) direct onder dak	Invoerpunt warmte (kruipruimte met mantelbuis of eigen invoerput) en koppeling warmtepomp. Opstelruimte WP ca. 1 m ² verdiepingshoog op begane grond of warmtepomp en opslagvat onder in trapkast	Invoerpunt warmte (kruipruimte met mantelbuis of eigen invoerput). Vergrootte meterkast voor warmteontvangst en GJ meter	Invoerpunt warmte (kruipruimte met mantelbuis of eigen invoerput). Vergrootte meterkast voor warmteontvangst en GJ meter
Vergunningen	Alleen gangbare	Alleen gangbare	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden. Bij oppervlaktewater lozingsvergunning gemeente vereist	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden Bij oppervlaktewater lozingsvergunning gemeente vereist	Vergunning Wet Milieubeheer voor biomassa centrale. Procedure 4 – 6 maanden. Vergunning ligplaats warmteschip en opslag warmte
Eigendom en beheer	Ketelonderhoud en vervanging voor bewoner	Ketelonderhoud en vervanging voor bewoner. Zonneboiler nauwelijks onderhoud.	WP onderhoud en vervanging voor bewoners. Eventueel vast recht voor coll. grondwaterbron.	Onderhoud + beheer collectieve installatie voor exploitant. Levering warmte aan de woning, hiervoor betaalt de gebruiker vast recht en GJ prijs. Tariefstelling afhankelijk van organisatievorm.	Onderhoud + beheer collectieve installatie voor exploitant. Levering warmte aan de woning, hiervoor betaalt de gebruiker vast recht en GJ prijs. Tariefstelling afhankelijk van organisatievorm.
Comfort en binnenmilieu	Geen vrije koeling. Er kan op gas gekookt worden. Installatiegeluid CV	Geen vrije koeling. Er kan op gas gekookt worden. Installatiegeluid CV	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Beperkt installatiegeluid WP.	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Geen installatiegeluid.	Koken elektrisch. Geen installatiegeluid.

1 Inleiding

1.1 Introductie

Als gevolg van de uitstoot van broeikasgassen, waarvan CO₂ de belangrijkste is, verandert het klimaat. De temperatuur op aarde neemt toe. Dit heeft ongewenste gevolgen als stijging van de zeespiegel, natuurrampen (overstromingen, droogtes, bosbranden), verandering van ecosystemen etc. In figuur 1 zijn de effecten voor met name Nederland weergegeven.



Figuur 1. Gevolgen klimaatverandering in Nederland (Afbeelding RIVM)

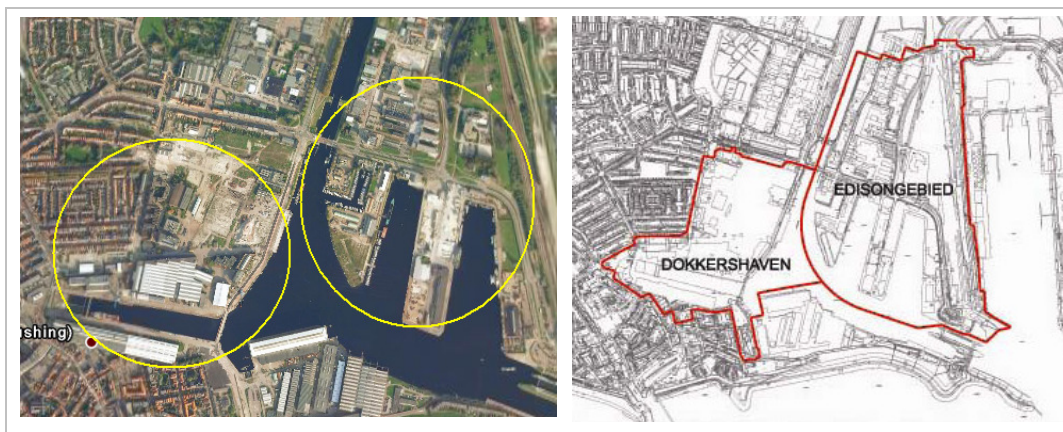
Het broeikasgas CO₂ komt vrij bij het verbranden van fossiele brandstoffen als kolen, olie en aardgas in de industrie, de huishoudens en het verkeer. Om deze risico's te beperken is in het klimaatverdrag van Kyoto afgesproken om de CO₂ uitstoot terug te brengen. Hiertoe is een (geleidelijke) overstap vereist naar duurzame energiebronnen.

1.2 Aanleiding

De gemeente Vlissingen herontwikkelt het voormalige KSG-terrein met de bedoeling het te transformeren tot een volwaardig nieuw stadsdeel dat aan zal sluiten bij de huidige binnenstad van Vlissingen. Het KSG-terrein is het gebied direct naast het historische centrum van Vlissingen waar de Koninklijke Schelde Groep tot in het recente verleden haar scheepsbouwactiviteiten uitoefende. Voor dit gebied, inmiddels bekend onder de naam Dokkershaven, is een masterplan vastgesteld. De plannen bieden ruimte voor de functies wonen, werken, detailhandel, ligplaatsen voor de recreatievaart en recreatieve en culturele voorzieningen.

Ook voor het naastgelegen Edisongebied e.o. bestaan plannen. Feitelijk gaat het hier om de herstructurering van een verouderd haven- en industriegebied. Voor dit gebied, globaal gelegen tussen het Kanaal door Walcheren en het NS-station, wordt voorzien in de realisatie van woningen, kantoren, scholen, kennisintensieve bedrijvigheid en ligplaatsen voor de recreatievaart. Voor het Edisongebied is een structuurplan vastgesteld waarin de gefaseerde ontwikkeling van het gebied in de komende 15 à 20 jaar wordt weergegeven. Het gaat hierbij om een herstructurering van het

gebied dat momenteel bestaat uit bedrijventerreinen, een scholencomplex, enkele bedrijfswoningen en binnenhavens. Het structuurplan voorziet in woningbouw, maatschappelijke functies, uitbreiding van onderwijsinstellingen, recreatieve functies en kennisintensieve bedrijvigheid. Een deel van het gebied, bekend onder de naam de Kenniswerf, moet in de komende decennia uitgroeien tot het kenniscentrum van Zeeland. De kracht van het concept is de combinatie van werken, leren en wonen. Hogeschool Zeeland, ROC Zeeland en gemeente Vlissingen vormen de spil rond deze ontwikkeling.



Figuur 2. Plangebied Dokkershaven en Edisongebied

Het beleidskader voor de plannen wordt gevormd door de Nota Ruimte (VROM, 2006), het Integraal Omgevingsplan Zeeland (Zeeland, 2006), Ruimtelijk plan Stedelijk gebied Walcheren 2010 (IGS, 1999) en een aantal gemeentelijke nota's en plannen. Het doel van de planontwikkeling wordt geformuleerd in de Woonvisie 2005-2010 (Vlissingen, 2005): 'Vlissingen wil op het gebied van wonen een stad zijn waar sprake is van een aantrekkelijke woonomgeving voor alle inwoners'. Onderdeel van deze doelstelling is het realiseren van een duurzame herinrichting van beide gebieden. Juist omdat vanwege de te realiseren nieuwbouw grote milieuwinst gerealiseerd kan worden, is het belangrijk vroeg in het planproces na te denken over de eisen die gesteld kunnen worden aan de toekomstige energievoorziening. In deze studie worden daarom de verschillende mogelijkheden voor de energievoorziening onderzocht. De resultaten van deze energiestudie zullen gebruikt worden bij het opstellen van het Milieueffectrapport (het M.E.R). Het gebruik van restwarmte van het nabij gelegen industriegebied (Slogebied) wordt als één van de mogelijke opties voor de energievoorziening opgenomen in deze studie.

1.3 Ambitie

Bij de uitwerking van de energiedoelen heeft de gemeente de volgende ambities, zoals verwoord in de offerteaanvraag, gesteld voor nieuwbouwlocaties:

- EPL = minimaal 7,2
- EPC = 0,65 (overeenkomend met een EPL ca 7,2)
- CO₂-emissievermindering van 15%- 20% ten opzichte van de thans geldende Bouwbesluiten (EPC van 0,8 voor de woningen)

1.4 Doel

Het doel van dit project is het verkennen van opties voor de energievoorziening voor de locatie waarmee invulling gegeven kan worden aan de gestelde ambities. Aan de hand van concrete energieconcepten worden de consequenties voor de verschillende partijen in beeld gebracht, met een plan van aanpak om de ambities te kunnen realiseren. De studie geeft zowel prognoses over te

behalen EPL, CO₂-emissiereductie, de inzet van duurzame energiebronnen en de kostenconsequenties.

De resultaten zijn geschikt om te gebruiken als input voor de het op te stellen MER. Tevens zijn zij geschikt voor de opname in de planvorming voor de 1ste fase (deelplan 1) van 120 woningen ten zuiden van Het Dok (aansluitend bij de bestaande binnenstadsbebouwing).

1.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De huidige planning voorziet in een start bouw van deelplan 1 begin 2008. Realisatie van het grootste deel van de locatie zal plaatsvinden in de periode tussen 2009 en 2015. Bij de ontwikkeling van de energieconcepten wordt allereerst gezocht naar houvast met betrekking tot de ontwikkelingen voor de komende jaren. Ook toekomstige ontwikkelingen die bij vervanging van installaties 20 jaar na de bouw aan de orde zijn, zullen beoordeeld worden. Bij het ontwerp van de energievoorziening wordt gezocht naar een synergie tussen flexibiliteit, kosten en milieuwinst. De energievoorziening:

- is per deelgebied afzonderlijk te kiezen,
- is economisch haalbaar bij de exploitatie,
- laat integratie van toekomstige technologie open,
- kent een hoge mate van bedrijfszekerheid,
- is betaalbaar voor de gebruiker

Bij de keuze van het energiesysteem worden, naast de energetische en milieutechnische prestaties, de volgende criteria gehanteerd:

- de woonlasten zijn vergelijkbaar met een referentie (bij voorkeur lager)
- betaalbaar binnen de grenzen van kwaliteit
- consequenties voor beheer en financiering
- de consequenties voor de openbare ruimte en de woningen
- de mate van toekomstgerichtheid, flexibiliteit en leveringszekerheid

2 Omschrijving van de locatie

2.1 Dokkershaven

2.1.1 Huidige situatie

Het plangebied voor de Dokkershaven, het voormalige terrein van de Koninklijke Schelde Groep, is ca 31 hectare groot en ligt in feite in de binnenstad van Vlissingen. Het grenst aan het Kanaal door Walcheren en is via een sluizencomplex direct verbonden met de Westerschelde. Het oude dok van de Scheldewerf is gelegen in het hart van het plan. Rond dit dok is binnen het plangebied sprake van zowel oude, niet meer als zodanig in bedrijf zijnde bedrijfspanden als betrekkelijk nieuwe bedrijfspanden. Een aantal terreinen ligt braak. In het gebied is industrieel erfgoed aanwezig. De monumentale timmerfabriek (zie fig. 3) is daar een voorbeeld van. Het plan voor de ontwikkeling van de locatie Dokkershaven voorziet in woningbouw, maatschappelijke functies, detailhandel en aan de jachthaven gerelateerde recreatie. Enkele voormalige industrieloosden zullen behouden en gerenoveerd worden.



Figuur 3. Beelden van huidige plangebied Dokkershaven

2.1.2 Planning

Er wordt voorzien in zowel woningbouw als utiliteit op de locatie. De woningbouwopgave voorziet in de realisatie van meer dan 1.750 woningen met de volgende verdeling:

- Ca 300 woningen in het goedkope segment
- Ca 600 woningen in het middeldure segment
- Ca 850 woningen in het dure segment

In tabel 1 is de bouwopgave voor de exacte woningbouw geschematiseerd en naar woningtype weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt voor fase 1: deelplan 1 (2008-2009) en de overige planning verdeeld in fase 1b, fase 2 en fase 3. De faseverdeling is tot stand gekomen op basis van planning in de tijd gecombineerd met een clustering van de deelgebieden.

Bouwplanning woningbouw				
fase 1a	2008-2009	Deelplan 1: Centrum + Houtkade	appartementen	46
			grondgebonden	44
fase 1b	2009-2010	Rest centrum + dok 1	appartementen	139
			grondgebonden	11
fase 2	2010-2015	Dorp 1a, 1b, 2, 3, 4, 5 en dok 2	appartementen	565
			grondgebonden	327
fase 3	2010-2015	haven 1, 2 en (Houtkade rest)	appartementen	618
			grondgebonden	22
		subtotaal	appartementen	1368
			grondgebonden	404
totaal				1772

Tabel 1. Bouwplanning woningenbouw^a.

In tabel 2 is de nieuwe situatie voor de utiliteit gegeven.

Te realiseren utiliteit (m² BVO)		
Detailhandel	noordzijde	13003
	zuidzijde	9081
		22.084
Leisure		7.898
Maatschappelijke voorzieningen		2.205
Totaal utiliteit		32.187

Tabel 2. Voorzieningen nieuwe situatie.

In de nieuwe situatie zal er op de ca. 32.000 m² nieuwe utiliteit gerealiseerd zijn. De fasering is verder opgenomen in bijlage 1



Figuur 4: Dokkershaven in haar omgeving (Bron: ontwerp-Masterplan Dokkershaven)

^a Met deze aantallen is gerekend. Bij de uitwerking van de plannen kunnen beperkte afwijkingen optreden.

2.2 Edisongebied

2.2.1 Huidige situatie

Het plangebied Edisongebied wordt begrensd door het Kanaal door Walcheren aan de westzijde, de voormalige PZEM-gebouwen aan de noordzijde, de Veerhavenweg aan de oostzijde en het kanaal en de sluizen aan de zuidzijde. De totale oppervlakte van het gebied bedraagt ca. 79 ha, waarvan ca. 12 ha water. Het plangebied neemt binnen Vlissingen een tweeslachtige positie in. Aan de ene kant ligt het gebied gevoelsmatig buiten de stad, afgescheiden van de rest van Vlissingen door het Kanaal door Walcheren. Aan de andere kant vormt het een belangrijk onderdeel van die stad, door de ligging nabij de A58 en de aanwezigheid van het station en de veerstoep. In feite vormt het Edisongebied de entree van Vlissingen vanaf de weg, het spoor en vanaf het water. Daarnaast liggen voor Vlissingen belangrijke functies als de Hogeschool Zeeland en het ROC Zeeland in het gebied.



Figuur 5. Beeld van huidige plangebied Edisonhaven

2.2.2 Planning

Er wordt voorzien in zowel woningbouw als utiliteit op de locatie. De woningbouwopgave voorziet in de realisatie van 250 grondgebonden woningen met de volgende verdeling:

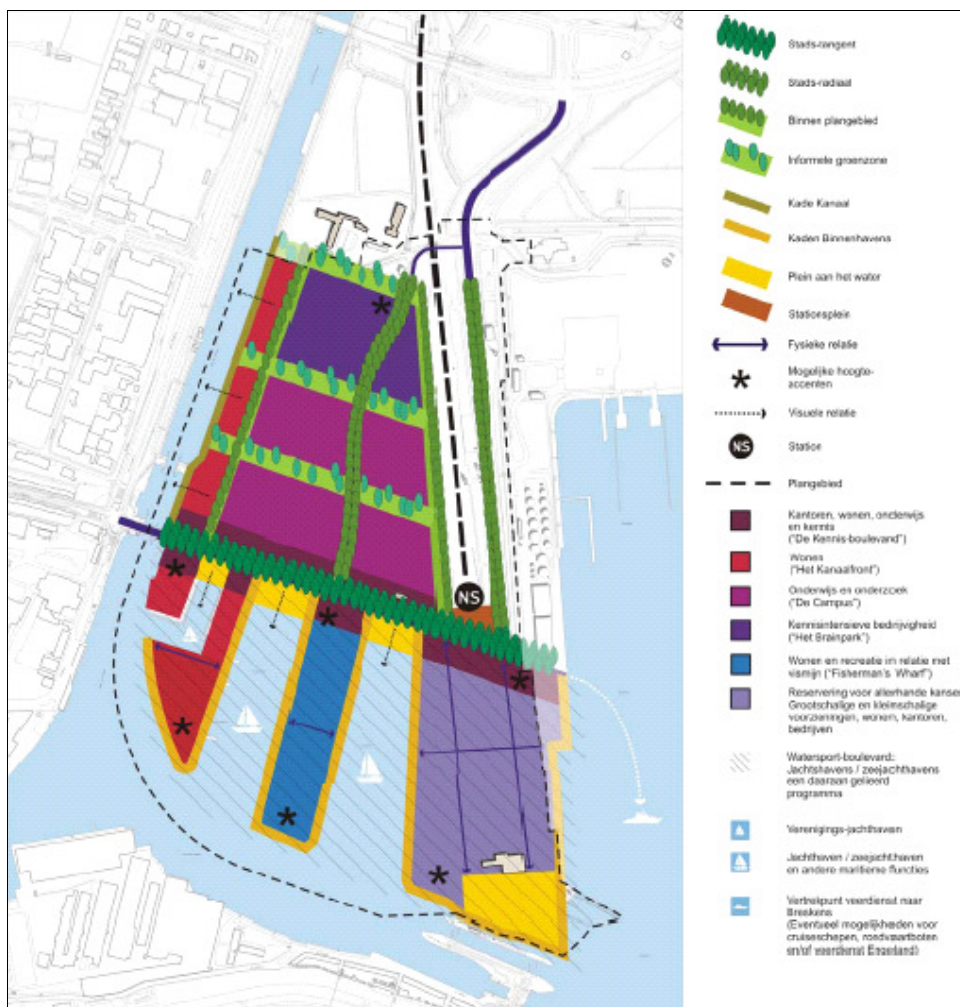
- ca 150 woningen in het middeldure segment
- ca 100 woningen in het dure segment

	Oppervlakte [ha]	Wonen [Aantal woningen]	Overig* [Aantal m ² bvo]
Deelgebied 1	3,3	250	
Deelgebied 2	3,8		84.000
Deelgebied 3	7,5		67.000
Deelgebied 4	3,3		50.000
Deelgebied 5	4,2		18.000
Deelgebied 6	3,4		14.000
Deelgebied 7	10,3		144.000
Gebied A (scholen)	15 a 20		48.000
Totaal		250	425.000

*) werken, detailhandel, scholen, recreatie leisure, cultuur, voorzieningen

Tabel 3. Voorzieningen nieuwe situatie Edisongebied^b

^b Met deze aantallen is gerekend. Bij de uitwerking van de plannen kunnen beperkte afwijkingen optreden.



Figuur 6: Structuurplankaart Edisongebied e.o.

2.3 Aandachtspunten

Bij het ontwerp van de beide locaties geldt als aandachtspunt dat er over het kanaal van Walcheren en de Westerschelde transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. In verband met calamiteiten hiermee wordt er rekening mee gehouden dat de (ondergrondse) parkeergarages tevens een functie toegewezen krijgen als schuilruimte. Dit betekent dat zij volledig afgesloten moeten kunnen worden. Natuurlijke ventilatie van de parkeervoorzieningen is hiermee uitgesloten.

Beide locaties liggen binnen de invloed van een vanwege de Wet geluidhinder gezoneerd bedrijventerrein. Afhankelijk van de geluidsbelasting zal in sommige gevallen extra aandacht aan geluidsisolatie besteed moeten worden. Bij ventilatie en warmte-isolatie dient hiermee rekening gehouden te worden.

Op het bedrijventerrein Buitenhaven zijn twee potentiële warmtevragers gevestigd die bij realisatie van een warmtevoorziening mogelijk opgenomen kunnen worden in de levering. Hiermee kan bijgedragen worden aan vergroting van het draagvlak van warmtelevering. Het betreft het trainingscentrum van de brandweer en de marinekazerne (hotelfunctie). Daarnaast is bij het resterende gedeelte van de scheepswerf KSG op het Eiland veel hoog temperatuur warmtevraag (ca. 70°C).

3 Mogelijkheden CO₂-reductie

De mogelijkheden voor CO₂-reductie op beide locaties zijn bestudeerd aan de hand van de indeling volgens de Trias Energetica. De logische volgorde voor de keuzes richting energiebesparing en CO₂-reductie is:

- reduceer eerst de energievraag (zodat energie niet geproduceerd hoeft te worden)
- pas vervolgens duurzame energie toe, voor zover op dit moment financieel en technisch haalbaar en
- vul de restant energievraag zo efficiënt mogelijk in

Vanuit dit uitgangspunt zijn de kansen voor de locatie beoordeeld. Omdat in deze fase van de planontwikkeling nog keuzes gemaakt kunnen worden liggen er goede mogelijkheden om te komen tot een lagere CO₂-uitstoot. Hoewel de ligging en oriëntatie in de huidige stedenbouwkundige opzet reeds bepaald zijn, kan er bij de uitwerking van de ontwerpen van de woningen en utiliteit rekening gehouden worden met zongericht ontwerpen.

3.1 Energievraagreductie

De reductie van de vraag kan uitsluitend plaatsvinden aan het einde van de keten: het niveau van de woning of het gebouw. Mogelijkheden zijn betere isolatie van de gebouwschil, maatregelen in de wijze waarin voorzien wordt in ventilatie, verwarming en koeling en het gebruik van hulpenergie. De mogelijkheden zullen met de jaren veranderen. De EPC-waarde die wordt geëist via het Bouwbesluit zal de komende 20 jaar wellicht, onder andere op basis van nieuw beschikbare technieken, autonoom dalen. Een voordeel van de vraagreductie is niet alleen de lagere uitstoot van CO₂-uitstoot maar deze leidt ook tot lagere energielasten. Energiezuinig bouwen is daarom ook voor de toekomst van belang vanwege de stijgende energieprijzen.

3.2 Inzet van duurzame bronnen

Energiegebruik op basis van fossiele brandstoffen brengt uitputting (olie/kolen) en vervuiling van de atmosfeer (CO₂, NO_x, SO₂) met zich mee. Opwekking van energie middels oneindige, schone bronnen (zon, wind, water, omgevingswarmte) kent deze bezwaren niet. In de toekomst worden deze bronnen steeds meer ingezet. Een aantal opties voor de toepassing van duurzame energie op de locatie is gebouwgebonden, een aantal is gebiedsgebonden of overstijgt zelfs deze schaal.

Uitgaande van de mogelijke toepassingen is de volgende indeling mogelijk:

Gebouwgebonden	Gebiedsgebonden	Gebiedsoverstijgend
Zonne-energie, passief en actief	Aardwarmte	Waterkracht
Kleinschalige windenergie	Biomassa/Biogas	Grootschalige windenergie
Omgevingswarmte (lucht, bodem, water)	Omgevingswarmte (lucht, bodem, water)	Restwarmte

Tabel 4. Mogelijkheden duurzame energie

3.2.1 Gebouw gebonden duurzame energie

Passieve zonne-energie.

Met het stedenbouwkundig ontwerp wordt vooral aangesloten op de bestaande, te handhaven, infrastructuur van wegen en water (dokken, havens). Hierdoor is toepassing van passieve zonne-energie in het verkavelingsplan beperkt. Voor zover nog in te passen wordt dit geadviseerd. In het te realiseren woningontwerp kan nog wel ruimte gezocht worden voor optimalisatie van benutting van passieve zonne-energie.

Actieve zonne-energie

Op de daken van de woningen, overwegend plat, is toepassing van zonneboilers (thermische zonne-energie voor warmtapwater en ruimteverwarming) mogelijk. Zeeland is de provincie met het hoogste zonaanbod, waardoor gemiddeld een extra hoge opbrengst verkregen kan worden. Ook is het mogelijk zonnepanelen voor de opwekking van elektriciteit (photovoltaïsche zonne-energie) zowel op de daken als aan de gevels van de woningen en gebouwen toe te passen. Deze zijn op dit moment nog erg duur, maar kunnen uiteindelijk later alsnog aangebracht worden.

Windenergie

Windmolens zijn over het algemeen minder geschikt om in of nabij de woonomgeving toe te passen. Dit komt o.a. door geluidhinder, visuele hinder en een verminderd windaanbod. Deze locatie nabij zee is echter zeer gunstig omdat het zich bevindt in een gebied met veel wind. Op de hogere appartementgebouwen, maar ook op de utiliteit, zal de aanstroming van de wind op de molens met slechts beperkte turbulentie plaats kunnen vinden. Op de markt zijn enkele kleine typen windturbines te verkrijgen. Deze produceren per molen elektriciteit voor ca. 2 huishoudens. De investeringen zijn relatief laag. Deze optie is interessant voor het collectieve elektriciteitsgebruik van de woongebouwen en utiliteitsgebouwen. De toepassing van kleine windmolens is beeldbepalend en zal daarom mede beoordeeld moeten worden in het kader van het beeldkwaliteitplan. De combinatie met zonnecellen is handig. Er zijn dan al aansluitingen voor teruglevering van elektriciteit naar de algemene voorzieningen in de gebouwen.

Omgevingswarmte

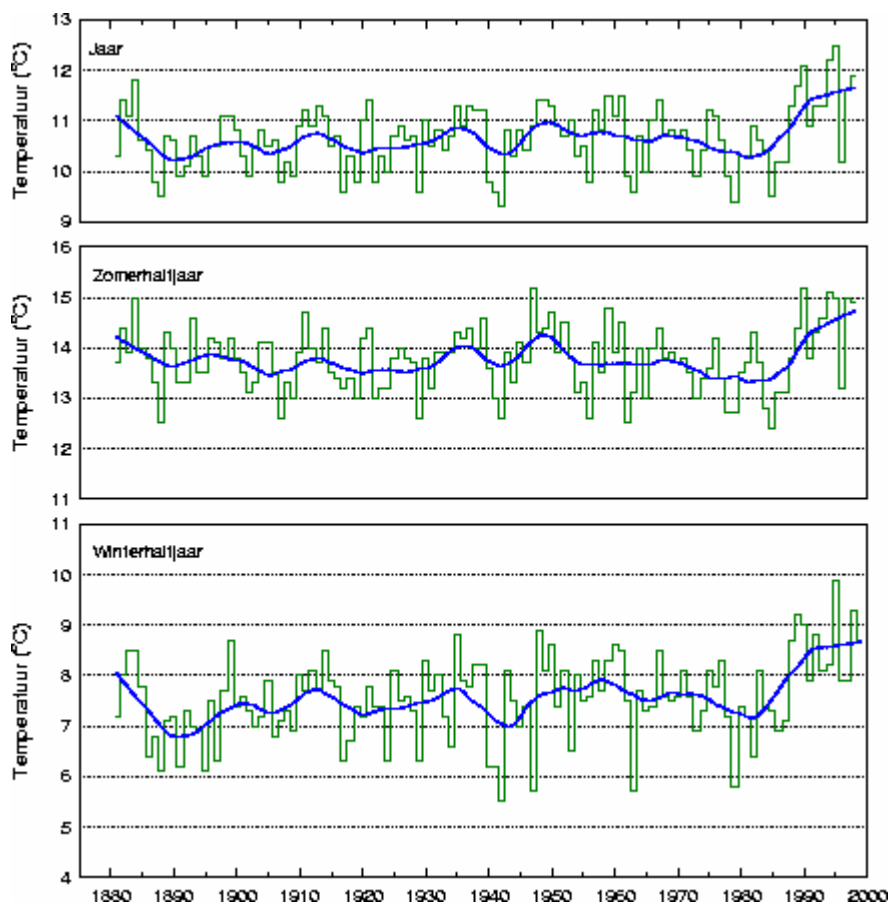
Grondwater, oppervlaktewater, lucht en bodem zijn bronnen van omgevingswarmte die allen potentieel in te zetten zijn als laag temperatuurbron voor een warmtepomp in een warmte-koude opslagsysteem. De opzet en werking van dergelijke systemen is beschreven in bijlage 2.

Er is een onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de bodem in Vlissingen voor het gebruik als bron (grondwater of bodem) voor een systeem met warmtekoudeopslag (bijlage 3). Uit dit onderzoek is gebleken dat de bodem nagenoeg niet geschikt is voor de realisatie van een systeem met een grondwaterbron. Oorzaak hiervan zijn zowel de lage doorlatendheid van de bodem en de beperkte dikte van de potentieel geschikte watervoerende bodemlagen.

De bodem blijkt ook slechts matig geschikt te zijn voor de realisatie van gesloten bodembronnen in verband met de beperkte geleidbaarheid vanwege de aanwezigheid van dikke kleilagen. In verband met de hoge woningdichtheid, en het grote aantal woningen worden gesloten bodembronnen voor de volledige locatie niet aanbevolen. Hiertoe zouden teveel boringen gemaakt moeten worden, waardoor het risico op lekkage, en daarmee ongewenste uitwisseling van water uit verscheidene grondlagen, vergroot wordt. In deelprojecten zijn deze goed toepasbaar.

Het oppervlaktewater van de havens en het kanaal kan gebruikt worden om met warmtepompen warmte uit te onttrekken. Figuur 7 geeft de temperatuur van het oppervlaktewater in de Noordzee. De jaartemperatuur in Vlissingen is hiermee vergelijkbaar. Bij onttrekking van

warmte uit dit oppervlaktewater kan gerekend worden met hetzelfde (hoge) rendement als bij grondwateronttrekking. Ook in de zomer is de temperatuur nog goed geschikt om direct als vrije koeling in te zetten.



Figuur 7 temperatuur oppervlaktewater Noordzee, gemeten bij het Lichteiland Goeree (1881-1998/99) op 22 km ten westen van de Maasvlakte (uit: de toestand van het klimaat, KNMI)

Bijgebruik van oppervlaktewater dient wel rekening gehouden te worden met de kwaliteit van de leidingen en warmtewisselaars vanwege het hoge zoutgehalte.

Laagwaardige restwarmte uit afval water kan ook gebruikt worden als bron. Er is onderzoek gedaan naar de beschikbare restwarmte in het Sloegebied (bijlage 4). Hier blijkt dat er een grote hoeveelheid restwarmte van lage temperatuur beschikbaar is bij de verwerking van het industriële afvalwater van de AWZI. Omdat deze geografisch ver van de locatie ligt is het moeilijk deze hiertoe in te zetten. Omdat het laag temperatuur warmte betreft, waarbij via transport weinig warmte verloren gaat, is onderzoek van nuttige inzet wellicht interessant. Bijvoorbeeld als bron voor warmtepompen of regeneratie van de bodem bij warmte koudeopslag.

Warmtelevering

Bij toepassing van warmtekoude opslag zijn diverse oplossingen mogelijk. Er kan laagtemperatuur water geleverd worden aan de woningen en gebouwen. In de gebouwen wordt hieruit warmte opgewekt met warmtepompen. De kosten op woningniveau zijn dan hoger dan bij toepassing van een gasketel voor warmteopwekking. Ook is het mogelijk de warmte centraal op te wekken en te leveren aan de woningen. Te denken valt dan aan toepassing in woongebouwen of op het niveau van de locatie.

3.2.2 Gebiedsgebonden duurzame energie

Onder gebiedsgebonden duurzame energie wordt in deze studie verstaan die duurzame energiebronnen die op de locatie worden gewonnen, en waar de afzet van de bronnen het gebouwniveau overstijgt. Dat zijn biogas, biomassa en aardwarmte. Al deze vormen van duurzame energie hebben als eigenschap dat zij alleen op grotere schaal toegepast kunnen worden en daarom alleen worden ingezet in collectieve warmteleveringssystemen.

Aardwarmte

Aardwarmte is de warmte uit de diepere waterlagen in de bodem. Winning van aardwarmte is in beginsel aantrekkelijk omdat de temperatuur van de ondergrond met de diepte toeneemt. In Nederland ca. 35°C per km. In optimale omstandigheden is het mogelijk deze aardwarmte op te pompen en toe te passen voor bv. ruimteverwarming en tapwater. Vanwege de hoge kosten vereist het economisch draagvlak op dit moment minimaal zo'n 3.000 tot 5.000 woningen. In Den Haag vindt op dit moment onderzoek plaats naar de mogelijke toepassing van aardwarmte voor ruimteverwarming. In Nederland is deze warmte in potentie beschikbaar in het noordelijk deel van het land, waar zich een geschikt aquifer bevindt (het gebied van het Noordzeebekken, dit sterkt zich ook uit over het noorden van Duitsland). In de Zeeuwse ondergrond bevindt zich geen geschikt aquifer..

Bio-energie

Bio-energie is energie vrijgemaakt uit biomassa. Biomassa is het geheel van organisch materiaal met oorsprong in planten en dieren. Het is het afbreekbare deel van producten en afvalstoffen van landbouw, bosbouw industrie en huishoudens. Uit deze biomassa kan energie gehaald worden. Zij kan direct worden omgezet in elektriciteit en warmte of indirect, via omzetting in gasvormige of vloeibare brandstoffen. De meest voorkomende technieken zijn vergisting en verbranding. Momenteel wordt 10% van de wereldenergiebehoefte ingevuld door biomassa, deze kan (zonder nadelige gevolgen) verhoogd worden tot ca.25%. De verbranding van biomassa voor warmtelevering kan worden beschouwd als een vorm van duurzame energie. Onder invloed van zonlicht wordt bij de groei van planten en bomen continu CO₂ uit de atmosfeer vastgelegd in het plantaardige materiaal (fotosynthese). Het plantaardig materiaal kan daarna als energiebron dienen, bijvoorbeeld door het te verbranden voor warmtelevering. Omdat hierbij weer dezelfde hoeveelheid CO₂ vrijkomt als bij de fotosynthese is opgenomen, wordt er netto dus geen CO₂ geproduceerd. Ook blijft er bij normaal bosbeheer ook voor toekomstige generaties hout beschikbaar als brandstof, terwijl de gasvoorraden langzaam worden uitgeput. Aandachtspunt bij het gebruik van biomassa is ook de mate van duurzaamheid met betrekking tot de aanvoerlijnen, de herkomst en ook in sociaal oogpunt (onttrekking van gronden voor voedselproductie). Internationaal is een code voor duurzame biomassa in de maak.

Naast locaties waar biomassa vrijkomt zijn er ook locaties waar een grote energievraag is. Deze vraag kan worden ingevuld door biomassa in te zetten. Bio-olie kan op elke locatie worden toegepast (dus onafhankelijk van de productielocatie). Bio-olie kan ook worden toegepast in een zg. dual fuel ketel. Deze kan met verschillende brandstoffen gevoed worden (bv. gas en bio-olie)

Biogas is niet beschikbaar in beide locaties, wel in de nabijheid bij de RWIZ Walcheren. Het biogas wordt gewonnen bij de zuivering van het rioolwater, na vergisting van het slib. Het biogas wordt hier ingezet in een WKK installatie.

Biomassa is in beperkte mate beschikbaar uit openbaar groen. Bovendien kan het worden aangevoerd uit de regio in de vorm van pellets. Pellets zijn gestandaardiseerde cilindervormige brandstofdeeltjes van droog houtpoeder en spaanders, zonder toevoeging van lijmstoffen. Idealiter is het gemaakt van schoon afvalhout of speciaal voor de brandstof geteeld hout (witte pellets).

Biomassa kan worden verwerkt in collectieve installaties. Naast toepassing in kleinere installaties, houtkachels, wordt zij ook toegepast in grote, collectieve installaties. In een biomassa warmtekrachtcentrale (bio-WKK) wordt zowel elektriciteit als warmte opgewekt.

Het draagvlak voor een dergelijke oplossing is minimaal 500-1.000 woningen (of equivalente voorzieningen). De locaties Dokkershaven en Edison gebied zijn hiervoor voldoende groot waarbij de hoge woningdichtheid gunstig is voor het realiseren van een warmtenet. Bij een afstand van de centrale naar de afnemers moet gerekend worden op ca 800-1000 woningen voor 1 km transportleiding.

Er is op dit moment geen locatie aangewezen voor deze doeleinden. Oostelijk van het Edisongebied is het wel mogelijk een biomassa centrale te realiseren op het bedrijventerrein. Er zijn plannen voor een kleine biocentrale (Bioshape) van 9,5 MW aan de Poortersweg (bedrijventerrein aan oostzijde van Buitenhaven). Ook kan in samenwerking met de Hogeschool nader onderzocht worden of de daar aanwezige WKK inrichting op termijn geschikt gemaakt kan worden als biomassacentrale.

Omgevingswarmte

Op diverse wijze kan laagtemperatuur warmte uit de bodem, of uit aquifers met behulp van warmtepompen opgewaardeerd worden tot een bruikbaar temperatuurniveau. Deze laag temperatuur warmte kan ook betrokken worden bv uit het oppervlakte water van de haven. Extra aandachtspunt hierbij is het materiaalgebruik van de warmtewisselaars in verband met het chloride gehalte van het water. Dit concept is toegepast bij een project in de wijk Duindorp in Scheveningen waarbij 750 woningen zijn aangesloten op een zeewatercentrale (bijlage 6). Bij de waterzuivering van het industriewater AWZI (Evides) komen grote hoeveelheden warmte van laag temperatuur (25°) vrij. Onderzocht kan worden hoe deze naar de locatie gebracht kunnen worden en hier ingezet worden als bron voor een warmtepompsysteem. De energie wordt dan via een warmtenet aan de woningen en utiliteit geleverd. Naast warmte is dan ook koude te leveren. Deze optie wordt nader uitgewerkt.

3.2.3 Gebiedsoverstijgende duurzame energie

Gebiedsoverstijgende duurzame bronnen zijn in deze studie alle bronnen waarvan de afzet op de locatie door middel van een aandeel duurzame energie in de energievoorziening kan worden opgenomen.

Windenergie

Grootschalige windenergie is niet mogelijk op de locatie. Het omgevingsplan staat geen grootschalige windturbines toe en ook in het buitengebied worden deze niet toegestaan. De provincie richt zich bij windenergie op opstelling van grotere vermogens en wordt solitaire opstelling afgewezen. Windenergie is voorzien voor het Sloegebied.

Waterkracht

Vlissingen is aan het water gelegen met aanwezigheid van getijdenverschillen in het zeewater. Deze eb- en vloed verschillen vertalen zich niet in grote hoogteverschillen met een hoge potentie voor energieopwekking. Hoewel de Westerschelde flink stroomt, is het bruikbare potentieel vooral aanwezig in de vaargeul, welke daarvoor niet gebruikt mag worden. Er rest echter een aanzienlijk potentieel dat als duurzame energie gewonnen kan worden. Economisch is dit nog niet rendabel. Technologie om golf energie in elektriciteit om te zetten is nog geen gangbare optie.

3.3 Efficiënte invulling van de restvraag.

Na beperking van de energievraag en toepassing van duurzame energie (binnen gegeven kaders van toepasbaarheid, beschikbaarheid en economie) kan de restvraag verder ingevuld worden met efficiënte technieken gebaseerd op fossiele energiedragers.

Energiedragers

De energiebehoefte in woningen en voorzieningen bestaat uit warmte voor verwarming en warm tapwater, elektriciteit en koude. De omzetting naar die energievormen kan op verschillende plaatsen. Warmteopwekking vindt bij voorkeur plaats dicht bij de plaats van de energiebehoefte zelf (in woningen of gebouwen) vanwege de hoge verliezen in de leidingen bij opwekking op grotere afstand. Elektriciteitsopwekking kan gemakkelijker op grotere afstand plaatsvinden (in elektriciteitscentrales) omdat het verlies in de leidingen beperkt is. Voor transport van energie zijn in eerste instantie energiedragers nodig. Op de locatie kunnen de volgende energiedragers geleverd worden:

- aardgas
- elektriciteit
- warmte
- koude

Elektriciteit en warmte kunnen in meer of mindere mate duurzaam worden opgewekt. De inkoop van groene stroom is al mogelijk. In feite koop je dan energie opgewekt uit duurzame bronnen. Op termijn zal mogelijk ook klimaatneutrale elektriciteit worden geproduceerd uit fossiele brandstoffen waarbij de CO₂ emissie wordt afgevangen en in de bodem wordt opgeslagen. Elektriciteit is dan ook een goede en flexibele vorm van energielevering die mogelijkheden voor verdergaande CO₂ reductie op termijn open laat.

Ook bij de opwekking van warmte kan duurzame energie een rol spelen. In een warmteproductie eenheid kan thermische zonne-energie, bodemwarmte, biomassa of -gas of andere duurzame energie worden geïntegreerd. Kleinschalige warmteprojecten met duurzame energie zijn realistisch. Op de schaal van de locatie zijn er zeker mogelijkheden. In de toekomst kunnen als energiedragers toegevoegd worden:

- waterstofgas
- synthetisch aardgas
- synthesesgas

De transitie naar een waterstof energievoorziening zal niet individueel per locatie kunnen. De huidige infrastructuur voor transport van gas naar de locatie is niet geschikt voor waterstof. Ook de omzettingstechnieken zijn niet geschikt. Dit vergt dus een grootschalige overschakeling die het niveau van de locatie te boven gaat. Het is nog onbekend in hoeverre waterstof een belangrijke rol zal gaan spelen in de energievoorziening in de gebouwde omgeving.

Synthetisch aardgas is eenvoudig in te zetten. Hoewel het in principe via het aardgasnet kan worden getransporteerd mag het niet met aardgas worden gemengd. Het is dus niet toepasbaar vanwege de aanvoerproblematiek. Daarom speelt het nu geen rol als totale vervanger van aardgas.

De toepassing van synthesesgas ligt wat verder weg. De techniek is voorlopig niet marktrijp. Het gas kan ook over het aardgasnet worden getransporteerd. Aanpassingen aan de opwekkingstoestellen zijn nodig vanwege de lagere energie-inhoud van het gas. Dit kan worden voorkomen door het gas in te zetten bij centrale warmteproductie op wijk of buurniveau.

Kijkend naar de toekomst zijn er mogelijkheden voor de inzet van klimaatneutrale energiedragers. De inzet van klimaatneutrale elektriciteit en warmte en de inzet van synthetisch aardgas op termijn als vervanger van aardgas zijn de belangrijkste.

Restwarmte

In 2005 is een onderzoek uitgevoerd (Haalbaarheid Transport warmte per schip, maart 2005-vertrouwelijk) naar de aanwezigheid en beschikbaarheid van restwarmte op het in de nabijheid gelegen bedrijventerrein het Sloegebied. Daar veel restwarmte moeilijk uit de processen is te onttrekken of niet matchen met de temperaturen of tijdstippen waarop zij zich voordoen, is in genoemde rapportage vooral gekeken naar de restwarmte van de elektriciteitscentrale van EPZ en Biox. De conclusie hieruit is dat er potentieel ruim 200 MW beschikbaar is uit de bedrijfsprocessen. Hiermee is voldoende capaciteit en vermogen beschikbaar om zowel de woningen als ook de andere gebouwen aan te sluiten. Met aftrek van de energie die nodig is om de energie uit de processen te betrekken, en deze naar de gebruikers te brengen, levert deze restwarmte in potentie een aanzienlijke CO₂-reductie voor de locatie.

Het grote probleem van nuttige inzet van deze warmte wordt gevormd door de wijze waarop deze bij de warmtevragers aangeleverd kan worden. Geconcludeerd is dat de aanleg van een transportleiding naar de Dokkershaven (in de studie nog Spieghelkwartier geheten) te kostbaar is. Als oplossing is voorgesteld de warmte met een schip van de opwekkers naar de warmtevragers te brengen. Er zijn verschillende varianten voorgesteld met betrekking tot de grootte en de frequentie van de leveringen, alsmede de wijze waarop opslag plaats kan vinden.

Parallel aan de uitvoering van deze energievisiestudie is de beschikbaarheid van restwarmte geactualiseerd en is ook bij andere bedrijven aard en de beschikbaarheid van de restwarmte onderzocht. Er blijkt een zeer grote hoeveelheid restwarmte beschikbaar te zijn. De mogelijkheden en (potentiële) beschikbaarheid zijn opgenomen in bijlage 4. Er zijn grote warmtestromen van verschillende herkomst en temperaturniveau beschikbaar. Naast laagtemperatuur warmte (25°C) bij de AWZI is hoog temperatuur warmte van 60°C en hoger beschikbaar bij Total en de verschillende energieopwekkinginstallaties van EPZ, Biox en de Sloecentrale (de laatste twee nog in aanbouw). Daadwerkelijke beschikbaarheid zal onderzocht moeten worden in een haalbaarheidstudie, waarbij ook de verschillende potentiële afzetgebieden bepaald kunnen worden. Oriënterend kan er van uitgegaan worden dat de kosten om de warmte met een transportleiding naar Vlissingen te brengen ca € 1000 per meter transportleiding zijn. omdat deze leiding niet rechtevrees gelegd kan worden, zal een moeilijk leidingstracé vereist zijn. Totale kosten lopen dan al snel in de richting van de € 10.000.000. Hiernaast zullen kosten voor de uitkoppeling en distributie gemaakt moeten worden. In deze studie is rekening gehouden met restwarmtelevering, waarbij voor het kostenkader rekening is gehouden met een zgn. Niet meer dan anders prijs

Bij het onderzoek is door de bedrijven EPZ en Biox aangegeven zeer geïnteresseerd te zijn in de mogelijkheden de restwarmte op enigerlei wijze nuttig in te zetten. Ook vanuit de Sloecentrale is bereidheid hierin mee te denken. Alle partijen verwachten dat de kosten voor aanleg van de transportleiding en uitkoppeling uit de processen te hoog zullen zijn om een rendabele exploitatie ten behoeve van warmtelevering te realiseren. In een aparte, separaat, uit te voeren studie willen partijen graag meedenken aan uitwerking van alternatieven waarbij meer gematcht wordt met warmtevragende processen.

Naast warmtelevering vanuit het Sloegebied zijn ook de mogelijkheden van de ten oosten van Vlissingen, naast de Spuikom, gelegen installatie voor rioolwaterzuivering van het Waterschap, de RWZI, onderzocht. Omdat deze veel dichterbij gelegen is zou deze eerder in aanmerking komen. Na onderzoek bleek hier echter geen restwarmte beschikbaar.

Warmtekracht.

Warmtekracht (WKK) is de combinatie van opwekking van warmte en elektriciteit. Toepassing van warmtekracht in kleinere installaties in de gebouwde omgeving is mogelijk, maar door een lage terugleververgoeding minder rendabel. De installatie moet gestuurd worden op de warmtevraag. In perioden met lage warmtevraag zal, bij sturing op elektriciteitsproductie, een warmteoverschot ontstaan waardoor het rendement van de centrale daalt. Toepassing van micro WKK in installaties op woningniveau is nog geen uitontwikkelde optie. Deze zal op de zichttermijn van fase 2 en 3 van Dokkershaven wel in beeld komen. Voorlopig zijn het nog aardgasgedreven installaties.

Lagetemperatuurverwarming

Toepassing van lagetemperatuurverwarming in de nieuwbouw is direct mogelijk. Temperaturen van 55°C of lager zijn uitermate geschikt voor de integratie van warmte uit duurzame of efficiënte bronnen. Naast een efficiënte levering is ook verbetering van het comfort in de woningen een toegevoegde waarde. Bij voorkeur wordt vloerverwarming toegepast. Naast extra voordelen als (meer) comfort, esthetiek etc kan deze ook gebruikt worden om de ruimte te koelen door er koud water door te laten stromen. Via stralingspanelen, inductie-units en betonkernactivering (leidingen in de betonnen draagconstructie), afgiftesystemen die meer in de utiliteit gebruikt worden, kan ook een laag temperatuur afgiftesysteem gerealiseerd worden.

Samenvatting kansen voor duurzame energietechnieken Dokkershaven en Edisongebied		
Zonne-energie	Geschikt	Passieve zonne-energie meenemen in ontwerp (verkaveling nagenoeg gereed). Thermische zonne-energie op platte daken goede optie. Photovoltaïsche energie (zonnestroom) in principe altijd mogelijk, ook als kopersoptie. Nog erg duur.
Windenergie	Niet gewenst	Grootschalig niet gepast in locatie. Kleinschalig nog niet echt uitontwikkeld. Past niet in beeldkwaliteitsplan. Windaanbod in de regio is wel groot.
Omgevingswarmte: Warmte koude opslag met warmtepompen	In potentie geschikt.	Op deze schaal (1772 en 300 woningen) voorkeur voor collectieve (grondwater)bron ipv gesloten collectoren in verband met kosten en rendement. Ook is de instandhouding beter te professionaliseren. Bodemonderzoek wijst uit dat de bodem niet geschikt is voor het realiseren van grote grondwaterbronnen (notitie bodemgeschiktheid). Wel biedt het oppervlaktewater en de afvalwaterstroom van de AWZI perspectieven.
Biomassa/biogas	Geschikt	Voor economisch draagvlak is een minimum aantal aan te sluiten woningen van ca 500 nodig. Voor opstelling is milieucategorie 3 van toepassing, mogelijk ten oosten van

		Edisongebied (woningen en utiliteit) Eventueel bij de collectieve warmtepompoptie met HR ketel voor de pieklast een dual fuel ketel aanschaffen (brandt op bio olie, bij uitwerking nader onderzoeken). Aanvoer van biomassa zeer goed te realiseren per schip.
Restwarmte	Geschikt	Aanwezigheid van bronnen van restwarmte in Sloegebied. Nader onderzoek vereist
Aardwarmte		Er is geen aardwarmte beschikbaar.
WKK	Minder geschikt	Lage terugleververgoeding, daarom zal deze warmtegedreven moeten zijn. Micro WKK nog niet uitontwikkeld
Waterkracht, getijdenenergie	Niet beschikbaar of (nog) niet rendabel	Waterkracht door verval is niet beschikbaar, in potentie wel door stroming in de Westerschelde, maar de doorvaart mag niet beïnvloed worden

Tabel 5 Samenvatting mogelijkheden duurzame energie

4 Opties energievoorziening

4.1 Infrastructuur

De belangrijkste keuze die allereerst moet worden gemaakt is de keuze van de infrastructuur. Op welk energievoorzieningsstelsel worden de woningen aangesloten: gas, elektriciteit of warmte? De traditionele infrastructuur met gas en elektriciteit is op de gehele locatie mogelijk. Warmtelevering en elektriciteit zijn eveneens een optie in de dichtbebouwde delen van de locatie, omdat de warmteverliezen relatief beperkt zijn. Een all-electric energievoorziening, waarbij de woningen niet aangesloten zijn op het gasnet, is ook mogelijk (bijvoorbeeld met warmtepompen).

Onderstaand worden de mogelijkheden nader uitgewerkt. Algemeen is te stellen dat bij de energievoorziening met gas en elektriciteit de mogelijkheden in de woning moeten worden gezocht. Bij een energievoorziening met warmte en elektriciteit kan ook in de infrastructuur een belangrijke slag worden geslagen door restwarmtelevering of duurzame energietoepassingen.

4.2 Basismaatregelen: duurzaam casco

De woningen worden gebouwd voor 50 tot 100 jaar, of langer. Belangrijke onderdelen uit het casco worden in die tijd niet meer verbeterd. De eerste stap op de weg naar een verlaging van het energiegebruik is dan ook een duurzaam casco van de woningen. Een duurzaam casco is uitgangspunt met:

- goede isolatiewaarde, waardoor de warmtebehoefte van de woning wordt beperkt
- vergaande aandacht voor detaillering (beperking transmissie- en infiltratieverliezen en koudebruggen)
- toepassing van passieve zonne-energie, zowel in verkaveling als in woningontwerp
- beperken oververhitting (vermijden koeling)
- bevorderen goede daglichttoetreding
- toepassen lage temperatuurverwarming, bij voorkeur vloerverwarming

Voor de utilitaire voorzieningen gelden dezelfde uitgangspunten. Naarmate de gebouwschil beter is zal de te verwachten energievraag, naast verwarming is koeling hierbij een nog belangrijker aspect, lager zijn. Hierdoor wordt de waarde van het vastgoed positief beïnvloed.

4.3 Uitwerking varianten

Bij de verdere uitwerking van het energetisch concept is aandacht nodig voor de (nog benodigde) installaties voor verwarming en ventilatie. Naast energetische aspecten zijn hier beoordelingsaspecten met betrekking tot het comfort en de kwaliteit van het binnenmilieu aan gekoppeld. Voor de ventilatie staan als meest gebruikelijke manieren open:

- natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer (stelsel C), verbeterd door toevoeging van drukgeregelde roosters of vraaggestuurde ventilatie (elektronische sturing op aanwezigheid van aantal personen of (nieuw) door meting van CO₂ gehalte in het binnenmilieu)
- mechanische luchttoevoer en - afvoer (stelsel D: gebalanceerde ventilatie), verbeterd door toevoeging van warmteterugwinning (met hoog rendement)

Een recent steeds vaker toegepaste maatregel is warmteterugwinning op het douchewater. Hiermee wordt ca. 40% van de warmte uit het doucheafvoerwater teruggewonnen. Dit is een eenvoudige maatregel die tegen geringe meerkosten is uit te voeren bij woningen. Integreer

eenvoudige maatregelen zo mogelijk in een vroeg stadium: een eenvoudige loze leiding van de meterkast naar het dak of een mantelbuis van de CV-ketel naar het dak maakt toekomstige integratie van respectievelijk PV-panelen of thermische zonnecollectoren eenvoudiger mogelijk

Referentie: gas- en elektriciteitslevering

De woningen worden uitgevoerd met traditionele gas- en elektriciteitslevering en er zijn standaard maatregelen genomen waardoor de wettelijk vereiste energieprestatie op het niveau van Bouwbesluit 2006, EPC = 0,8, gerealiseerd wordt. Deze referentie is in principe overal op de deellocaties toepasbaar, en dient als referentie waar de overige varianten aan gerelateerd worden.

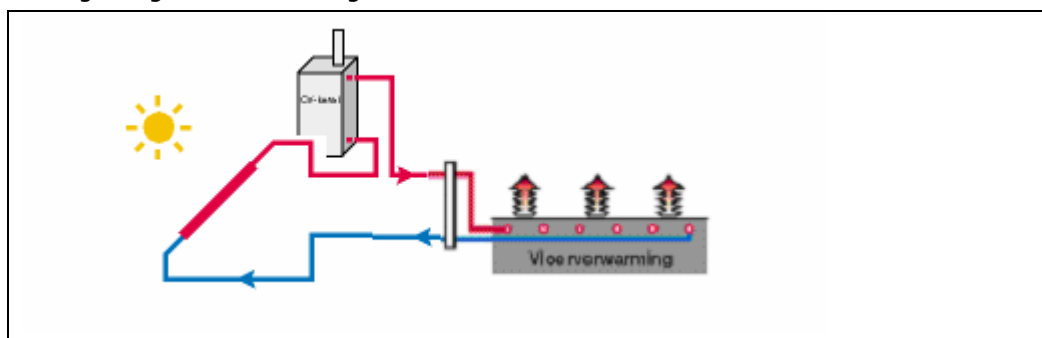
De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door een individuele HR 107 ketel met kwaliteitsverklaring (HR) voor tapwater opwekking. De ventilatie wordt gerealiseerd door drukgeregelde natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer met energiezuinige gelijkstroomventilatoren. Bij de appartementen wordt dit systeem voorzien van een energiezuinige ventilator, met extra zuinige luchtafvoer voorzien van een gelijkwaardigheidsverklaring (ViTal Air systeem). Uitgangspunt hierbij is een verhoogde kierdichting. De isolatie van de woningen is naar huidige maatstaven goed (R_c vloer en dak = $4 \text{ m}^2\text{K/W}$ en R_c gevel = $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$, U-raam = $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, U-deur $2 \text{ W/m}^2\text{K}$). Er wordt vloerverwarming toegepast. Er wordt rekening gehouden met een zongericht ontwerp en aandacht voor beperking van koudebruggen.

De utiliteit wordt eveneens voorzien van dezelfde gebouwschil en verwarmingsinstallatie. Hier wordt geen rekening gehouden met tapwateropwekking. Afgifte van warmte en koude kan plaatsvinden door vloerverwarming, betonkernactivering maar ook via luchtverwarming- en koeling systemen als stralingsplafonds, inductieunits etc.

Variant 1: Energiezuinige gas- en elektriciteitslevering

De woning wordt uitgevoerd met traditionele gas- en elektriciteitslevering. Uitgaande van de referentiewoning worden een aantal maatregelen genomen waardoor de gemiddelde EPC verder verbeterd naar een EPC = 0,65 door:

- er worden CO₂-gestuurde roosters voor de ventilatieluchttoevoer toegepast.
- toepassing van een zonneboiler voor warmtapwater, zowel in de appartementen als in de grondgebonden woningen.

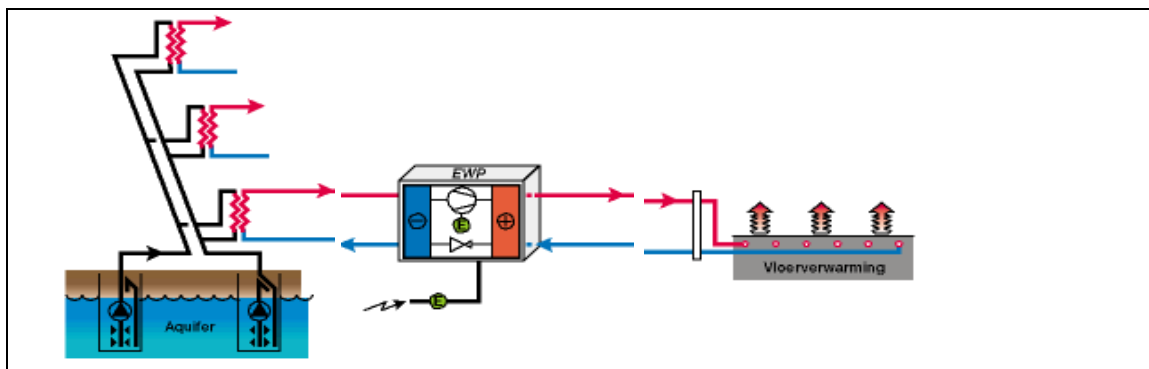


Figuur 8. Variant 1. CV ketel + zonne-energie

Variant 2: Individuele warmtepomp

De woningen en utiliteit worden alleen op het elektriciteitsnet aangesloten. Een individuele warmtepomp zorgt voor de warmteopwekking voor ruimteverwarming en tapwater. De warmtepomp wordt aangesloten op een collectieve (grondwater)bron.

Er is geen gaslevering aan de woning. Bij deze variant zijn de overige maatregelen die in de referentiewoning worden toegepast het uitgangspunt. Het vloerverwarmingssysteem wordt gebruikt voor ruimtekoeling door vrije koeling uit de bodem.

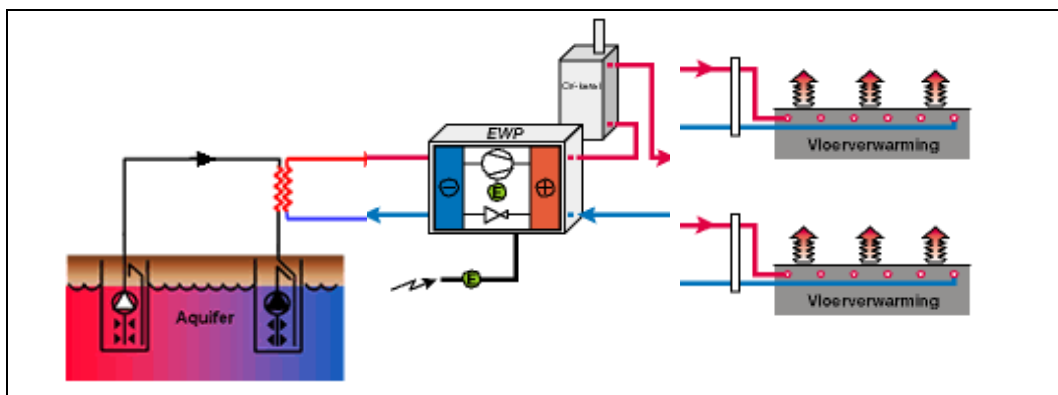


Figuur 9. Variant 2. Bron: grondwater collectief. Opwekking: individuele combi WP

Variant 3. Collectieve warmtepomp

De woningen en utiliteit worden aangesloten op het elektriciteitsnet en op een collectief net voor warmtelevering. Eventueel kan ook een koudenet gerealiseerd worden. De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door een collectieve warmtepomp. Ten behoeve van de piekvraag wordt een met CV-ketel toegevoegd. Er is geen gaslevering aan de woningen en utiliteit. Voorts zijn de maatregelen gelijk aan de woning uit de referentie.

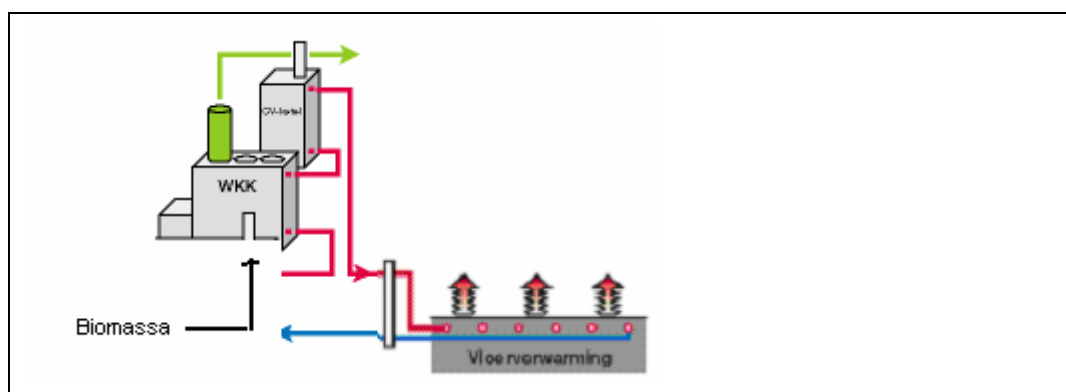
Bij de uitwerking kan de schaal van het collectief net aangepast worden aan de bouwopgave: zowel een kleinschalig collectief net als een grootschalig collectief net zijn uitwerkingen. De CV ketel kan eveneens vervangen worden door andere efficiënte opwekkingsinstallaties. Zie figuur 10.



Figuur 10. Variant 3. Bron: grondwater. Opwekking: collectieve WP met bijstook.

Variant 4. Biomassa

De woningen en utiliteit worden aangesloten op het elektriciteitsnet en op een collectief net voor warmtelevering. De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door warmte opgewekt in een biomassacentrale. Er is geen gaslevering aan de woningen en utiliteit. Voorts zijn de maatregelen gelijk aan de woning uit de referentie.

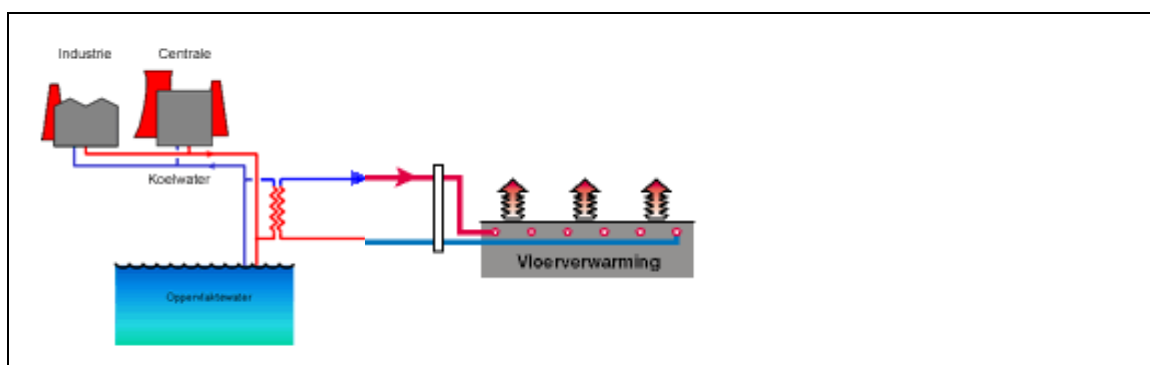


Figuur 11. Variant 4. Biomassa.

Variant 5. Warmteschip

De woningen en utiliteit worden aangesloten op het elektriciteitsnet en op een collectief net voor warmtelevering. De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door restwarmte welke per boot uit het Sloegebied wordt gehaald. Er is geen gaslevering aan de woningen en utiliteit. Voorts zijn de maatregelen gelijk aan de woning uit de referentie.

Deze variant is uitgewerkt in de rapportage 'haalbaarheid warmtelevering per schip' (Ecofys, 2005). Er is geen gaslevering aan de woning en utiliteit. Voorts zijn de maatregelen gelijk aan de woning uit de referentie.



Figuur 12. Variant 4. Bron: restwarmte Sloegebied.

4.4 Duurzaam opgewekte elektriciteit

Voor het verder verhogen van de EPL moet de in de locatie benodigde elektriciteit duurzaam worden opgewekt. Dit kan bv. door zonnestroom (PV-cellen) en windenergie.

- Zonnestroom (PV panelen) op de woningen zorgen voor een verlaging van de EPC. Deze maatregel staat los van het klimaatsysteem en kan altijd, woninggebonden of projectmatig, aanvullend opgenomen worden. Naast opwekking van elektriciteit kunnen zij een functie hebben in het 'zichtbaar maken' van de toepassing van duurzame energie. Deze eigenschap kan gebruikt worden ter ondersteuning van een gewenst imago of vanuit educatieve doeleinden (passend in het technisch onderwijs van HBO en ROC)
- Windenergie is mogelijk op gebouwniveau en op het niveau van de locatie. Eén of meer kleine windmolens in de wijk zijn mogelijk technische en financieel haalbaar, maar worden vooralsnog in relatie met de beeldkwaliteit afgewezen. Plaatsing van grote windmolens in de woonwijk is niet gewenst.

5 Consequenties energievoorziening

In dit hoofdstuk worden de consequenties van de gekozen energievoorziening nader uitgewerkt op de onderdelen:

1. EPC en energiegebruik
2. CO₂-reductie en EPL
3. Investerings
4. Woonlasten
5. Toekomstgerichtheid
6. Bouwkundige consequenties
7. Stedenbouwkundige consequenties

De EPC, energiegebruiken, CO₂ en EPL zijn hierbij bepaald met behulp van het rekenmodel OEI 2.1.^c. Hierbij is de bouwopgave geschematiseerd door de volgende SenterNovem referentie woningtypes: de appartementen door portiekwoningen en de grondgebonden woningen door rijtussenwoningen. De investeringen zijn bepaald op basis van het model EPVar 1.0^d. Deze zijn aangevuld met informatie uit recentelijk ontvangen aanbiedingen voor gelijksoortige energiesystemen. Omdat de gebouwschil gelijk is gehouden, en bij alle varianten vloerverwarming wordt toegepast zijn hiervoor geen kosten opgenomen.

5.1 EPC en energiegebruik van de woning

De berekende EPC-waarde is gegeven in tabel 6.

EPC	Referentie	Energiezuinig	WP indiv.	WP coll.	Biomassa	Warmteschip
appartement	0,80	0,62	0,55	0,65	0,70	0,70
rijwoning	0,80	0,60	0,56	0,66	0,69	0,69

Tabel 6. Berekende EPC-waarde bij verschillende varianten.

Met het referentiepakket kan een EPC-waarde van 0,8 gerealiseerd worden. Voor de appartementen moeten hiertoe iets meer maatregelen getroffen worden dan voor de rijwoningen. Gekozen is voor het extra zuinig uitvoeren van het ventilatiesysteem. Bij de uiteindelijke uitwerking kunnen er variaties in de EPC voorkomen: de grotere grondgebonden woningen zullen iets gunstiger uitkomen, de kleinere appartementen iets ongunstiger. Vooral bij de kleinere appartementen zullen dan aanvullende maatregelen getroffen moeten worden. NB in alle varianten is reeds vloerverwarming toegepast, leidend tot een daling van ca 3% van de EPC ten opzichte van hoge temperatuur verwarming met radiatoren.

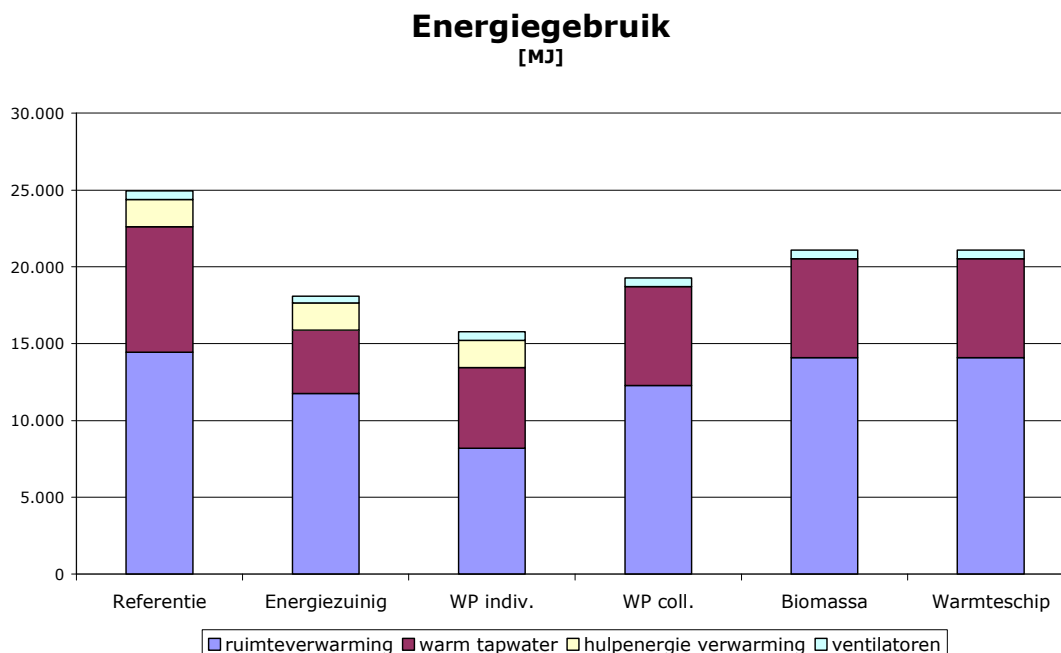
Opname van een maatregel als douchewater warmteterugwinning (wtw) kan als eenvoudige maatregel leiden tot een verdere verlaging van ca. 4-6% van de EPC. Deze is nu niet opgenomen. Toepassing van een zonneboiler met CO₂ gestuurde ventilatie bij de energiezuinige variant blijkt een effectieve combinatie van maatregelen om de beoogde EPC te realiseren. Toepassing van een individuele warmtepomp scoort het beste met een gemiddelde EPC van ca 0,55. De

^c Optimale energie infrastructuur. Dit rekenmodel is ontwikkeld in opdracht van SenterNovem met het doel de meest optimale infrastructuur te kunnen bepalen.

^d Rekenprogramma EPC en kosten. Dit rekenmodel is ontwikkeld in opdracht van SenterNovem samen met Stichting NEN.

warmteleveringsvarianten biomassa en warmteschip scoren 0,7; in de EPC wordt uitgegaan van een standaard rendement. De winst van het energiesysteem zit vooral buiten de woning.

In figuur 13 is het primaire gebouwgebonden energiegebruik van de woning volgens EPN berekening voor de verschillende varianten opgenomen.



Figuur 13. Energiegebruik voor het appartement bij verschillende varianten.

Het verbruik van de energiezuinige variant met efficient ventilatiesysteem en die met warmtepomp is het laagst. Bij de individuele en de collectieve warmtepomp wordt de warmtevraag door het verwarmingssysteem efficiënter ingevuld door de toepassing van duurzame energie.

Bij de varianten met collectieve warmtelevering is de woning nagenoeg gelijk aan die in de referentie. De EPC waarde is dus nauwelijks afwijkend. Groote winst wordt behaald door efficiënte opwekking buiten de woning of de locatie. Die wordt beloond in de EPC.

Per woningtype kan gekeken worden welke maatregelen toegepast kunnen worden. Bij de uiteindelijke planuitwerking wordt daarom geadviseerd de maatregelen per woningtype en, zo mogelijk, per bouwphase te differentiëren.

5.2 CO₂-emissie en EPL

De CO₂-uitstoot als gevolg van het energiegebruik in de wijken is berekend aan de hand van de *totale* energiegebruiken op de locatie. Deze verbruiken zijn opgenomen in tabel 7.

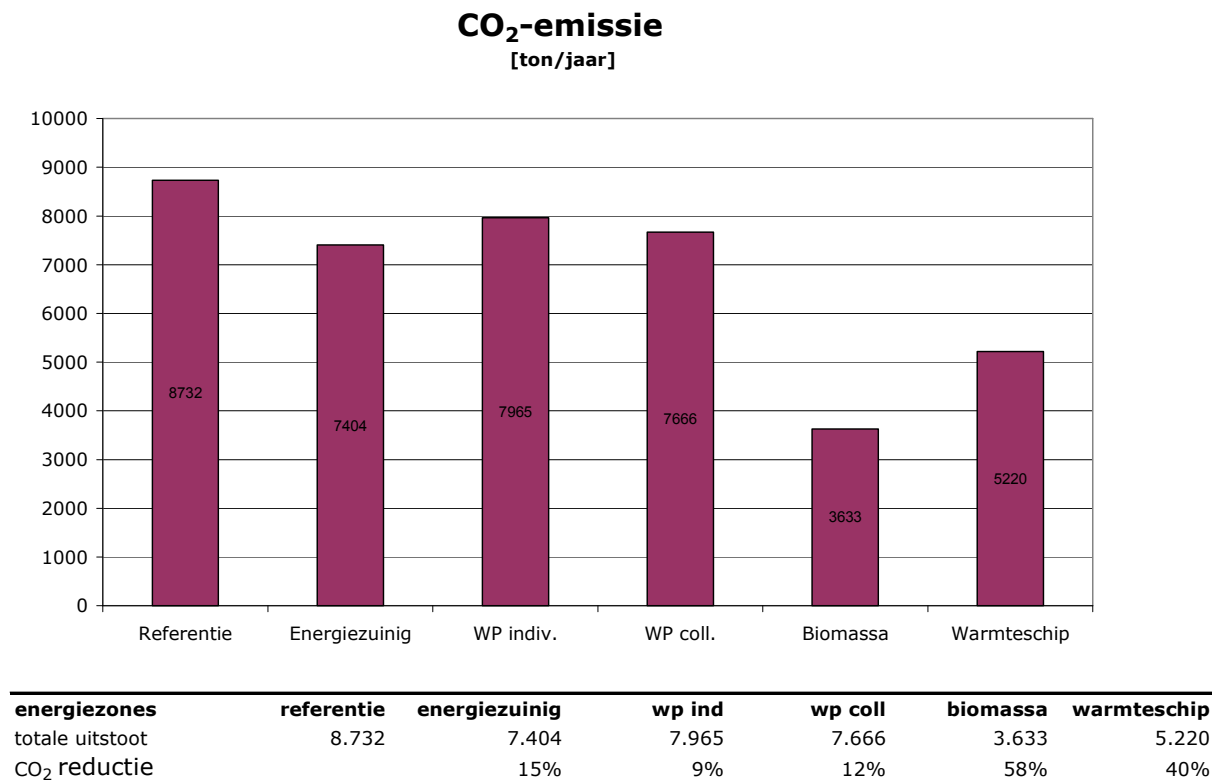
Het gaat hierbij om zowel de gebouwgebonden energiegebruiken als de overige huishoudelijke verbruiken en energiegebruik voor openbare verlichting en bemaling.

warmtevraag [GJ/jaar]	Referentie	Energiezuinig	WP indiv.	WP coll.	Biomassa	Warmteschip
gas	63.517	47.502	0	13.551	15.082	0
elektriciteit	30.620	28.141	47.717	41.301	31.276	31.276
warmte	0	0	0	0	0	63.225
Export elektriciteit [GJ/jaar]	0	0	0	0	33.781	0

Tabel 7. Energiegebruik en export aan de rand van de wijken.

Bij de biomassavariant wordt elektriciteit opgewekt. Deze elektriciteit wordt geëxporteerd en compenseert de benodigde hoeveelheid op de locatie over het jaar volledig.

In onderstaande figuur 14 is de CO₂-uitstoot van beide wijken gegeven zonder utiliteit omdat de systematiek van de EPL geen geldigheid heeft voor de utiliteit. In bijlage 5 zijn de resultaten per deelgebied opgenomen.



Figuur 14. Berekende CO₂ -uitstoot voor beide wijken bij verschillende varianten (woningbouw).

De laagste CO₂ – emissie is bij de variant met biomassa, dit komt omdat opwekking met biomassa in principe bijna CO₂-vrij is. De CO₂ – emissie wordt bepaald door de hoeveelheid bijstook voor gas voor nood/ en piekmomenten. Bij de variant met het warmteschip wordt er vanuit gegaan dat energie nodig is als brandstof om deze op de locatie te krijgen en het rendement van de opwekking verlaagd door warmteaftap. De uitstoot van CO₂ bij warmte opgewekt door gas (bij HR ketel) dan wel elektriciteit (bij de individuele en collectieve warmtepomp) is niet gelijk.

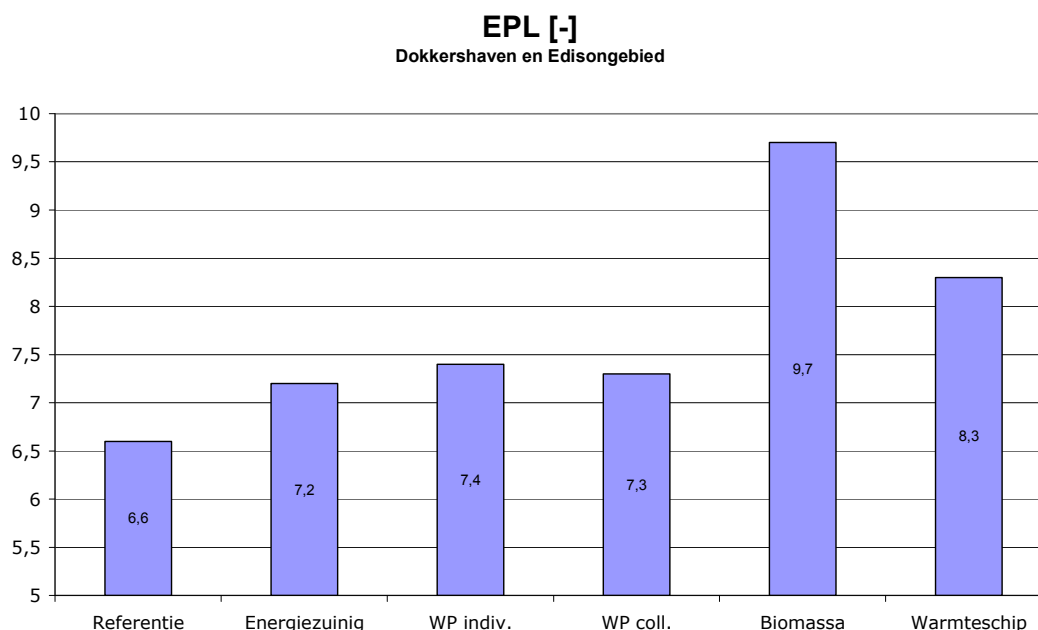
De milieuprestatie zal uitgedrukt worden in de mate van energiebesparing en de hieraan gekoppelde CO₂- missie reductie. In de berekening van de emissiewaarden zijn de uitgangspunten^e

- Gas (m³): 1,780 kg CO₂;
- Elektriciteit (kWh): 0,566 kg CO₂.

Omdat het hier gaat om de CO₂ uitstoot volgens de EPL systematiek gaat het alleen om de woningen, waar bovendien het huishoudelijke, niet beïnvloedbare, energiegebruik bij betrokken is. Bij het betrekken van de utiliteit in het systeem met warmtepompen is de CO₂ reductie aanzienlijk hoger omdat er een grotere balans in warmte en koude levering gerealiseerd kan worden.

De EPL van de diverse varianten is voor beide wijken gezamenlijk gegeven in figuur 15. De EPL is alleen gedefinieerd voor de woningbouw. In bijlage 5 zijn de resultaten per deellocatie gegeven.

^e Deze omrekening wordt gehanteerd door SenterNovem in het 'Protocol duurzame energie'



Figuur 15. Berekende EPL bij verschillende varianten.

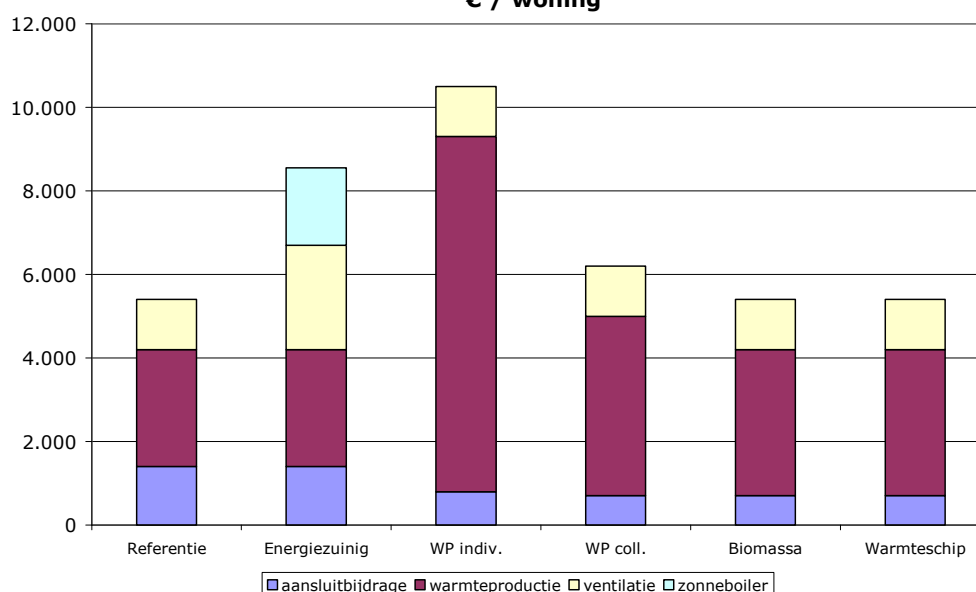
Naarmate de CO₂-uitstoot van de locatie daalt, neemt de EPL toe. De EPL geeft een rapportcijfer voor het fossiel brandstofgebruik van een locatie. Een 6,6 wordt verkregen als alle nieuwbouw wordt gebouwd volgens de huidige eisen uit het Bouwbesluit (EPC = 0,8). Een 10 betekent een locatie die geen fossiele brandstof meer verbruikt. De referentie scoort met een 6,6 te laag voor de ambitie van de gemeente. Met de variant energiezuinig, met de individuele warmtepomp en collectieve warmtepomp kan een EPL = 7,2, respectievelijk 7,4 en 7,3 gerealiseerd worden. De variant met biomassa scoort het hoogst. Niet alleen vanwege de CO₂ vrije warmtelevering, maar ook vanwege de duurzame elektriciteit die hiermee geproduceerd wordt. Hoewel restwarmtelevering in principe bijna CO₂-vrij is, levert deze geen EPL = 10. Dit wordt veroorzaakt door het, niet te beïnvloeden, huishoudelijk elektriciteitsverbruik.

Bij de uiteindelijke uitwerking kan er vanuit gegaan worden dat er een autonome verbetering op zal treden door introductie van nieuwe technieken en het goedkoper worden van bestaande technieken. Dit effect zal groter zijn voor de deellocaties Dokkershaven 2 en 3, omdat deze verder weg in de tijd gerealiseerd gaan worden.

5.3 Investeringsen voor de maatregelen

De investeringen voor de maatregelen om energiebesparing te bereiken zijn onderverdeeld in woningmaatregelen, de kosten voor de wijze van ventilatie en de warmteopwekking, en de kosten voor de aansluiting op de energie infrastructuur voor gas, elektriciteit en warmte. Er is bij de berekeningen geen rekening gehouden met subsidies. De investeringen zijn opgenomen in figuur 16 en tabel 8.

Investerings appartement € / woning



Figuur 16. Investerings per woning excl. BTW en opslagen

	Referentie	Energiezuinig	WP indiv.	WP coll.	Biomassa	Warmteschip
aansluitbijdrage	1.400	1.400	800	700	700	700
warmteproductie	2.800	2.800	8.500	4.300	3.500	3.500
ventilatie	1.200	2.500	1.200	1.200	1.200	1.200
zonneboiler	0	1.850	0	0	0	0
totaal	5.400	8.550	10.500	6.200	5.400	5.400
meerkosten		3.150	5.100	800	0	0

Tabel 8. Investerings per woning excl. BTW en opslagen

De investering in de woning neemt toe met het verlagen van de EPC-waarde. Er worden maatregelen toegevoegd in de categorie warmteproductie en ventilatie en een zonneboiler. Bij de variant energiezuinig met zon zijn de kosten hoger vanwege de zonneboiler en de CO₂ gestuurde ventilatie. De laatste zijn hoger dan die van de referentie met efficiënte ventilatie (de ventilatie van de referentie is met drukgeregelde roosters met extra energiezuinige luchtafvoer met kwaliteitsverklaring).

De investeringen in de variant met de individuele warmtepomp, met de laagste EPC, zijn het hoogste vanwege de hoge investering voor de warmtepomp en de bron. Deze levert wel het hoogste comfort door de mogelijkheid in de zomer eenvoudig te koelen via de vloer. De aansluitbijdrage is lager dan bij de andere varianten: er is immers geen gasaansluiting.

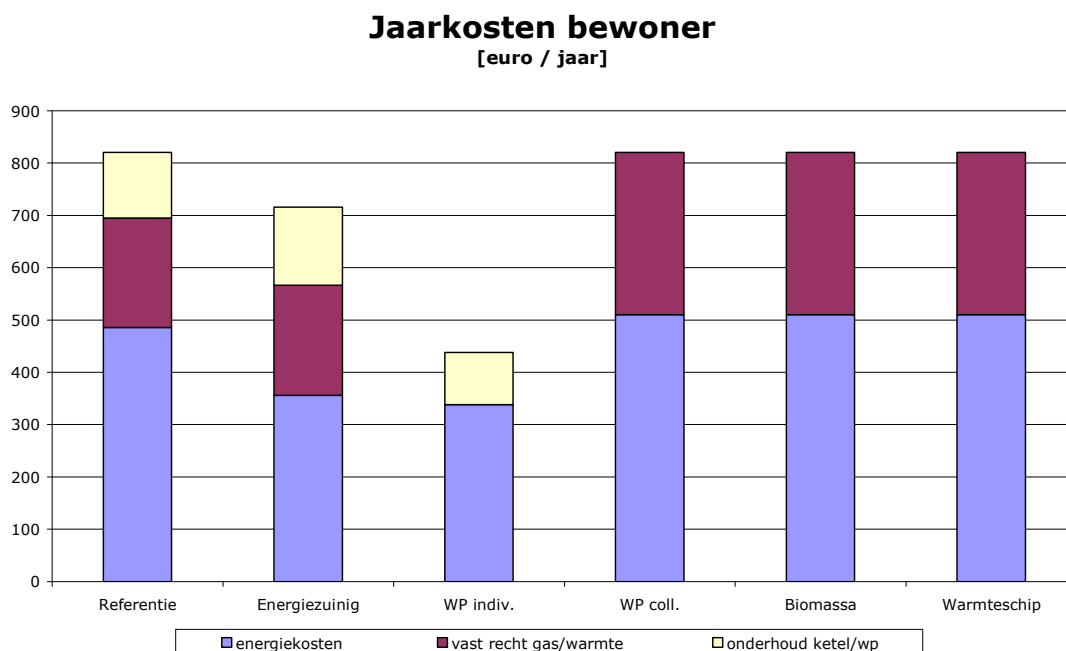
De kosten voor de opwekking en distributie van warmte in de varianten WP collectief, biomassa en warmte per schip zijn niet berekend op basis van de werkelijke kosten maar zijn opgenomen in de vorm van een aansluitbijdrage per woning. Hoewel de kosten voor de investeringen wel bepaald zijn, is de aansluitbijdrage de bepalende factor om te kiezen of de woning hierop aangesloten wordt. Op basis van recente aanbiedingen zijn de kosten voor de variant met de collectieve warmtepomp bepaald. Deze aansluitbijdrage is onderhandelbaar en zal hoger zijn bij grondgebonden woningen in een lagere bebouwingsdichtheid. Bij de aansluitkosten voor de collectieve warmtepomp is rekening gehouden met de aanleg van een extra koudeleiding. De aansluitkosten voor de biomassa en de variant met het warmteschip zijn afgeleid van de aansluitbijdrage van de collectieve variant. In de genoemde studie van Ecofys wordt uitgegaan van

een aansluitbijdrage tussen de € 2.500 en 4.000 per aansluiting. Ook laten recente aanbiedingen met biomassaopwekking aansluitbijdragen < € 3.500 per woning zien. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met een economisch draagvlak van minimaal 500 woningen. De exacte kosten zullen in een haalbaarheidstudie moeten worden bepaald.

Trajecten voor warmtelevering worden moeten worden aanbesteed. Omdat de gemeente als partij betrokken is zal dit in een openbare procedure of een niet openbare procedure met voorselectie plaats moeten vinden. Gezien de grootte van de te verwachten totale investering (aansluitbijdragen + exploitatie over 30 jaar) zal de procedure Europees zijn. Daarin wordt over het algemeen een voorziening gevraagd waarbij een techniek wordt voorgeschreven. Ook wordt de aanbesteding wel op grond van prestaties gedaan. Er worden dan prestaties gevraagd voor de levering (comfort, temperatuurniveau, GIW etc) en milieuprestaties. De financiële haalbaarheid is een verantwoordelijkheid en risico van de aanbiedende partij. Een gedetailleerde haalbaarheidstudie dient dan ook door de aanbiedende partij te worden uitgevoerd. In de aanbesteding worden ook vaak alternatieven toegelaten. Die alternatieven kunnen gunstig uitvallen voor de prijs van de warmtelevering. De definitieve keuze voor productie units (inclusief restwarmteafname) kan dan later gemaakt worden.

5.4 Woonlasten

De woonlasten bestaan uit de energielasten, dit zijn de variabele energiekosten voor gas en elektriciteit, vast recht gas of warmte en onderhoudskosten. Het vastrecht elektriciteit is niet opgenomen omdat alle woningen deze betalen, en dit hiermee geen onderscheidende factor is. De energiekosten voor warmte, elektriciteit en gas zijn afgeleid van de gebouwgebonden energievraag voor verwarming, tapwater, hulpenergie voor verwarmen en ventilatie. De kosten zijn verdeeld naar energiedrager op de meter. NB kookgas is niet opgenomen in de berekeningen. De energielasten voor het appartement zijn gegeven in figuur 17 en tabel 9.



Figuur 17. *Energiekosten gerelateerd aan verwarming, tapwater en ventilatie per woning per jaar.*

	Referentie	Energiezuinig	WP indiv.	WP coll.	Biomassa	Warmteschip
energiekosten	486	356	338	510	510	510
vast recht gas/warmte	210	210		310	310	310
onderhoud ketel/wp	125	150	100			
Totaal	821	716	438	821	821	821

Tabel 9. Energiekosten gerelateerd aan verwarming, tapwater en ventilatie per woning per jaar.

In tabel 10 zijn de gehanteerde energie- en onderhoudsprijzen opgenomen. Hierbij is het warmtetarief afgeleid van de kosten voor de referentiewoning. Dit tarief is onderhandelbaar

	energieprijs	vastrecht (per jaar)
gas:	€ 0,63 per m ³	€ 210
warmte	€ 24,30 per GJ	€ 310
elektriciteit	€ 0,25 per kWh hoog € 0,17 per kWh laag	nvt
onderhoud gasketel	€ 125 per jaar	
onderhoud warmtepomp + bron	€ 100 per jaar	
onderhoud zonneboiler	€ 25 per jaar	

Tabel 10 Gehanteerde energie- en onderhoudsprijzen, incl. BTW

Bij de varianten met woninggebonden maatregelen nemen de energielasten af bij daling van de EPC-waarde. Bij de variant energiezuinig komt dit doordat bij dezelfde verwarmingsinstallatie minder warmtevraag is door de wijze van ventilatie en opwekking door de zonneboiler. Bij de warmtepompvariant komt dit door de toepassing van een grote hoeveelheid duurzame energie. Er is bovendien geen vast recht voor gas.

Bij de collectieve varianten wordt uitgegaan van toepassing van het zogenaamde "niet meer dan anders"-principe. Hierbij wordt het tarief voor warmtelevering afgestemd op het tarief voor gas, waarbij er van uitgegaan wordt dat de bewoner in een woning met collectieve warmtelevering niet meer betaalt dan in een, vergelijkbare, gaswoning. Het tarief blijkt hier op ca. € 24,30 te liggen. Dit is een gangbaar warmtetarief in de markt. Bij aanbesteding van de collectieve warmtelevering kan dit tarief onderhandeld worden. Hierbij kan uitgegaan worden van een lager tarief, bv 10% beneden het zgn. NMDA-tarief. Verwacht wordt dat er in de op handen zijnde warmtewet een maximumprijs voor warmte vastgelegd zal worden. Momenteel staat nog ter discussie hoe deze bepaald moet worden:

- een prijsstelling met behulp van de huidige systematiek van energienet (NMDA) of
- een prijs gebaseerd op de werkelijke kosten voor de voorziening, inclusief een redelijke vergoeding voor de ondernemer.

Bij de aanbesteding is het daarom van belang welke prijs geboden wordt en hoe indexatie plaatsvindt. De energieprijzen zijn de laatste jaren, sinds 2000, met ruim 80% gestegen. Naar verwachting stijgen deze de komende jaren verder. Bij indexatie aan de hand van de gasprijs zal de warmteprijs veel sneller stijgen dan wanneer deze gekoppeld is aan de consumentenprijsindex (CPI).

Tegenover het voordeel in energiekosten bij lagere EPC staan eventuele hogere huurlasten, dan wel hypotheekkosten. Daar waar de huurwoning al tegen de aftoppingsgrens zit zal de huur niet verhoogd kunnen worden vanwege een extra investering in energetische maatregelen. De bewoner heeft echter wel het voordeel. In hoofdstuk 5 worden nadere ontwikkelingen hierover aangegeven.

De hogere hypotheeklasten zijn in tabel 11 afgezet tegen de daling in energielasten. De kosten voor financiering binnen de hypotheek zijn bepaald met 4,5% rente en 42% belastingaftrek. Als het voordeel op de energiekosten groter is dan de kosten voor financiering van de meerkosten hebben de bewoners lagere woonlasten. Het blijkt dat met de energiezuinige variant en die met de individuele warmtepomp lagere woonlasten worden bereikt terwijl de energieprestatie van de woningen beter is. Voor de rijwoning geldt een soortgelijk voordeel.

financiering	hypotheek lasten	daling energielasten	netto voordeel
varianten	[€]	[€]	[€]
Referentie	0	0	0
Energiezuinig	82	104	22
WP indiv.	133	382	249

Tabel 11. Netto jaarlijks woonlasten voor individuele varianten type appartement.

De meerkosten van de zonneboiler blijken zich direct terug te verdienen in lagere energielasten. Bij de individuele warmtepomp wordt in het appartement direct een voordeel gerealiseerd: bij meerkosten van € 133 is de daling in energielasten reeds groter.

5.5 Bouwkundige en stedenbouwkundige consequenties

Referentie en energiezuinige variant

In de woningen en de utiliteit zal ruimte gecreëerd moeten worden voor opstelling van de CV ketel. Bij voorkeur wordt deze ruimte zo dicht mogelijk bij de tappunten gerealiseerd. Deze ruimte is ca. 0,6 breed bij 0,4 meter diep. In de utiliteit zal, bij grotere vermogens, rekening gehouden moeten worden met eisen die gelden voor stookruimtes. In de openbare weg zal een gastracé gerealiseerd moeten worden. Op de woningen worden rookgasafvoeren moeten geplaatst. Bij bebouwing met een differentiatie van bouwhoogte dient gewaakt te worden voor hinder aan ventilatievoorzieningen van andere gebruikers. De woningen en utiliteit worden aangesloten op een gasleiding.

Bij de energiezuinige variant zal opstelruimte voor de collectoren op het dak gereserveerd moeten worden. Bij hellende daken is de oriëntatie van het schuine vlak van belang: de collectoren moet op een zuid oost tot zuidwestelijke oriëntatie geplaatst worden. Op platte daken is de oriëntatie geen probleem: Hier kunnen de collectoren opgenomen worden in een speciale draagconstructie. Bij plaatsing van collectoren is het belangrijk dat deze niet beschadwd worden door andere gebouwen of bomen ed. Extra aandacht verdient de plaatsing op daken die lager gelegen zijn dan omgevingsgebouwen: het uitzicht van de bewoners van de hogere bebouwing wordt immers beïnvloed. Hierbij dient rekening mee gehouden te worden bij de keuze van deze optie.

In de woningen dient rekening gehouden te worden met een warmteleiding van de collectoren naar de naverwarmer. Afhankelijk van het systeem zal ook een terugloopvat in de woning, vlak onder het dak, opgenomen worden.

Variant 2. Individuele warmtepomp

In de woning zal een geschikte opstelplaats voor de warmtepomp (ordegrootte: 1 m² opstelruimte over de volle hoogte van de woning) bij voorkeur op de begane grond gerealiseerd moeten worden. Het is ook mogelijk een deel van het toestel, de warmtepomp zelf (ordegrootte grote tafelkoelkast) op de begane grond te plaatsen en het opslagvat (boiler) op een andere locatie in huis. Ten behoeve van beperking van warmteverliezen wordt deze dan bij voorkeur op de

woonlaag direct boven de warmtepomp geplaatst. Er wordt bespaard op ruimte voor een gecombineerde rookgasafvoer-luchttoevoer. Er zal een koppeling met de warmtepomp plaats moeten vinden. Dit kan bv. in een bergruimte. Vanaf de grondwaterbron zal een leidingtracé in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden (ca 20 cm breed).

Variant 3. Collectieve warmtepomp

In de openbare ruimte, of tegen de gebouwde omgeving, moeten technische ruimtes gerealiseerd worden voor opstelling van de warmtepompen, HR ketels en warmtebuffers. De grootte zal afhangen van de dimensionering van het systeem en het aantal woningen dat wordt aangesloten op een systeem. Bij toepassing van een systeem per woongebouw kan gedacht worden aan de orde grootte van een berging tot een garagebox. De technische ruimtes zullen worden voorzien van rookgasafvoeren die bovendaks uitmonden (ivm goede werking van de toestellen en verdunning ter voorkoming van hinder aan derden). Tevens zal van hieruit warmteverdeling binnen het woongebouw plaats vinden.

Voor de grondgebonden woningen wordt de warmte direct per woning (onder maaiveldniveau) ingevoerd. In plaats van een mantelbuis voor gas zal hier een mantelbuis voor warmte aangebracht moeten worden. In de woning dient ruimte gereserveerd te worden voor de warmteontvangst, bemetering, de warmtewisselaar voor tapwater en een regeling en verdeling voor de ruimteverwarming. De ruimte hiertoe zal afgestemd moeten worden met het energiebedrijf en kan in principe in de meterkast gerealiseerd worden.

Bij een collectief warmtepompsysteem voor meer dan een wooncomplex zal in het openbare terrein ruimte gereserveerd moeten worden voor aanleg van het warmtedistributienet. De diameter van deze leidingen, inclusief isolatie, is groter dan die van het gasnet. Bovendien is er een aanvoer en retourleiding. Afhankelijk van de dimensionering van het net zal rekening gehouden moeten worden met een leidingtracé van ca 60 tot 80 cm breed bij een systeem met hoge temperatuur aanvoer tot een leidingtracé van bijna 1.75 m breed bij een systeem met aparte leidingen voor ruimteverwarming, tapwater en koeling. Boven dit tracé gelden inrichtingsbeperkingen voor wat betreft bestrating en beplanting. Bij het tijdig meenemen van de inrichtingsaspecten is dit nooit een probleem gebleken. In diverse projecten is dit tracé, in plaats van in de openbare grond voor de woningen, direct onder de woningen aangebracht.

Variant 4. Biomassa

Er zal ruimte voor de biomassaopwekkingsinstallatie gecreëerd moeten worden. Een biomassacentrale heeft een aanzienlijk ruimtebeslag. De grootte van de hiertoe benodigde kavel is variabel en sterk afhankelijk van de aard van de biomassa. Afhankelijk van de soort brandstof (en hieraan gekoppelde opslag) kan gedacht worden aan een terrein van ca 500 tot 100 m²: Bij biomassaverbranding van pellets (samengeperste houtsnippers) kan gedacht worden aan een terrein van ca. 500 m². Bij natte biomassa zal veel meer opslag nodig zijn, en daarvoor moet ook ruimte worden gereserveerd.

Voor een biomassacentrale dient de locatie minimaal aan milieucategorie 3 te voldoen. Er dient altijd overlegd te worden met de vergunningverlener, waarbij aandachtspunten liggen op het gebied van rookgasreiniging, geluid, stof en transportbewegingen voor de aanvoer van de biomassa. Vanwege de ligging van de locaties, bijna omringd door water, is transport van energie mogelijk tot vlak bij de locatie. Hiervoor is in een woonwijk geen plaats. Oostelijk van het Edisongebied kan hiertoe ruimte gereserveerd worden. Voor de aanleg van het warmtedistributienet gelden voorts de gebruikelijke vergunningen voor de aanleg van kabels en leidingen.

De consequenties voor de indeling van de woning zijn gelijk aan variant 3.

Variant 5. Warmteschip

Bij de warmtelevering zal ruimte gereserveerd moeten voor het leidingtracé met hoog temperatuur aanvoer. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met een ligplaats voor de boot die de warmte vanuit het Sloegebied transporteert. Er zal op de wal ruimte voor opslagcapaciteit gerealiseerd moeten worden voor overbrugging van de periode dat het schip weg is om warmte te 'laden'. De grootte is afhankelijk van de uitvoering van de variant, met 1 of meerdere schepen. De mogelijkheden en grootte van de opslag (op de wal, in en op het water) zullen onderdeel uitmaken van een eventuele nadere haalbaarheidstudie. Naast het ruimtebeslag kan gerekend worden op visuele hinder van de voorziening. Ook bij maximale opslag onder de waterlijn zullen voorzieningen getroffen moeten worden.

In het Dokkershavengebied is geen geschikte aanmeerplaats beschikbaar. De consequenties voor de indeling van de woning zijn gelijk aan variant 3.

5.6 Comfort voor gebruikers

Koken

Bij de individuele warmtepomp en de collectieve varianten zal een keuze gemaakt moeten worden of er een gasnet gelegd wordt voor kookdoeleinden. Doordat dit extra kosten met zich meebrengt (aansluitkosten, vastrecht) is hier in de berekeningen vanaf gezien. Dit betekent dat de (huishoudelijk) gebruikers elektrisch zullen moeten koken. De wijze van koken dient vooraf met de toekomstige bewoners (huurders, koper) te worden gecommuniceerd. Er zijn verschillende wijzen van koken, waarbij inductie koken wat betreft reactiesnelheid het meest lijkt op koken op gas. Inductie koken is wel veiliger, comfortabeler en beter voor het binnenmilieu. De apparatuur is duurder.

Vloerverwarming

Vloerverwarming geeft nog meer comfort en levert bovendien een aanzienlijke vrijheid van indeling van de ruimtes. De mogelijkheden en onmogelijkheden van vloerverwarming dienen vooraf met de bewoners gecommuniceerd te worden. Hoewel de meeste vloerafwerkingen met vloerverwarming zijn toegestaan, gelden hierbij wel beperkingen. Als de warmteweerstand minder is dan $0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ is de vloerbedekking zonder meer geschikt.

Gebruiksgemak

Bij de collectieve varianten is in de woning geen opwektoestel nodig. Omdat de warmte-installatie (huisinstallatie) veel kleiner is, bespaart deze ruimte in huis. Net als bij een gasgestookte cv-installatie is de temperatuur in huis volledig regelbaar. Warmtelevering is bovendien voor de consument onderhoudsvrij, omdat dit de verantwoording is van de energieleverancier. Bij toepassing van een individuele warmtepomp is een veel groter ruimtebeslag in de woning vereist.

Ventilatie

Vanwege het gebruiksgemak en binnenklimaat is in de varianten geen gebalanceerde ventilatie opgenomen. Deze stelt immers extra eisen aan het onderhoud van de luchttoevoerkanalen en de filters in de ventilatie-unit. Goede inregeling verdient hierbij extra aandacht.

Koeling

Bij de individuele warmtepomp kan het geleverde oppervlaktewater als koelmedium rechtstreeks in de vloer gebruikt worden voor koeling. Ook bij de collectieve warmtepomp kan dit water via een extra leiding worden aangevoerd. Deze koeling geeft extra comfort in de woningen en daarmee een hogere woonkwaliteit. Bij de referentie en de energiezuinige woningen is geen rekening gehouden met koeling. Hoewel dat hier wel mogelijk is, bv met geïntegreerde koelunits, zouden de

kosten van deze variant aanzienlijk toenemen. Omdat deze koeling nog geen gangbare bouwpraktijk is, is deze niet meegenomen. Risico is wel dat de woningen uiteindelijk in een latere fase alsnog uitgevoerd worden met koelsystemen en daarmee belast worden met hogere kosten voor door de plaatsing van energievragende airco's in de toekomst.

Dit geldt uiteindelijk zelfs in sterkere mate voor de utiliteit: daar is koeling nu reeds gangbaar en daardoor zal de referentie reeds uitgevoerd worden met koeling.

Bedrijfszekerheid

De gasreserves zijn beperkt. Op termijn kan het aardgas opraken en daarom zal een andere voorziening gecreëerd moeten worden. Vrijwel zeker zal de gasprijs in de toekomst fors gaan stijgen. De eventuele 'opvolgers' voor de HR ketel, de brandstofcel en de micro-wkk, worden momenteel in veldtesten uitgezet.

De continuïteit van de levering uit de collectieve warmte-installatie op langere termijn zal bij aanbesteding van de aanleg en exploitatie vastgelegd moeten worden. De exploitant zal garanties voor de levering moeten bieden.

5.7 Eigendom en beheer

Bij de HR107 varianten en de individuele warmtepomp is de verwarmingsinstallatie in de woning van de woningeigenaar. In de koopwoning dient de bewoner zelf te zorgen voor onderhoud en vervanging, bij de huurwoningen ligt deze verantwoordelijkheid bij de verhuurder. De bewoner kiest (na de liberalisering van de energiemarkt) zelf een energieleverancier en betaalt vast recht voor onderhoud van het net. De bewoner heeft een eigen gasmeter voor verrekening van het verbruik. Als de woning met de individuele warmtepomp bronwarmte krijgt aangeboden via een collectief systeem betaalt deze, afhankelijk van de te kiezen organisatorische constructie, voor een vast recht voor deze levering.

Bij de collectieve installaties (warmtepomp, biomassa en warmteschip) is de installatie, inclusief de warmtewisselaar in de woning, eigendom van de exploitant. Deze zorgt hiermee voor onderhoud en vervanging, zowel bij de koop- als de huurwoningen. Hiervoor wordt door de bewoner een vastrecht tarief betaald. De bewoner heeft een energiemeter voor verrekening van de afgenomen warmte.

5.8 Bestuurlijke consequenties

Bij een keuze voor warmtelevering (in welke vorm dan ook) dient de gemeente vast te leggen dat er geen gas aangelegd wordt naar de woningen. In dit kader dient de gemeente, gezien de grootte van de locatie, ook een besluit te nemen in het kader van de BAEI: de gemeente kiest of zij de aanleg van de elektriciteits- en gasinfrastructuur aan laat leggen door de lokale netbeheerder of dat zij een openbare procedure hiertoe in gaat. In dat geval kan zij de aanleg van de warmtelevering koppelen aan de aanleg van het elektriciteitsnet. Trajecten voor warmtelevering worden aanbesteed via een openbare procedure (eventueel met voorselectie). Daarin kan worden gekozen of een bepaalde voorziening wordt gevraagd waarbij een techniek wordt voorgeschreven. Ook wordt de aanbesteding wel op grond van prestaties gedaan. Er worden dan prestaties gevraagd voor de levering (comfort, temperatuurniveau, GIW etc) en milieuprestaties. De financiële haalbaarheid is een verantwoordelijkheid en risico van de aanbiedende partij. In de aanbesteding wordt ook vaak alternatieve toegelaten. Die alternatieven kunnen gunstig uitvallen voor de prijs van de warmtelevering. De definitieve keuze voor productie units kan dan later gemaakt worden.

6 Financiële mogelijkheden

Het subsidieklimaat is de afgelopen jaren zeer wisselend geweest. Op dit moment zijn er géén subsidies voor woningmaatregelen en duurzame energie. Met het aantreden van het nieuwe kabinet kunnen echter nieuwe subsidiemaatregelen verwacht worden.

Voor de huurders is de hoogte van de huur van belang. Verwacht wordt dat in het nieuwe woningwaarderingstelsel een koppeling gemaakt kan worden tussen de huur en de mate van energiezuinigheid van de huurwoning. Hoe zuiniger de woning, hoe hoger de huur. Voor de koper geldt dat de meerinvestering in de woning opgenomen kan worden in de hypotheek, waardoor de bewoner via de belasting een deel terug ontvangt. Er zijn een aantal mogelijkheden om te bereiken dat de investeringen in de maatregelen ook daadwerkelijk worden gerealiseerd, afhankelijk van de situatie of de woning bedoeld is als koopwoning of als huurwoning:

- via woonlastencriterium (koop)
- woningwaarderingstelsel (huur)
- outsourcing van de energievoorziening (huur en koop)
- (eventueel: via statiegeldregeling (koop))

De consequenties voor eigendom en beheer worden hier eveneens uitgewerkt.

6.1 Woonlastencriterium

Door de investeringen te financieren in de hypotheek zijn de jaarlasten vast te stellen. De jaarlasten dienen dan vergeleken te worden met de daling in energielasten.

De investeringen komen bovenop de normale woningprijs. Daardoor vallen de woningen soms in een andere categorie volgens het volkshuisvestingsplan. Daar kan op twee manieren mee worden omgegaan. Enerzijds kan het plafond worden opgerekt met de investeringen die nodig zijn om een bepaalde energieprestatie te bereiken. Dat mag dan uiteraard alleen als aangetoond wordt dat de energieprestatie daadwerkelijk wordt gehaald. Anderzijds kunnen de investeringen worden aangeboden als meerwerkoptie bij de bouw.

De makelaar dient als partij betrokken te worden. De makelaar dient goed op de hoogte te zijn van de mogelijkheden met de energiebesparingsopties en de woonlastenconsequenties. Tevens dienen (locale) banken benaderd te worden voor de mogelijkheden van financiering in de hypotheek. De mogelijkheden in deze dienen vooraf te worden getoetst in een lokaal overleg tussen gemeente, projectontwikkelaars, makelaars en banken. Naast het directe fiscale voordeel kan overwogen worden een groene hypotheek of klimaat hypotheek af te sluiten, waarbij het rentepercentage iets lager is dan de gangbare marktrente.

6.2 Woningwaarderingstelsel

Bij huurwoningen vragen investering en exploitatie van een duurzame installatie nadere aandacht: de huurder heeft een reductie op de woonlasten door lagere energiekosten, terwijl de woningeigenaar de investering verricht zonder deze volledig in de huur te kunnen verdisconteren. Het stelsel van woningwaardering zal de komende jaren ingrijpend gewijzigd gaan worden. Het in te voeren energielabel voor woningen zal hierbij een onderdeel zijn van de wijze waarop woningen gewaardeerd worden. Dit is recent bevestigd in het Besluit Energieprestatie Gebouwen (BEG, 24 november 2006). Genomen energiemaatregelen, leveren een beter energielabel, en daarmee 'punten' waarmee de huur verhoogd mag worden. Er zijn plannen in de maak waarbij deze

huurverhoging als gevolg van investeringen in duurzame maatregelen geen beperking van de huurtoeslag tot gevolg hebben.

Ook bij verdergaande liberalisering op de woningmarkt is de verhuurder vrij de meerkosten in een energie-investering te verdisconteren met verwachte lagere energiekosten voor de bewoner. Dit impliceert dat in de toekomst voor energiezuinige woningen een hogere huur gevraagd kan worden. Hiermee kan ruimte geschapen worden voor extra investeringen. Bij uiteindelijk gelijkblijvende woonlasten kunnen hogere investeringen gedaan worden in energiebesparende maatregelen.

6.3 Outsourcing

Sommige vormen van energievoorziening, met name die waarbij een groot deel van de installatie buiten de woning gelegen is, zijn geschikt om door derden te laten exploiteren. Hierbij verzorgt een externe partij de volledige warmtelevering. Bij de keuze eigen beheer of outsourcing gaat het om het bepalen waar de verantwoordelijkheid rondom de taken ontwerp en realisatie (Design en Build) en financiering en exploitatie (Finance en Maintain) gelegd worden. Bij de laatste gaat het niet alleen om het technische beheer, maar ook om het juridische kader en de afrekening naar de bewoners. Een voordeel is dat externe exploitanten daarbij gebruik kunnen maken van fiscale maatregelen (EIA) en groen financiering. Daardoor kan een project bij outsourcing goedkoper worden beheerd en geëxploiteerd.

Belangrijke voorwaarde bij outsourcing is aandacht voor de prestaties op het gebied van energiebesparing en CO₂-reductie, de garanties voor een betrouwbare, bedrijfszekere energievoorziening en garanties over de investeringen en energiekosten. Deze punten dienen te worden opgenomen in de overeenkomst met de externe leverancier. Dat kan door middel van prestatieafspraken. De vrijheid van keuze van energieleverancier is dan beperkt tot elektriciteit. De in voorbereiding zijnde warmtewet beoogt de bescherming van de afnemer van warmte. In de wet zullen daarom garanties voor levering en bepalingen rondom redelijke tarieven worden opgenomen.

Individuele warmtepompen kunnen ook door een externe partij gefinancierd worden en aan de bewoner worden geleasd. Ook hierbij geldt dat de partij die de warmtepomp financiert de verschillende fiscale instrumenten in kan zetten. Bij outsourcing van de individuele warmtepomp wordt een deel van de investeringskosten in de initiële investering opgenomen, en een deel wordt per maand in rekening gebracht als huur. Deze huurkosten worden, meer of minder, gecompenseerd door lagere energiegebruikskosten. In de huidige aanbestedingspraktijk blijkt dit huurbedrag, bij een initiële investering die iets hoger is dan de referentie (vanwege de koeling), ongeveer gelijk te zijn aan het gerealiseerde energiekostenvoordeel.

6.4 Statiegeldregeling

Bij gronduitgifte door de gemeente is het mogelijk de grondprijs te verhogen, waarbij de extra inkomsten teruggegeven worden aan de ontwikkelaar bij realisatie van een bepaalde extra milieuprestatie.

6.5 Eigendom en beheer

Bij de HR107 varianten en de individuele warmtepomp is de verwarmingsinstallatie in de woning van de woningeigenaar. In de koopwoning dient de bewoner zelf te zorgen voor onderhoud en vervanging, bij de huurwoningen ligt deze verantwoordelijkheid bij de verhuurder. De bewoner kiest (na de liberalisering van de energiemarkt) zelf een energieleverancier en betaalt vast recht voor onderhoud van het net. De bewoner heeft een eigen gasmeter voor verrekening van het

verbruik. Als de woning met de individuele warmtepomp bronwarmte krijgt aangeboden via een collectief systeem betaalt deze, afhankelijk van de te kiezen organisatorische constructie, voor een vast recht voor deze levering.

Bij de collectieve installaties (warmtepomp, biomassa en warmteschip) is de installatie, inclusief de warmtewisselaar in de woning, eigendom van de exploitant. Deze zorgt hiermee voor onderhoud en vervanging, zowel bij de koop- als de huurwoningen. Hiervoor wordt door de bewoner een vastrecht tarief betaald. De bewoner heeft een energiemeter voor verrekening van de afgenomen warmte.

6.6 Consequenties van outsourcing van een collectieve voorziening

Dankzij de liberalisering van de energiemarkt kunnen huishoudens vanaf 1 juli 2004 voor hun gas- en elektriciteitsgebruik kiezen uit meerdere aanbieders. Zij kunnen dan een leverancier uitzoeken met het beste aanbod qua prijs, service, betrouwbaarheid etc. Er kunnen immers meerdere leveranciers via hetzelfde netwerk hun inkoop en verkoop laten plaatsvinden. Bewoners met een aansluiting op een collectieve voorziening krijgen die mogelijkheid niet. Zij zijn gebonden aan de distributeur die eigenaar is van het warmtenet en kunnen dus niet kiezen voor een concurrerende aanbieder, de gasklanten wel. De warmteklanten zijn gebonden aan de tariefstelling van de eigenaar van het warmtenet. Zolang hiervoor geen landelijke regelgeving is, zullen hierover heldere voorwaarden geformuleerd moeten worden in contracten met de warmtedistributeur. Dit geldt eveneens ten aanzien van de leveringszekerheid en energiezuinigheid van de opwekking.

Hoewel outsourcing de mogelijkheid biedt alle 'zorg' voor de installatie extern te leggen, betekent dit niet dat de opdrachtgever zijn verantwoordelijkheid ten aanzien van de prestaties van de installatie naast zich neer legt. In het belang van een goede verhuurbaarheid op termijn dienen bij aanvang van de outsourcing contractueel een aantal afspraken gemaakt te worden. Er dienen zorgvuldig eisen en voorwaarden (prestaties) aan de installatie te worden gesteld. Deze dienen vooraf in een programma van Eisen te worden vastgelegd. In ieder geval dienen vooraf afspraken gemaakt te worden aangaande:

- Functioneel: prestaties van de energievoorziening (leveringstemperatuur, leveringdebit etc)
- Comfort: eisen aangaande ruimtetemperaturen, binnenklimaat, opwarmingsnelheid etc
- Milieutechnisch: eisen aangaande CO₂ reductie, besparing ten opzichte van een referentie e.d.
- Financieel: verrekening van aansluitkosten, een eventueel vastrecht en de warmte-eenhedsprijs. De wijze van indexering van tarieven dient vastgesteld te worden.

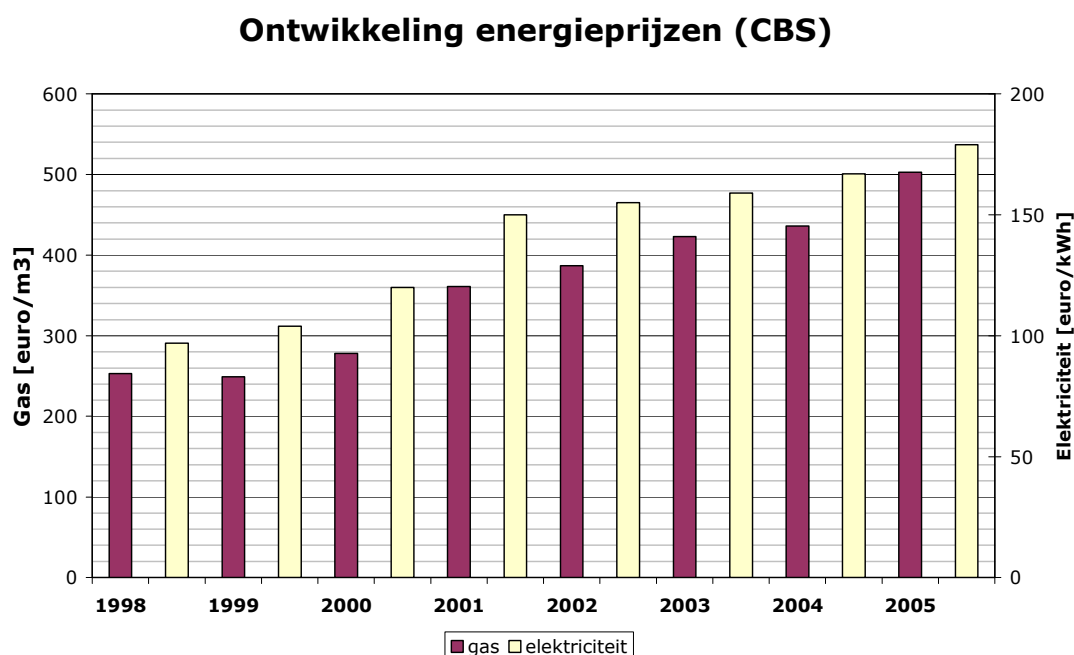
Eveneens dient nauwkeurig aangegeven te worden wat de consequenties van de warmtevoorziening zijn voor de bouwkundige realisatie van het complex, voor de omgeving en de gebruikers.

Het ministerie van Economische Zaken is wel begonnen met voorbereiding van een warmtewet, waarin de DTe toezichthoudende taken krijgt. Over de precieze vormgeving daarvan is op dit moment echter nog weinig bekend. Wel is bekend dat, met de doelstelling de bescherming van de afnemer, maximale prijzen gesteld zullen worden. Ook zal aandacht gegeven worden aan de prijsstelling, waarbij redelijke prijzen (in het licht van de kosten van de exploitatie) zullen moeten gelden.

6.7 Gevoeligheidsanalyse

Energieprijzen

De energieprijzen zijn de laatste jaren sterk gestegen. De gasprijs is sinds 2000 met ruim 100% gestegen, de elektriciteitsprijs met ruim 80%. De inflatie was in deze periode lager dan 2%. Zie figuur 18.



Figuur 18. Ontwikkeling energieprijzen (Gegevens Centraal Bureau voor de Statistiek).

Bij een lineair verloop van deze stijging zou dit betekenen dat de varianten waarvan de jaarkosten bepaald worden door de component gas op termijn relatief duurder zullen worden dan de varianten waarvan de kosten bepaald worden door elektriciteit. Bovendien worden de kosten van vastrecht en onderhoud in principe bepaald door de consumentenprijsstijging (CPI) of de BDB index. Bij outsourcing van de installatie is het daarom belangrijk contractueel vast te leggen op basis waarvan prijsindexatie plaatsvindt. Als vingeroefening in tabel 12 en 13 een berekening van drie varianten:

Totale kosten na	referentie	wp ind.	wp coll.
5 €	929 €	496 €	928
10 €	1.051 €	561 €	1.050
15 €	1.189 €	634 €	1.188
20 €	1.345 €	718 €	1.344
25 €	1.522 €	812 €	1.520
30 €	1.722 €	919 €	1.720

Tabel12: Prijsstijging na 30 jaar: inflatie: 2,5% gas: 2,5%, elektriciteit: 2,5%, warmte: 2,5%

Totale kosten na	referentie	wp ind.	wp coll.
5 €	999 €	545 €	1.002
10 €	1.220 €	679 €	1.228
15 €	1.496 €	848 €	1.509
20 €	1.838 €	1.061 €	1.861
25 €	2.267 €	1.330 €	2.302
30 €	2.803 €	1.671 €	2.854

Tabel 13: Prijsstijging na 30 jaar: inflatie: 2,5 % gas: 5%, elektriciteit: 5%, warmte: 5%

Bouwplanning versus investeringen.

Naarmate de bouwplanning meer tijd vergt zullen investeringen die in een vroeg stadium gedaan moeten worden gevoeliger liggen. Bij de referentie variant en de energiezuinige variant gaat het om de aanleg van een gasnet. Hierbij zal in een vroeg stadium een hoofdleiding gelegd moeten worden. Er zal voorfinanciering plaats moeten vinden om direct de eerste woningen aan te sluiten. Dit vergt kapitaallasten die uiteindelijk terugverdiend moeten worden in het vast recht van de aansluiting. Bij de varianten met de warmtepomp zullen veel hogere investeringen gedaan moeten worden in zowel het distributienet als de bron. De voorfinancieringskosten zijn dus ongunstiger. Een lange volloop van de locatie heeft hier een negatief effect op. Er zal vooraf een studie gedaan moeten worden waarbij de bronnen, en het eraan gekoppelde distributienet, zo veel mogelijk uitgevoerd worden parallel aan de bouwplanning zelf. Bij de variant met restwarmtelevering zal al in een vroeg stadium warmte geleverd moeten worden aan deelplan 1, terwijl deze relatief ver gelegen is van de warmtebron respectievelijk potentiële aanmeerplaats van het warmteschip.

Exploitatie en planning

De aanleg van een warmtenet kent bijzondere exploitatierisico's. De hoge initiële investeringen moeten terugverdiend worden door een hoog tempo van aansluiten van gebruikers en de levering van energie. Daarbij zijn de volgende risico's aanwezig:

1. lange ontwikkelingstijd van de locatie
2. risico dat het bouwvolume kleiner wordt in de tijd
3. versnelde verlaging van de landelijke EP-eisen

Hier dient terdege rekening mee gehouden te worden. Dat kan bijvoorbeeld door gefaseerde aanleg en hulpinstallaties toe te passen, waardoor de hoogste investeringen worden uitgesteld en meer zekerheid wordt verkregen over tijd, bouwvolume en EPC-eis. Nu vaststellen van hoge ambities op het gebied van energiezuinigheid voorkomt dat rijksbeleid het toegepaste beleid inhaalt. Zekerheid op het gebied van bouwvolume zorgt ervoor dat de exploitatie niet negatief wordt beïnvloed door dalende of uitgestelde onroerend goed investeringen. Ook na scherpe daling van de EPC-eis biedt warmtelevering nog een goede exploitatiemogelijkheid omdat voldoende afzet gewaarborgd door de stijgende vraag naar warmtapwaterlevering.

De uiteindelijke exploitant van de warmtelevering kan zelf, door middel van aantrekkelijke aanbiedingen, meer klanten voor haar warmtenet werven.

De voorbereiding voor deelplan 1 van Dokkershaven is reeds in volle gang. In verband met de lange vergunningsprocedure voor de aanleg van een collectieve grondwaterbron (voor collectieve dan wel individuele warmtepompen) is geen tijd meer. Voor latere fasen is hier nog wel tijd voor. Ook de realisatie van een collectief warmtenet gevoed door restwarmte of biomassa vergt tijd in de voorbereiding. Deze periode kan opgevuld worden door een tijdelijke, mobiele, warmteopwekinstallatie te plaatsen. Gezien de grote bouwopgave van de totale locatie zal dit het draagvlak voor de WKO of restwarmtelevering niet aantasten. Voor fase 1 is wel nog voldoende tijd

om de optie met zonnecollectoren nader in te vullen, omdat deze gebonden zijn aan het woningontwerp. Toepassing van een klein collectief warmtepompsysteem, waarbij de grondwateronttrekking beneden de vergunningsgrens is, of waarbij gesloten bodemcollectoren worden toegepast, is nog wel mogelijk.

Bij de keuze voor een collectief WKO systeem (met individuele en kleinere collectieve systemen) wordt geadviseerd nu reeds een bronnenplan op te stellen om zo de meest optimale locaties voor onttrekking en injectie te bepalen en hiertoe te reserveren. Er kunnen parallel aan de bouwplanning verschillende collectieve systemen gemaakt worden welke in een latere fase gekoppeld worden. Naast het realiseren van een energetisch concept kan ook rekening gehouden worden met andere, kleinere, toekomst gerichte maatregelen. Een maatregel in deze die nauwelijks iets kost is de aanleg van een loze leiding van de meterkast naar het dak. In een later stadium kan hier eenvoudig een PV installatie op aangesloten worden.

Flexibiliteit, toekomstgerichtheid en bedrijfszekerheid

Aansluiting op een all electric variant is toekomst bestendig: het elektriciteitsnet kan goed ingevoerd worden door elektriciteit van verschillende, duurzame, herkomst. Warmtelevering is bedrijfszeker en de gebruiker kan 24 uur per dag net zoveel warmte afnemen als hij nodig heeft. De installaties en leidingen voldoen aan de hoogste veiligheidseisen. Warmtelevering is veilig, omdat er geen gas in huis is. Gevolg is wel dat de gebruikers van warmte moeten koken met behulp van elektriciteit (inductie - en keramische kookplaten en magnetrons).

De gasreserves zijn beperkt. Op termijn kan het aardgas opraken en zal daarmee een andere voorziening gecreëerd moeten worden. Vrijwel zeker zal de gasprijs in de toekomst verder stijgen. De eventuele 'opvolgers' voor de HR ketel, de brandstofcel en de micro-wkk, worden momenteel in veldtesten uitgezet.

Een warmtenet kun je voortdurend uitbreiden en aan diverse warmtebronnen koppelen. Daardoor kan in de toekomst een meer duurzame of meer energiezuinige warmtebron worden toegepast. Het is mogelijk om een project gefaseerd te laten groeien door in etappes verscheidene warmtebronnen aan een warmtedistributiesysteem te koppelen. Ter illustratie: in eerste instantie kunnen de woningen op een eenvoudige gasmotor worden aangesloten om ze vervolgens bij de eindoplevering aan te sluiten op een biomassacentrale of restwarmtebron.

De continuïteit van de warmtelevering op langere termijn zal bij aanbesteding van de aanleg en exploitatie van de energie-infrastructuur vastgelegd moeten worden. De exploitant zal garanties voor de levering moeten bieden. De aanbestedende partij zal garanties met betrekking tot de minimale warmteafname moeten geven. Dit laatste betekent dat de consequenties voor het wegvallen van energievraag, hetzij doordat de geplande bouwplannen niet doorgaan, hetzij dat (delen van) de wijk niet aangesloten worden, vooraf vastgelegd moeten worden.

6.8 Utiliteit

Energievraag

Er is een berekening gemaakt van de energieverbruiken en CO₂-uitstoot van de utiliteit. Omdat het OEI model niet voorziet in berekeningen voor de utiliteit is dit in een separate berekening gedaan. Hierbij is het te verwachten gebouwgebonden energiegebruik voor ruimteverwarming en koeling bepaald op basis van gemiddelde warmte- en koudevraag per m² BVO voor de utiliteit van de Dokkershaven en het Edisongebied. Omdat ook het bedrijfsterrein van de directe nabijheid gelegen Koninklijke Schelde Groep (KSG) een grote warmtevraag heeft voor het verwarmen van de

productiehallen is deze eveneens meegenomen als potentieel draagvlak voor warmtelevering . Deze totaal te verwachten utilitaire warmte- en koudevraag is opgenomen in tabel 14

	BVO [m2]	Q warmte [GJ]	Q koude [GJ]
Dokkershaven	32.000	6.600	4.480
Edisongebied	420.000	82.000	69.800
KSG		105.510	
Totaal		194.110	74.280

Tabel 14 Warmte- en koudevraag in de utiliteit

Bij een totale warmtevraag van de woningen van ca. 63.000 GJ (zie tabel 7) voor de beide woningbouwlocaties betekent dit dat de warmtevraag voor het hele gebied verdrievoudigt. Hiermee wordt een aanzienlijke verdichting van de energieinfrastructuur gerealiseerd, hetgeen het draagvlak voor warmtelevering sterk vergroot. De warmtevraag zal immers aanzienlijk toenemen bij een relatieve verlaging van de warmteverliezen.

Over de plannen in de utiliteit is te weinig bekend. Wordt echter van dezelfde besparing uitgegaan per totaal energieconcept als bij de woningen, dan is de te verwachten CO₂ uitstoot bij de verschillende varianten volgens onderstaande tabel 15:

CO₂-emissie [ton]	warmte	koude
referentie	10.890	9.916
WP coll.	7.078	1.983
Biomassa	0	pm
Warmteschip	2.722	pm

Tabel 15. CO₂ emissie utiliteit

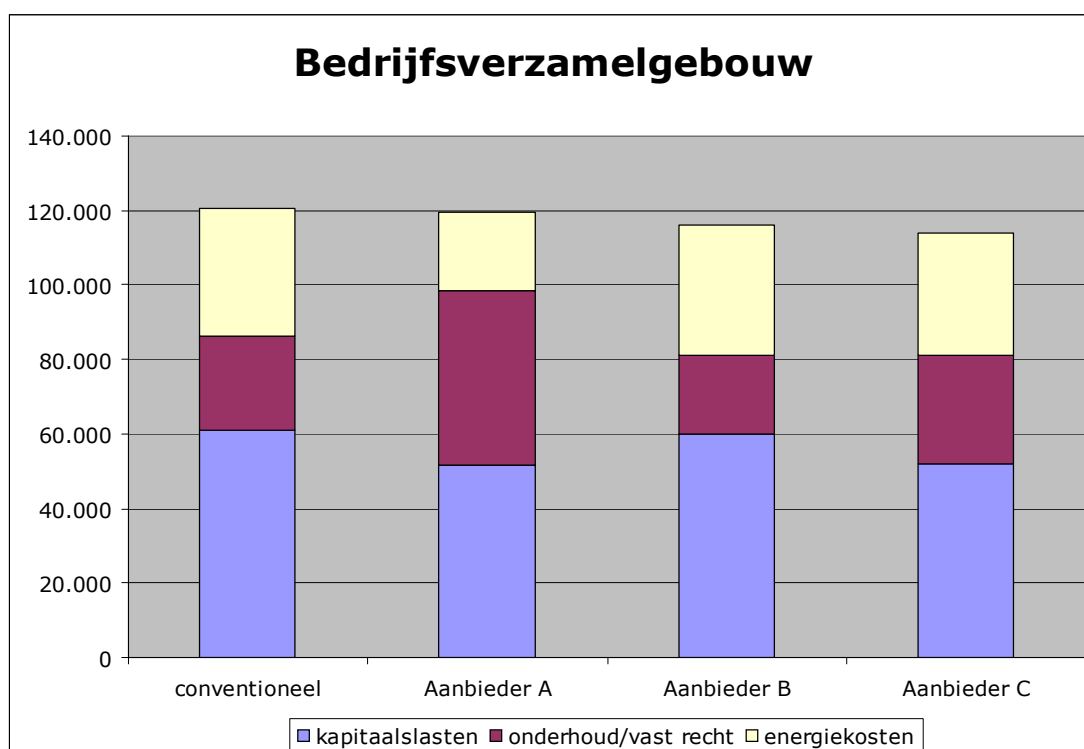
Er zijn echter duidelijke aanwijzingen dat de besparing van de varianten met de warmtepomp dan aanzienlijk gunstiger zijn omdat er in de utiliteit een grotere koelvraag is. Deze kan bij warmtepompen met het oppervlakte water in de koelvraag voorzien in plaats van energie onzuinige koelmachines. Bij WKO-installaties in de utiliteit worden zo besparingen van 60 tot 80% op het gebouwgebonden gebruik gerealiseerd. Voordeel is bovendien dat, waar koelmachines in de gebouwde omgeving regelmatig geluidsoverlast opleveren, koeling door vrije koeling geen koeltorens of koelconvectoren vereisen.

Bij de referentie is hierbij uitgegaan van warmteopwekking met een HR CV ketel, voor koudelevering wordt een compressiekoelmachine ingezet. De varianten energiezuinig en individuele warmtepomp zijn hierbij niet relevant. Bij de variant WP collectief wordt uitgegaan van een CO₂ reductie van 35%, bij de biomassa van 100% en bij de restwarmtelevering van 75%. Bij de collectieve warmtepomp wordt uitgegaan van vrije koeling. Met name van de koudelevering mag een aanzienlijke energiebesparing (ten opzichte van compressiekoeling) verwacht worden, naast aanzienlijke comfortaspecten (prettiger koeling, voorkomen van geluidsoverlast en visuele hinder van condensorbatterijen op de daken). Bij de andere varianten is deze als PM opgenomen omdat niet bekend is hoe deze zal worden gerealiseerd.

Naast besparing op de warmte en koude voorziening zijn ook aanzienlijke besparingen te realiseren door toepassing van energiezuinige verlichting e.d.

Kosten

De kosten van de verschillende concepten zijn zeer sterk afhankelijk van de uiteindelijke energievraag, de planning etc. Dit geldt zowel voor de conventionele variant met gaslevering als de verschillende andere mogelijkheden. Indicatie worden hier de resultaten van een recente aanbesteding geanonimiseerd weergegeven. Het gaat hierbij om een bedrijventerrein met een aantal verschillende functies. Het totale terrein bedraagt ca. 100.000 m², voor de functies bedrijfsverzamelgebouw met een oppervlakte van 20.000 m² is de aanbesteding opgenomen in figuur 19. De conventionele variant is hierbij de situatie met een gasaansluiting, de variant A is die met een collectieve warmtepomp voor de bedrijven, variant B is de situatie met een warmtepomp en bron per bedrijf, variant C is een aanbesteding met biomassa (deze kosten zijn mogelijk bij aansluiting van het hele terrein). De kapitaalslasten zijn annuïtair bepaald op basis van een rentepercentage van 5% en per onderdeel afgestemd op een normale afschrijftermijn.



Figuur 19. Geanonimiseerde resultaten van een aanbesteding

Uit deze resultaten blijkt dat een systeem met WKO of biomassa in beginsel economisch rendabel geboden kan worden. De CO₂ reductie varieert hier van ca 40% bij A en B tot 90% bij C.

6.9 Kenniswerf

Regionaal Opleidingen Centrum Zeeland is een instelling voor middelbaar beroepsonderwijs en volwasseneneducatie met locaties in Vlissingen, Middelburg, Goes, Zierikzee en Tholen.

Ten behoeve van de bestaande bouw en de nieuwbouw heeft het ROC het voornemen gehad deze te voorzien van warmte en koude uit een WKO installatie. Op basis van informatie van haar adviseur heeft zij besloten hiervan af te zien omdat uit een korte inventarisatie van de mogelijkheden de conclusie is getrokken dat er slecht een zeer beperkte hoeveelheid water onttrokken kan worden aan de bodem.

ROC heeft aangegeven, samen met de Hogeschool, in te zijn voor het zoeken naar duurzame oplossingen voor de invulling van de energievraag. In een te realiseren techniekruimte is zij voornemens twee dieselmotoren te plaatsen met een turbine voor eigen elektriciteitsopwekking. De warmte zal aan de eigen gebouwen geleverd gaan worden.

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

1. De ambitie van de gemeente behelst het realiseren van een EPL van 7,2. Deze kan gehaald worden met een energiezuinige variant op de traditionele levering van aardgas en elektriciteit (met extra maatregelen), verschillende collectieve varianten voor warmtelevering (collectieve warmtepomp, biomassa en warmteschip) en de variant met individuele warmtepompen op een collectieve bron. De variant met warmtelevering door middel van biomassa scoort hierbij het hoogst.
 - De variant 'energiezuinig' levert energiebesparing op door de efficiënte ventilatie via CO₂ gestuurde roosters en zonneboilers voor warm tapwater. Door de luchttoevoer aan te passen aan de benodigde luchtkwaliteit wordt overbodige ventilatie voorkomen. Door toepassing van zonne-energie wordt verder bespaard op gas voor tapwater. Extra aandachtspunt is hier de architectonische inpassing van de zonneboilers.
 - Warmtelevering met collectieve warmtepompen is een goede optie voor beide locaties. Vooral bij appartementen en kleinere (huur)woningen verdient deze de voorkeur in verband met de lagere kosten en geringer ruimtebeslag in de woning. Organisatorisch en psychologisch is dit bij gestapelde bouw makkelijker (er is een gezamenlijkheid van verhuur of Vereniging van Eigenaren die kan beheren).
 - Bij grondgebonden, vrijstaande of halfvrijstaande woningen vindt bij voorkeur opwekking in de woning met een individuele warmtepomp plaats. Dit ter voorkoming van hoge leidingverliezen. Ook sluit dit psychologisch en organisatorisch beter aan bij de 'eigen woning'. Nadere uitwerking zal duidelijk maken in welk type woningen een individuele dan wel een collectieve warmtepomp het meest geschikt is.
 - De varianten met biomassa en restwarmtelevering met het warmteschip zijn in beginsel goede opties en leveren bovendien de hoogste EPL score met resp. 9,7 en 8,3. De hoge score van biomassa wordt mede veroorzaakt doordat hiermee ook energie op de locatie wordt opgewekt. In het Dokkershaven gebied is geen ruimte voor een biomassa centrale. Deze kan wel in of nabij het Edisongebied gerealiseerd worden. Hierbij kan goed aangesloten worden bij de ontwikkelingen voor de energievoorziening van de kenniswerf (ROC en Hogeschool). Restwarmtelevering per schip dient nader onderzocht te worden in een haalbaarheidstudie. Gezien de onmogelijkheden van afmeren dicht bij het Dokkershavengebied kan deze nog niet ingezet worden bij aanvang van de ontwikkeling van dit gebied.
2. De varianten met warmtepompen leveren het voordeel dat de woningen kunnen worden gekoeld. Dit betekent een meer comfort en een grotere gebruikskwaliteit van de woningen. In de referentie en de variant energiezuinig is geen rekening gehouden met levering van koeling. Als de kosten voor koeling hierbij ook meegenomen zouden worden zouden de warmtepompvarianten vergelijkbaarder zijn en veel gunstiger presteren: naast meerkosten bij de referentie en variant energiezuinig is het comfort van de koeling bij de warmtepompen via de vloer comfortabeler dan luchtkoeling. Bij de varianten met biomassa en het warmteschip is eveneens geen rekening gehouden met levering van koeling. Optioneel kan hier koude geleverd worden door toepassing van een absorptiekoelmachine gevoed door de geleverde (rest)warmte.
3. Vanwege de ruime beschikbaarheid van (zout) oppervlaktewater kan deze ingezet worden als bron voor de warmtepompen. Daarbij verdient de materiaalkeuze extra aandacht vanwege het hoge chloride gehalte van het water. Toepassing van warmtepompen met grondwater als bron

(open bron) is niet mogelijk vanwege de slechte doorlaatbaarheid van de bodem. Voor kleinere deellocaties met grondgebonden woningen zou toepassing van individuele warmtepompen met gesloten collectoren een terugvaloptie kunnen vormen, waarbij geldt dat de bodemgeschiktheid hiertoe ook beperkt is, hetgeen kostenverhogend werkt.

4. In beginsel lijkt warmteonttrekking uit de restwarmte van de afvalwaterzuivering interessant. Deze kan via een goedkopere transportleiding naar de locatie vervoerd worden. Nadere studie naar de bron is vereist.
5. Omdat de bewoners aangesloten op een collectief systeem geen vrije keuze van energieleverancier hebben dient rekening gehouden te worden met goede contractafspraken aangaande de prestaties (technisch, energetisch), de tariefstelling en de indexatie van de tarieven.
6. De extra investeringen voor de benodigde maatregelen om de EPC te reduceren kunnen gecompenseerd door lagere energielasten in de woningen. Voor de koopwoningen kan deze compensatie inzichtelijk gemaakt worden door de lagere energielasten te relateren aan de hogere hypotheeklasten. Het financieren van maatregelen kan op diverse manieren. De mogelijkheid van financiering door externe partijen bij outsourcing verlaagt de initiële investering, waarbij fiscale voordelen door andere partijen benut kunnen worden om de exploitatie van een duurzame energievoorziening te financieren. Het gewijzigde woningwaarderingstelsel, in voorbereiding, en de in werkingtreding van de EPBD leveren realistische opties om de energiestatistiek te waarderen. Energiebesparende maatregelen zijn zo te financieren zonder verhoging van de totale woonlasten. Laatste optie is het goed aanprijzen van een energiezuinige woning bij toekomstige kopers van de woningen door bijvoorbeeld voorlichting aan makelaars. Voordeel voor de koper zijn de lagere energielasten en het betere comfort.
7. In de studie is gerekend met standaard referentiewoningen, welke overeenkomen met de huidige bouwopgave. In de uiteindelijke bouwopgave zullen de resultaten, afhankelijk van de te realiseren woning, iets afwijken. Grotere woningen in compacte bouw zullen beter scoren, kleinere woningen met meer buitenoppervlak zullen minder presteren. Met verschillende maatregelen kan per woningtype of bouwphase gedifferentieerd worden. Hierbij zal de tijd ook nieuwe technieken voortbrengen en de efficiency van bestaande technieken toenemen.
8. Het EPL model heeft geen geldigheid voor de utiliteit. De besparingen die hier gerealiseerd kunnen worden zijn in principe vergelijkbaar. Voor de variant met de warmtepomp geldt dat de besparingen echter hoger zullen zijn omdat met het oppervlakte water in de koelvraag voorzien in wordt, in plaats van met energie onzuinige koelmachines. Bij WKO installaties in de utiliteit worden zo besparingen van 60 tot 80% op het gebouwgebonden gebruik gerealiseerd. Bovendien leveren deze geen geluidsoverlast op. Bij aansluiting van utiliteit op de collectieve varianten neemt de dichtheid van de warmtevraag toe, wat een gunstiger economisch draagvlak levert. Ter oriëntatie zijn de kosten uit een recente aanbesteding voor een bedrijventerrein opgenomen. Hieruit blijkt dat zowel met een variant met warmtepompen als met biomassa een concurrentiele prijs gerealiseerd kan worden.

7.2 Aanbevelingen

1. Realiseer in alle woningen de eenvoudige maatregelen om te komen tot een duurzaam casco zoals bij de referentie ('energiezuinig') is opgenomen. Een aantal maatregelen om de EPC te verlagen is uitwisselbaar. Om te voorkomen dat de gebouwschil wordt verslechterd wanneer een energiezuinig systeem wordt toegepast wordt geadviseerd minimum eisen aan de gebouwschil vast te leggen. Deze zullen aan de ontwikkelaars opgelegd moeten worden bij uitgifte van de grond. Toepassing van vloerverwarming kan ook opgenomen worden als

onderdeel van de duurzame gebouwschil: deze levert niet alleen een aandeel in de duurzaamheid maar levert eveneens een verhoging van de gebruikskwaliteit, zowel in de woningen als in de utiliteit.

2. In een haalbaarheidstudie kan nader onderzocht worden wat de meest optimale bron is voor de warmtelevering.
 - Biomassa, met de hoogste resulterende EPL is de beste mogelijkheid. Deze kan het beste in het Edisongebied ingepast worden. Overweeg de mogelijkheid van warmtelevering via een warmteleiding naar Dokkershaven via een koppeling onder het kanaal van Walcheren.
 - De mogelijkheid van de restwarmtelevering via het schip verdient een nader onderzoek.
 - Bij warmtelevering met warmtepompen kan de meest optimale bron onderzocht worden: onttrekking van warmte van het oppervlaktewater of vanuit de restwarmte van de AWZI.
 - Bij het nader onderzoek gaat het om de haalbaarheid van:
 - Edisongebied: biomassa en het koudevraagstuk d
 - Dokkershaven: warmtepompen (individueel en collectief) op oppervlaktewater (haven kanaal)
 - Idem de biomassamogelijkheid bezien a.h.v. kostenindicatie van aanleg van een leidingstracé onder het kanaal.
 - Geheel gebied: restwarmteonderzoek vanuit Sloegebied
3. Aanbevolen wordt een Plan van Aanpak op te stellen waarin de te nemen stappen voor het vervolgtraject worden opgenomen. Dit plan behelst de onderdelen:
 - Uitvoering voorstudie haalbaarheid van de drie beschreven opties voor warmtelevering (warmtepompen, biomassa en restwarmtelevering). In dit plan zal onderscheid gemaakt moeten worden naar de stappen aangaande de productie en de distributie.
 - Stappen te nemen in de bestuurlijke besluitvorming. Er zal een besluit in het kader van de BAEI genomen moeten worden op welke wijze de energievoorziening wordt aanbesteed. In een uit te voeren BAEI procedure heeft de gemeente de mogelijkheid haar eisen in het kader van de duurzaamheid in beeld te brengen.
 - Het College van B&W zal een besluit voor de energievoorziening (gas of warmte) moeten nemen en dit vastleggen in de Bouwverordening voor de locatie.
 - Keuze op welke wijze uitvoering gegeven gaat worden aan de energieconcepten en welke partijen hierin optreden. Op dit moment kunnen de grote utilitaire partijen, o.a. die van het onderwijscluster, hierbij betrokken worden
 - Bepaling van het aanbestedingstraject. Deze aanbesteding is afhankelijk van de partijen die opereren: Voor beide locaties gezamenlijk of per deellocatie cq deelfase, Europees of niet-Europees, openbaar of niet openbaar met voorselectie etc.
 - Communicatieplan: intern en extern
 - Opstellen van het leveringscontract.

Overwogen kan worden de haalbaarheidstudies niet uit te zetten maar in een aanbestedingstraject de verschillende mogelijkheden aan de markt te overleggen en hen een geschikte aanbieding te laten doen.
4. Tariefstelling bij warmtelevering vindt nu veelal plaats op basis van het NMDA principe. Aanbevolen wordt in een aanbesteding nadrukkelijk te vragen op welke wijze tariefstelling, en dan vooral indexering plaats vindt. Aanbevolen wordt aan te sluiten bij een systeem gebaseerd op werkelijke en redelijke kosten.
5. Het pakket van de variant 'energiezuinig' kan als terugvaloptie gebruikt worden. Deelplan 1 is reeds in ontwikkeling. Hiermee kan niet meer aangesloten worden op een eventuele collectieve voorziening. Aanbevolen wordt de woningen hier uit te voeren als energiezuinige variant. Voor de koopwoningen wordt aanbevolen in de communicatie bij de verkoop de mogelijkheden van het meefinancieren van de meerkosten in de hypotheek op te nemen. Met groenfinanciering of de klimaathypotheek kan een lagere rente verkregen worden Voor de huurwoningen wordt

aanbevolen wegen te zoeken om enerzijds te proberen de reductie aan woonlasten in de huur te (gaan) verdisconteren en anderzijds mogelijkheden aan te wenden om meerkosten te kunnen verevenen in de exploitatie.

6. Hoewel er op dit moment geen subsidiemaatregelen beschikbaar zijn om tegemoet te komen in de meerkosten van duurzame (energie) wordt geadviseerd alert te zijn op mogelijkheden die, naar verwachting, door het nieuwe kabinet geschapen zullen worden. Zowel voor nadere studie van de warmteleveringsvarianten als ook de investeringen zijn mogelijk wel financiële middelen vrij te maken door de provincie of zijn er mogelijkheden in subsidieregelingen als de UKR en EOS. Investerings in duurzame bedrijfsmiddelen genieten een fiscaal voordeel in het kader van de EIA regeling.
7. Binnen de studie staan energie en comfort centraal. Uitwerking van dit thema zal in evenwicht met de andere (milieu)kwaliteiten dienen te gebeuren. Aanbeveling is daarom ambities voor de bredere woonkwaliteit in kaart te brengen en mogelijkheden in de afweging te betrekken met een prestatie-instrument GPR Gebouw 3.1. Daarin zijn een Consumentenlabel (voor herkenbaarheid bij de woonconsument) en een module Materialen opgenomen die betrouwbare resultaten op basis van levenscyclusanalyse (LCA) benadering levert.
8. Ten slotte, er blijkt een grote hoeveelheid restwarmte beschikbaar bij bedrijven in het nabijgelegen Sloegebied. Naast hoogwaardige warmte (temperatuur 70 tot 90°C) is ook een zeer grote hoeveelheid laagwaardige warmte beschikbaar. Het is economisch moeilijk rendabel te krijgen om deze warmte naar de stad Vlissingen te transporteren. Aanbevolen wordt daarom in samenwerking met de provincie en, bij voorkeur ook met de bedrijven uit het Sloegebied, een onderzoek in te stellen naar nuttige toepassing van de restwarmte. In dit onderzoek zullen de volgende onderwerpen centraal staan:
 - in kaart brengen van de afzetgebieden van warmte.
 - wijzen van onttrekken van de warmte uit de processen
 - wijze waarop een match te maken is tussen leveranciers van restwarmte en warmtevragers?Tevens zal actief onderzocht moeten worden hoe restwarmteafnemers naar het terrein gehaald kunnen worden. Te denken is hier bv aan warmte-intensieve industrie, droging van biomassa ed.
9. De collectieve varianten leveren de meeste aandachtspunten voor de uitwerking van MER. Indien gekozen wordt voor warmteonttrekking vanuit het oppervlaktewater in het Dokkershaven gebied zullen de consequenties beperkt zijn: er zal een technische ruimte met pompproducties en warmtewisselaar gerealiseerd moeten worden. Hiervan is een beperkte geluidsbelasting te verwachten. Het leidingstracé is ondergronds. In het bestemmingsplan (of de bouwverordening) zal vastgelegd moeten worden dat er geen gas aangelegd wordt ten behoeve van de individuele woningen. Bij toepassing van biomassa voor het Edisongebied (of er direct naast) zal in het bestemmingsplan opgenomen moeten worden dat deze is toegestaan (er zal rekening gehouden moeten worden met milieucategorie 3 of 4). In overleg met de gemeente. Voor het MER zijn de kwaliteit van de rookgasreiniging, de geluidbelasting, de aanvoerbewegingen (vrachtverkeer), stofuitstoot en eventueel beeldkwaliteit van belang. Vanwege de verschillende voorgestelde varianten per gebied zijn zij vrij ongevoelig voor tijdspad van ontwikkeling van de andere locatie. Indien gekozen wordt voor levering van warmte (biomassa of schip) vanuit het Edisongebied naar Dokkershaven zal of eerst de installaties op het Edisongebied uitgerold moeten worden of, bij latere ontwikkeling van Edisongebied, rekening gehouden moeten worden met tijdelijke voorzieningen voor warmteopwekking in Dokkershaven.
10. De consequenties van warmtelevering met het schip zijn vooral te definiëren op grond van de visuele kwaliteit, het ruimtebeslag en de transportbewegingen over het water.

Begrippenlijst

CO ₂	Kooldioxide, een broeikasgas dat onder andere ontstaat bij verbranding van fossiele brandstoffen.
CW-klasse	Een label, ontwikkeld door de Stichting Energie Prestatie Keur, waarmee basiseisen als tapdrempel, wachttijd, gelijkmatigheid van temperatuur en rendement kunnen worden vergeleken.
EIA	Energie-investeringsaftrek. De energie-investeringsaftrek is een fiscale aftrekregeling die ondernemers die investeren in energiebesparende bedrijfsmiddelen en duurzame energie, een direct financieel voordeel biedt. Minimaal veertig procent van de jaarinvesteringskosten (aanschaf- en voortbrengingskosten) van deze bedrijfsmiddelen is aftrekbaar van de fiscale winst over het kalenderjaar waarin het bedrijfsmiddel is aangeschaft. De Energielijst bepaalt welke bedrijfsmiddelen voor EIA in aanmerking komen.
EPC	Energieprestatiecoëfficiënt: maat voor de energetische eigenschappen van een gebouw of een gedeelte daarvan berekend volgens de vigerende Energieprestatienorm (EPN; NEN 5128).
EPL	Energieprestatie op Locatie. Dit is een maat voor het energiegebruik van een locatie (woonwijk). Hoe hoger, hoe beter. Bij realisatie van woningen conform Bouwbesluit wordt een EPL van 6,6 gerealiseerd. Bij een EPL van 10 is al het energiegebruik in de wijk CO ₂ vrij.
EPBD	Energy performance Buildings Directive. Europese richtlijn die aanwijzingen geeft voor energiebesparing in de gebouwde omgeving. Het energielabel in wording is hiervan een uitvloeisel. Het energielabel, vanaf 2009 verlicht bij mutatie van woningen, geeft een beoordeling van de energetische kwaliteit van de woning. Voor nieuwbouw geldt dat de EPC de eerste tien jaar geldigheid zal hebben als energielabel.
LTV	Laag temperatuur verwarmingssysteem. Verwarmingssysteem Installatie ten behoeve van ruimteverwarming waarbij de aangesloten verwarmingsinstallaties bij ontwerpcondities voldoende vermogen leveren bij een maximale aanvoertemperatuur van 55°C en een maximale retourtemperatuur van 35°C.
Niet-meer-dan-anders	Het beginsel op grond waarvan de kosten voor de verbruikers van ruimteverwarming en van warm tapwater, het vastrecht (jaarlijkse bijdrage), de energieprijzen (kosten per m ³ gas of GJ) en aanschaf en onderhoud van het verwarmingssysteem en de warm tapwater-installatie, gemiddeld niet hoger mogen zijn dan wanneer deze verbruikers door het afnemen van gaslevering, met als referentie een HR 107 combiketel in een nieuwbouwwoning, in deze behoeften zouden voorzien.
PV panelen	Photovoltaïsche zonnepanelen zijn zonnepanelen waarmee zonlicht omgezet kan worden in elektriciteit

Bijlage 1. Fasering planning Dokkershaven

Fasering Masterplan Scheldekwartier (Dokkershaven), 26 juni 2007



tabel bijlage 1 Fasering planning Dokkershaven

jaartal	deelplan	soort	aantal
2007-2008	centrum	appartementen	63
		grondgebonden	36
2007-2012	Dok	appartementen	427
		grondgebonden	0
2009-2020	Dorp	appartementen	243
		grondgebonden	327
2011-2020	Haven	appartementen	528
		grondgebonden	0
2014-2015	Houtkade	appartementen	107
		grondgebonden	41
		totaal	1772

Bijlage 2. Warmte-koudeopslag

Warmtepomp

Een warmtepomp is een verwarmingstoestel waarmee warmte van een lage temperatuur (bijvoorbeeld grondwater van 10°C) wordt omgezet naar een hogere temperatuur om te gebruiken voor ruimteverwarming en warmtapwater. Hiervoor dient een relatief kleine hoeveelheid energie te worden toegevoerd aan de compressor van de warmtepomp. De warmtepomp heeft hiermee een opwekkingsrendement van 130 tot 180%. Warmtepompen leveren een aanzienlijke bijdrage aan de verlaging van de EPC.

In de basis bestaat een systeem met warmtepompen uit de onderstaande onderdelen:

- bron;
- opwekking;
- afgifte.

Met deze basisopbouw kunnen verschillende logische systeemconcepten worden uitgewerkt.

Bron

De in Nederland meest gangbare bronnen waar energie aan kan worden onttrokken zijn:

1. Uit de woning afgezogen ventilatielucht. Deze wordt vooral gebruikt in warmtepompboilers.
2. Warmte onttrokken aan de bodem door een verticale of horizontale bodemwarmtewisselaar. Bodemwarmtewisselaars bestaan uit een of meerdere U-lussen. Horizontale systemen liggen op ca. 1 tot 3 meter diepte, waarbij een aanzienlijk oppervlak grond vereist is. Verticale bodemwisselaars worden diep in de bodem aangebracht door sondering of boring.
3. Warmte onttrokken uit grondwater. Het temperatuurniveau van grondwater in diepe zandlagen op ongeveer 50 à 150 m diepte is gedurende het gehele jaar circa 12°C. Om dat te benutten dient een bronnensysteem aangelegd te worden waarmee het grondwater uit een diepere watervoerende laag (aquifer) kan worden opgepompt. Ten behoeve van de grondwateronttrekking dienen zowel een onttrekkingbron als een injectiebron te worden aangelegd. Tussen grondwater en warmtepomp moet een warmtewisselaar worden geplaatst om vervuiling van het grondwater en de warmtepomp uit te sluiten.
4. Warmte uit oppervlaktewater. Indien in de nabijheid voldoende oppervlaktewater, bijvoorbeeld uit een rivier, meer of zee en, voor kleinere projecten, een vijver beschikbaar is kan deze als bron fungeren.

Andere mogelijkheden van warmteonttrekking zijn:

5. Warmte uit buitenlucht door een warmtewisselaar. Met behulp van een ventilator wordt buitenlucht aangezogen en door een warmtepomp in temperatuur omhoog gebracht. Een nadeel is dat deze energiebron anticyclisch is: de grootste warmtevraag doet zich voor als de buitentemperatuur laag is.
6. Warmte gewonnen uit een energiedak of asfaltcollectoren. Met behulp van collectoren wordt door middel van de opvallende zonnewarmte warmte onttrokken aan de buitenlucht. Deze bron wordt vooral toegepast voor regeneratiedoeleinden: deze bron kan worden gebruikt om de in een aquifer opgeslagen energie aan te vullen, als de onttrokken en opgeslagen warmte in zomersituatie niet voldoende is om in de winter aan de warmtevraag te voldoen.
7. Restwarmte. Deze kan verkregen worden uit interne of externe bronnen. Interne bronnen zijn bijvoorbeeld afvoerlucht van het ventilatiesysteem of rioolwater. Externe bronnen worden gevormd door restwarmte van industriële processen, elektriciteitscentrales of koelbehoeften van gebouwen in de nabijheid.

De toepasbaarheid van een bron hangt af van:

- het temperatuurniveau en de warmteoverdrachtseigenschappen;
- de beschikbaarheid, zowel geografisch als in de tijd;
- de grootte en complexiteit van de installatie voor het bruikbaar maken van de bron;
- de investeringskosten en de kosten voor onderhoud en exploitatie.

Efficiënte bronnen zoals grondwater of de bodem zijn voor individuele toepassingen relatief kostbaar in verband met de benodigde installaties. Het collectieve gebruik dergelijke bronnen (voor meerdere individuele warmtepompen) of het tegelijkertijd realiseren van de bronnen in grotere projecten is daarom vaak voordelig.

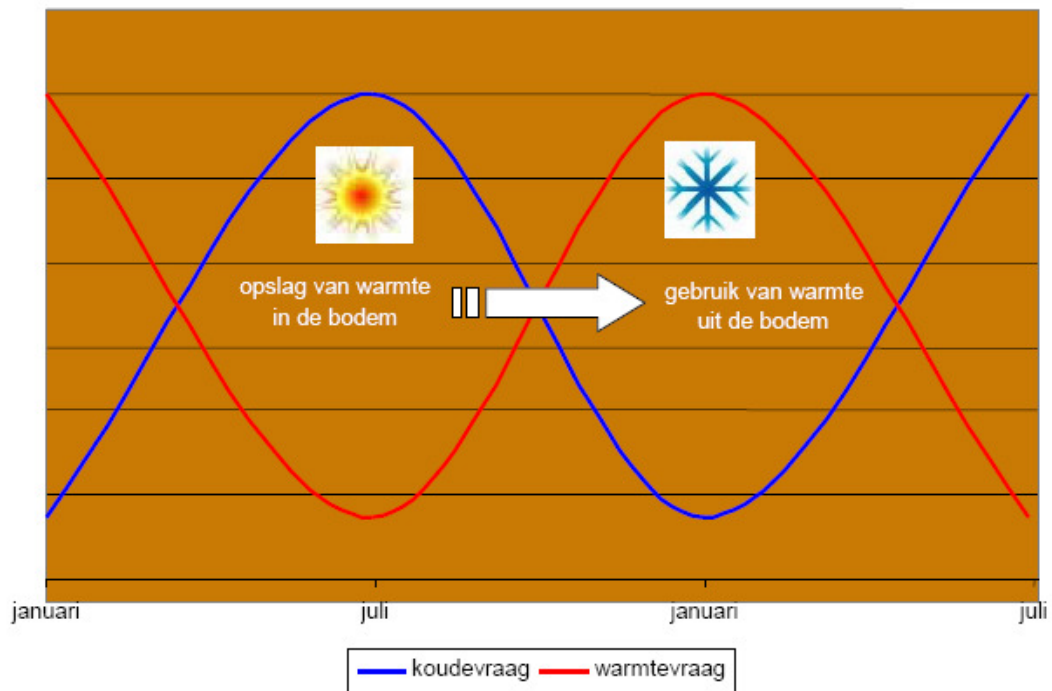
Soorten warmte- en koudeopslagsystemen

Een doorstroom- of recirculatiesysteem (RC) is een energiesysteem waarbij grondwater altijd uit één put wordt onttrokken en het afgekoelde dan wel opgewarmde water weer via een andere put in de bodem wordt geloosd. Deze systemen zijn geen echt warmte/koude opslagsystemen, omdat in dergelijke systemen het niet het beoogde doel is om een 'warme' en 'koude' bel te creëren. Dit is wezenlijk anders dan de "echte" warmte- en koudeopslag, waarbij juist getracht wordt een voorraad koud of warm water in stand te houden. Er is geen sprake van periodieke omdraaiing van de stromingsrichting in het systeem. Naast de eventueel benodigde ontheffingen van de boringsvrije zone of een Gww-vergunning is op deze systemen het Lozingenbesluit bodembescherming van toepassing, omdat er in een deel van het jaar sprake is van lozen van ter plaatse opgepompt grondwater waaraan warmte is toegevoegd. Dit besluit geldt ongeacht de grootte van dit soort systemen of de temperatuurverschillen. De noodzaak van deze ontheffing is vaak onbekend en onbegrepen. Bovendien zitten aan een dergelijke ontheffing nogal wat haken en ogen en behoorlijk zware wettelijke verplichtingen van monitoring en analyses.

Bij seizoenopslag wordt 's zomers het warmteoverschot opgeslagen en 's winters weer onttrokken (figuur B1). Door water op te pompen en haar 'warmte' af te geven aan de warmtepomp koelt het af.

Door dit relatief koudere water terug te brengen in de bodem neemt de temperatuur van het grondwater ter plaatse van de infiltratiebron af. Na enige tijd infiltreren ontstaat een 'bel' koud grondwater rondom de infiltratiebron. Wordt er in het volgende seizoen grondwater onttrokken uit de gevormde koude bron, dan wordt dit koude water aan een koelinstallatie van een gebouw of proces toegevoerd, waar het wordt gebruikt voor koeling. Het water neemt warmte uit het gebouw op en brengt het opgewarmde water terug in de bodem. Behalve een koude bron ontstaat nu ook een warme bron. De warmte kan in de winter gebruikt worden voor verwarming van het gebouw via de inzet van warmtepompen (zie figuur B2).

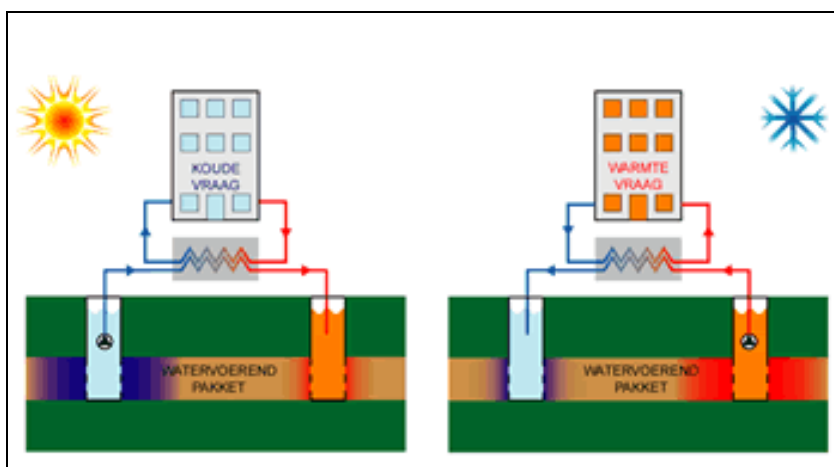
Dit soort systemen wordt toegepast in de woningbouw, de utiliteit, op bedrijventerreinen en in de glastuinbouw. Het is geschikt voor zowel nieuwbouw als renovatie/herstructurering.



Figuur B1: Opslag van warmte in de zomer en gebruik van warmte in de winter [Bron: if Technology]

Lange termijn warmteopslag kan plaatsvinden in:

- Een 'aquifer'. Dit is een watervoerende bodemlaag. Een voor warmteopslag geschikte aquifer bestaat meestal uit een zandlaag die is omgeven door 'waterdichte' (horizontale) lagen klei. De grondwaterstromen in de zandlaag mogen slechts een beperkte snelheid hebben om warmteverliezen te beperken. Er is slechts weinig energie nodig om het opslagmedium rond te pompen. Daardoor zijn bodemopslagsystemen zeer energiezuinig en een prima alternatief voor conventionele warmte/koudeopwekking.
- Een watervoorraad. Diverse uitvoeringen zijn mogelijk zoals een metalen of betonnen tank, of een in de bodem uitgegraven put met bekleding.
- Buizenstelsel in zand-, klei- en veenlagen. De warmte wordt via een buizenstelsel aan de bodem afgegeven en weer teruggewonnen. De buizen kunnen ook opgenomen zijn in heipalen. Ook bij het buizenstelsel mogen de grondwaterstromen natuurlijk niet te groot zijn.



Figuur B2 Principeschema open systeem [Bron: if Technology]

In de woningbouw wordt seizoenopslag in toenemende mate toegepast door warmteopslag in de bodem in grondcollectoren (gesloten bronnen) en in diepere zandlagen (aquifer: open bronnen genoemd).

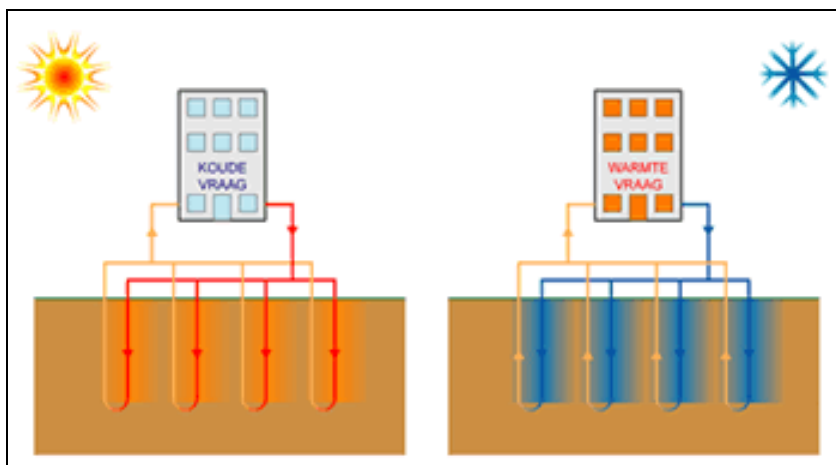
Open en gesloten

De termen "open systemen" en "gesloten systemen" duiden op het al dan niet oppompen van het opslagmedium.

Open systemen. Deze onttrekken energie uit grondwater dat wordt opgepompt door middel van één of meerdere bronnen. Ze worden ook wel grondwatersystemen genoemd.

Gesloten systemen. Deze onttrekken energie door middel van – bijvoorbeeld – lussen die in de bodem zijn geplaatst. Ze worden ook wel bodemwarmtewisselaarsystemen genoemd. Bij gesloten systemen wordt een transportmedium (meestal leidingwater, eventueel met toevoeging van een antivriesmiddel) door lussen in de bodem gepompt. De bodem geeft haar temperatuur, die door het jaar heen vrij gelijk is, af aan deze vloeistof.

Een bodemwarmtewisselaarsysteem bestaat uit verticaal of horizontaal in de bodem aangebrachte gesloten warmtewisselaars in de vorm van kunststof slangen of lussen. Horizontale systemen liggen op ca. 1 tot 3 meter diepte, waarbij een aanzienlijk oppervlak grond vereist is. Verticale bodemwisselaars worden diep in de bodem aangebracht door sondering of boring (figuur B3).



Figuur B3: Principeschema gesloten systeem (verticale bodemwarmtewisselaar) [Bron: if Technology]

Bij zowel open als gesloten systemen zijn het opslag- en transportmedium gescheiden van het afgiftesysteem in het gebouw. Hierdoor wordt het grondwater niet blootgesteld aan externe invloeden en worden verontreinigingen in de bodem voorkomen.

Naar schatting zijn meer dan 90% van de projecten in Nederland open systemen en zijn de overige 10% gesloten systemen.

Toepassing van bodemwarmtewisselaarsystemen met warmtepompen vindt voornamelijk plaats in de individuele woningbouw, kleinschalige utiliteitsbouw en in de agrarische sector. Bij grotere vermogens is het interessanter om open systemen te realiseren gezien de investeringskosten en de mogelijke besparingen. Bovendien is de inpasbaarheid van een lussenveld in het terrein bij grotere systemen vaak een belemmering (er is te weinig ruimte beschikbaar).

Bijlage 3. Bodemgeschiedenis

1 Inleiding

W-E adviseurs heeft door Syncera, Arnhem onderzoek laten doen naar de bodemopbouw en geohydrologie op de locaties Dokkershaven en Edisongebied te Vlissingen. De coördinaten van het midden van de Dokkershaven zijn: (x, y) = 29.400, 385.575. De coördinaten van het midden van het Edisongebied zijn: (x, y) = 29.990, 386.000.

De brongegevens voor deze quickscan zijn afkomstig van het DinoLoket van TNO-NITG. Via dit loket zijn gegevens van honderdduizenden boringen in de Nederlandse ondergrond beschikbaar. Daarnaast zijn via het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (REGIS) van TNO-NITG gegevens verkrijgbaar over de stratigrafische en geohydrologische eigenschappen van de Nederlandse ondergrond. Ook deze gegevens zijn gebruikt voor deze quickscan. In tabel 1 zijn basisgegevens weergegeven van de voor de Dokkershaven en het Edisongebied beschikbare boringen. In figuur 1 zijn de boringen weergegeven op een kaart van de omgeving rondom de locaties.

Naam	x	y	Afstand tot locatie	Einddiepte	Bron	Kwaliteit
B48C0081	29.625	385.285	367 m t.o.v. Dokkershaven	71,7 m –mv	DINO & REGIS	B
B48C0131	29.280	385.350	255 m t.o.v. Dokkershaven	157,5 m –mv	DINO & REGIS	E
B48C0044	29.300	386.120	554 m t.o.v. Dokkershaven	108,0 m –mv	DINO & REGIS	C
B48C0071	29.900	385.995	90 m t.o.v. Edisongebied	75,0 m –mv	DINO	C
B48D0017	30.155	386.115	201 m t.o.v. Edisongebied	160,0 m –mv	DINO	C
B48D0046	30.694	385.800	732 m t.o.v. Edisongebied	47,3 m –mv	DINO & REGIS	B

Toelichting kolom 'Bron': DINO (= Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond) en REGIS (=Regionaal Geohydrologisch Systeem) zijn systemen van TNO Bouw en Ondergrond (voorheen TNO-NITG). De boorbeschrijvingen zijn opgevraagd via DINO, de stratigrafische en geohydrologische interpretaties van boringen zijn —voor zover beschikbaar— uit REGIS gehaald.

Toelichting kolom 'Kwaliteit': De kwaliteitscodes geven een indicatie van het aantal gevulde velden in de boorbeschrijving. Het zegt niets over de kwaliteit van de gegevens in die velden. A=veel gevuld, E=weinig gevuld. Doorgaans zijn zelfs bij de boringen met weinig gevulde velden wel de noodzakelijke velden zoals grondsoort en indicatie van de korrelgrootte gevuld.

Afstanden zijn bepaald t.o.v. 'midden' van locatie.

Tabel 1 Gehanteerde boringen voor locaties Dokkershaven en Edisongebied te Vlissingen



Figuur 1. Kaart van de omgeving rondom de locaties 'Dokke rshaven' (rood) en 'Edison gebied' (geel) te Vlissingen

inclusief de gehanteerde boringen (bruin).

2 Geohydrologische beschrijving

Bodemopbouw Dokkershaven

De bodemopbouw, stratigrafie en geohydrologie tot ca. 157,5 m -mv kan worden beschreven op basis van de boring die het meest nabij de locatie (255 m afstand) is gelegen. De verder weg (367 m en 554 m) gelegen boringen, die allebei stratigrafisch en geohydrologisch geïnterpreteerd zijn gebruikt ter controle van de gegevens in de nabij gelegen boring. De diepe ondergrond is tevens beschreven op basis van de in figuur 2a en 2b weergegeven diepteprofielen.

Bodemopbouw Edisongebied

De bodemopbouw tot ca. 75,0 m -mv kan worden beschreven op basis van de boring die het meest nabij de locatie (90 m afstand) is gelegen. De diepere bodemopbouw (tot ca. 160,0 m -mv) is gebaseerd op de boring, die op 201 m afstand gelegen is. De stratigrafie en geohydrologie zijn gebaseerd op een verder weg (732 m) gelegen boring, die wel stratigrafisch en geohydrologisch geïnterpreteerd is en reikt tot een diepte van 47,3 m -mv. Voor stratigrafische en geohydrologische interpretatie van de diepere ondergrond is gekeken naar boringen die ook zijn gebruikt voor de Dokkershaven en naar de in figuur 2a en 2b weergegeven diepteprofielen.

De beschrijving van de lithologie, stratigrafie, geohydrologie en bodemparameters van de ondergrond op de locatie Dokkershaven is als volgt:

Van (m -mv)	Tot (m -mv)	Lithologie	Stratigrafie (Formaties)	Geohydrologie	Bodemparameters kD (m²/dag) of c (dagen)
0	- ca. 7	Afwisseling van hoofdzakelijk klei en enkele fijne zandlagen. Ingeschakeld met veenlagen.	Nieuwkoop (Hollandveen en Basisveen) en Naaldwijk (Walcheren en Wormer)	Deklaag	c = 750 - 4.000
ca. 7	- ca. 23	Fijn tot matig fijn zand, lokaal soms afgewisseld met een enkele kleilaag. Lokaal grindlagen.	Boxtel en Eem	Eerste watervoerende pakket	kD = 1,1 - 16,0
ca. 23	- ca. 24	Donkergrijze klei; zwak siltig en zandig.	Waalre	Eerste scheidende pakket	c = 125 - 670
ca. 24	- ca. 33	Zeer fijn tot fijn zand. Lokaal ook met kleivoorkomens.	Oosterhout	Tweede watervoerende pakket	kD = 0,8 - 11,0
ca. 33	- ca. 51	Klei en leem; zwak siltig tot siltig; matig zandig tot sterk zandig.	Breda en Rupel (Boom)	Tweede scheidende pakket	c = 2.150 - 11.550
ca. 51	- ca. 69	Uiterst fijn tot fijn zand; donkergrijs; zwak tot sterk siltig	Tongeren	Derde watervoerende pakket	kD = 1,3 - 18,0
ca. 69	- ca. 82	Klei; lokaal zandig tot sterk zandig	Tongeren	Derde waterscheidende pakket	c = 1.625 - 8.670
ca. 82	- ca. 118	Afwisseling van klei en zand; eerste 20 m is zand; zand is zwak siltig; klei is zandig	Tongeren	Vierde watervoerende pakket	kD = 2,0 - 36,0
ca. 118	en dieper	Leem	Dongen (Asse)	Hydrologische basis	c = 1.350 - 8.100

N.b. kD is de transmissiviteit (dikte maal doorlatendheid) van het watervoerende pakket;
c is de verticale weerstand van de slechtdoorlatende laag.

Tabel 2 Lithologie, stratigrafie, geohydrologie en bodemparameters van de ondergrond op de locatie Dokkershaven in Vlissingen

De beschrijving van de lithologie, stratigrafie, geohydrologie en bodemparameters van de ondergrond op de locatie Edisongebied is als volgt:

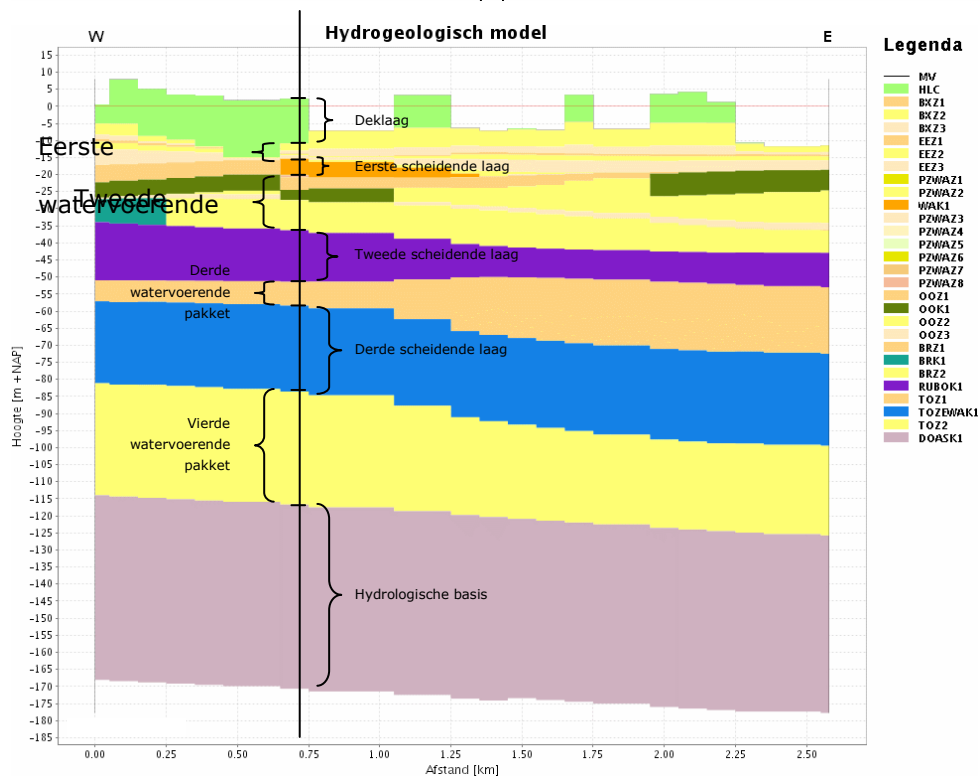
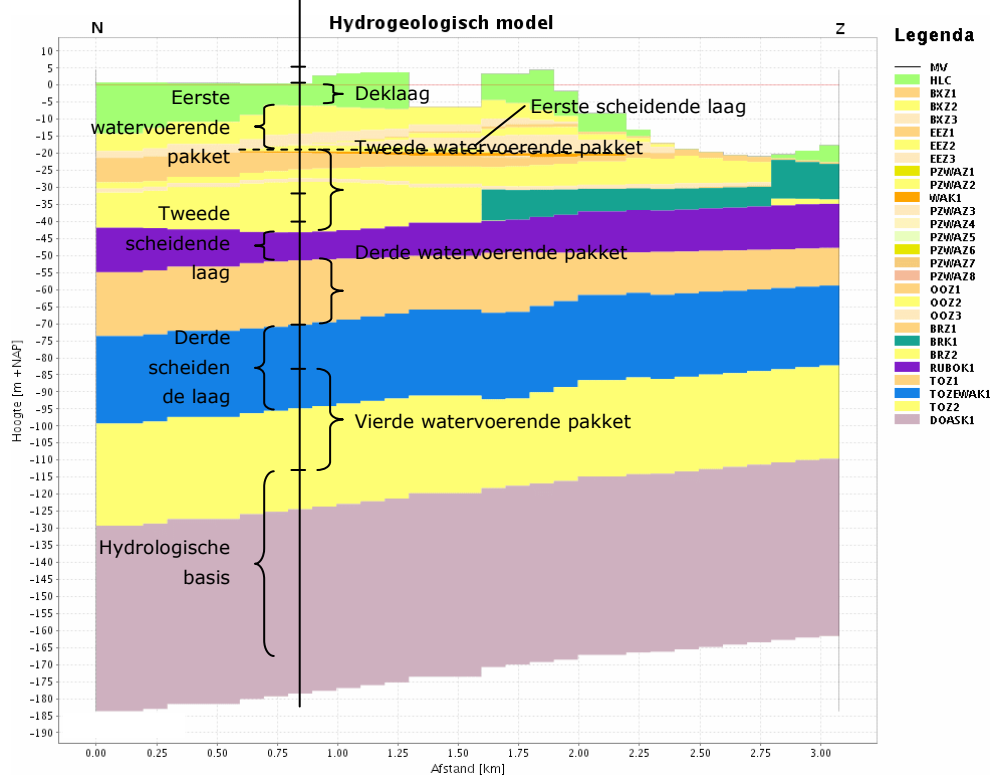
Van (m -mv)	Tot (m -mv)	Lithologie	Stratigrafie (Formaties)	Geohydrologie	Bodemparameters kD(m2/dag) of c(dagen)
0	- ca. 7	Afwisseling van hoofdzakelijk klei en enkele fijne zandlagen. Ingeschakeld met veenlagen.	Nieuwkoop (Hollandveen en Basisveen) en Naaldwijk (Walcheren en Wormer)	Deklaag	c = 750 – 4.000
ca. 7	- ca. 20	Fijn tot matig fijn zand, lokaal soms afgewisseld met een enkele kleilaag. Lokaal grindlagen.	Boxtel en Eem	Eerste watervoerende pakket	kD = 0,9 – 13,0
ca. 20	- ca. 29	Kleig zand en zandige klei.	Waalre en Oosterhout	Eerste scheidende pakket	c = 565 – 3.065
ca. 29	- ca. 47	Fijn zand. Lokaal ook met kleivoorkomens; zwak siltig tot siltig.	Oosterhout en Breda	Tweede watervoerende pakket	kD = 1,3 – 18,0
ca. 47	- ca. 59	Klei; zandig.	Rupel (Boom) en Tongeren	Tweede scheidende pakket	c = 1.500 – 8.000
ca. 59	- ca. 75	Zeer fijn tot fijn zand; lokaal siltig.	Tongeren	Derde watervoerende pakket	kD = 1,1 – 16,0
ca. 75	- ca. 93	Klei	Tongeren	Derde waterscheidende pakket	c = 2.250 – 12.000
ca. 93	- ca. 120	Zeer fijn zand; sterk siltig	Tongeren	Vierde watervoerende pakket	kD = 1,9 – 27,0
ca. 120	en dieper	Leem	Dongen (Asse)	Hydrologische basis	c = 1.350 – 8.100

N.b. kD is de transmissiviteit (dikte maal doorlatendheid) van het watervoerende pakket;
c is de verticale weerstand van de slechtdoorlatende laag.

Tabel 3 Lithologie, stratigrafie, geohydrologie en bodemparameters van de ondergrond op de locatie Edisongebied in Vlissingen

In figuur 2a en 2b zijn het N-Z respectievelijk het W-O profiel door het gebied in Vlissingen weergegeven. Let wel op: de profielen in REGIS zijn gebaseerd op een kleine boringsdichtheid (gemiddeld ca. 1 boring per 3,5 km²). Het profiel geeft dus slechts een globaal beeld. Lokaal kunnen —zeker in de bovenste ca. 50 m -mv— behoorlijke variaties optreden.

Figuur 2a. N-Z dwarsprofiel door Vlissingen (Dokkershaven/ Edisongebied), bron: REGIS.



Figuur 2b. W-O dwarsprofiel door Vlissingen (Dokkershaven/ Edisongebied), bron: REGIS.

De deklaag boven het eerste watervoerende pakket is ca. 7 m dik, zowel in de Dokkerhaven als in het Edison gebied. De scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerende pakket (zoals aangegeven in figuren 2a en 2b) is discontinue binnen het onderzochte gebied. Lokaal komt de scheidende laag niet voor of zit er in het scheidende pakket ook nog een zandlaag van enkele meters dikte (Formatie van Oosterhout). Het zand van de watervoerende pakketten is veelal fijn tot matig fijn en bevat kleivoorkomens. De open verbinding tussen eerste en tweede watervoerende pakket en de heterogeniteit van de samenstelling op verschillende locaties (met ook kleivoorkomens) maken de eerste twee watervoerende pakketten in mindere mate geschikt voor een koude-warmte systeem.

De tweede scheidende laag bestaat uit zandige klei, is continue en is dik (ca. 7 - 15 m). Onder dit pakket ligt de derde watervoerende laag, dat bestaat uit in een ondiep marien milieu afgezette fijne zanden van de Formatie van Tongeren (Laagpakket van Klimmen). Lokaal zijn de zanden siltig en kunnen aanrijkingen met ijzerhydroxiden (bodenvorming) voorkomen. Aan de basis wordt het pakket in het gehele gebied afgesloten door mariene, lagunaire kleien van de Formatie van Tongeren (o.a. Laagpakket van Goudsberg). Dit pakket bereikt lokaal diktes tot wel 20 meter. Gezien de diepte van het derde watervoerende pakket (ca. 60-75 m -mv) en de doorlatendheid ($k_D = 1,1 - 16,0$ m/dag), is het pakket mogelijk geschikt voor een systeem van warmte-koudeopslag.

Het vierde watervoerende pakket, dat zich op een diepte tussen ca. 85 en 120 m -mv bevindt, is door zijn grote diepte minder geschikt voor aanleg van een warmte-koudeopslag. Onder dit pakket van zeer fijn, siltig tot sterk siltig zand dat lokaal wordt afgewisseld met kleilagen, begint de hydrologische basis, de leem van het Laagpakket van Asse van de Formatie van Dongen.

Grondwaterkwaliteit

In het grondwater van het eerste watervoerende pakket is de chlorideconcentratie ca. 16700 mg/l. In het tweede watervoerende pakket is de chlorideconcentratie vergelijkbaar (16200 mg/l). In het derde watervoerende pakket zijn geen metingen verricht. Volgens opgave van de provincie is het chlorideconcentratie gehalte in dit pakket, onder de Boomse klei, 1000-1500 mg/l. Hoewel nog zout wordt dit beschouwd als relatief zoet water dat gemakkelijk te ontzilten is.

Indien er op de locatie een overgang van zuurstof- of nitraathoudend en ijzerhoudend grondwater in de bodem aanwezig is (redoxgrens) zal bij menging hiervan oplosbaar ijzeroxide worden gevormd. Bij menging van nitraathoudend en ijzerhoudend grondwater treedt hetzelfde verschijnsel op. Bij energieopslag kan menging optreden in het geval dat het filter in beide soorten grondwater is aangelegd of als het filter in een van beide soorten grondwater, maar dichtbij de redoxgrens is aangelegd, waardoor de redoxgrens bij onttrekking in het filter aangetrokken wordt. Vlokvorming van ijzeroxide treedt dan op met het gevolg dat de bron verstopt.

In de bestudeerde grondwateranalyses (bron: DINO) komen geen significante hoeveelheden nitraten voor. De filters liggen echter tamelijk diep (allemaal dieper dan 7 meter beneden maaiveld). Mogelijk komen nitraten dicht bij het oppervlak wel voor. In één analyse komt een verhoogde waarde voor ijzer in het grondwater naar voren (24 g/l). Dit is tussen 25 en 30 meter beneden maaiveld. Als er een redoxgrens aanwezig is, dan zal deze dus boven deze diepte liggen. Het risico op het aantreffen van een redoxgrens het voor warmte-koude-opslag interessante derde watervoerende pakket is dus gering, gezien de grotere diepte van dit pakket (ca. 60-75 m -mv). Grondwaterbeschermingsgebieden komen niet voor in dit gebied. Kwetsbare gebieden evenmin, hoewel deze wel net buiten Vlissingen aanwezig zijn (zowel ten oosten als ten westen van Vlissingen).

Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Via www.bodemloket.nl is bekeken of er verontreinigende historische activiteiten in het gebied bekend zijn. Dit is noch voor de Dokkershaven, noch voor het Edisongebied het geval.

Stromingssnelheid.

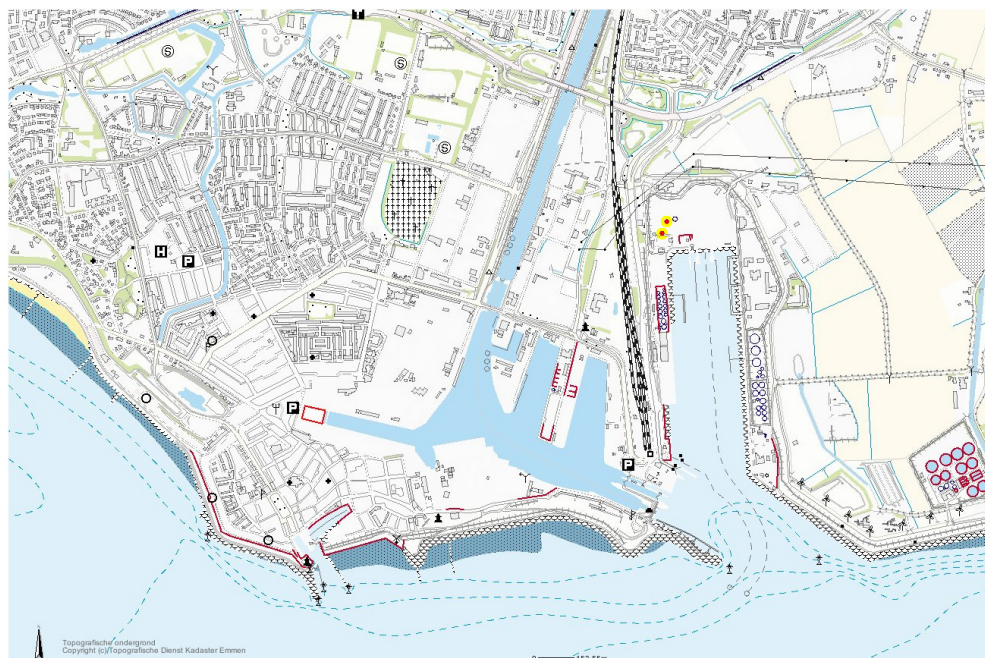
Vanwege de getijdewerking is er sprake van een landinwaarts gerichte stroming. Deze heeft een snelheid van 1 tot 3 meter per jaar.

Overige grondwateronttrekkingen

Via de website van de Provincie Zeeland (<http://zldims.zeeland.nl/geoweb/Map.aspx?Hoofdgroep=Grondwater%20beheersplan>) is één grondwateronttrekkende partij in het gebied naar voren gekomen, een sorteerbedrijf uit de beton- en cementwarenindustrie. Dit bedrijf heeft twee nabij elkaar gelegen locaties waaruit grondwater onttrokken wordt. Deze locaties liggen binnen 1,5 km van zowel het Edisongebied als de Dokkershaven. De afstand tot het midden van het Edisongebied is ca. 650 m. De afstand tot het midden van de Dokkershaven is ca. 1380 m. Zie ook de kaart in figuur 3. In tabel 4 zijn kerngegevens van de onttrekkingen weergegeven. Opvallend zijn de lagere chloridegehaltes ten opzichte van de gegevens uit DINO. De diepte waarop op deze locaties grondwater wordt onttrokken is onbekend.

Werkelijke hoeveelheid onttrokken in m3/jaar	max onttrokken in m3/maand	max onttrokken in m3/jaar	Jaar van chloride metingen	Min gemeten choride gehalte/jaar	Max gemeten choride gehalte/jaar
139.171	-9	225.000	2000	1.060	1.130
93.307	-9	75.000	2000	1.220	1.250

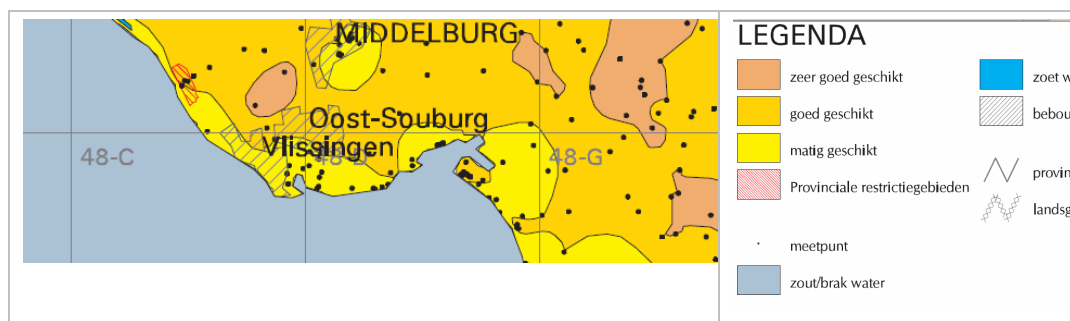
Tabel 4. Grondwateronttrekkingen in de regio Vlissingen



Figuur 3. Bestaande grondwateronttrekkingen in een straal van tenminste 1,5 km rondom de locaties Dokkershaven en Edisongebied (geel-rode stippen).

Bodembronnen

De geschiktheid voor gesloten bronnen is groter. Zie figuur 4.



Figuur 4. Bodemgeschiktheid (uit bodemgeschiktheidskaart gesloten systemen IF Technology en TNO-NITG)

Provinciaal beleid

Voor koude-/warmteopslagsystemen is altijd een vergunning ingevolge de Grondwaterwet vereist omdat water in de bodem wordt geïnfilteerd. De provincie Zeeland staat positief tegenover het toepassen van koude-/warmteopslagsystemen, gezien het energiebesparende karakter van het systeem. Voorwaarde daarbij is dat het grondwater boven de grond niet in aanraking komt met de buitenlucht of andere elementen, die het grondwater kunnen aantasten. In grondwaterbeschermingsgebieden staat de provincie onttrekking van grondwater voor koude-/warmteopslag niet toe, vanwege het risico voor verontreiniging van de bodem, als gevolg van lekkage en/of thermische verontreiniging.

Bij een aanvraag om een vergunning voor koude-/warmteopslag worden, net als bij andere aanvragen, de gevolgen voor de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen tegen elkaar afgewogen, waarbij actieve en passieve belangen worden onderscheiden en vooral ook aandacht wordt gegeven aan het aspect bodembescherming.

Bron: Grondwaterbeheersplan 2002-2007, http://kreeft.zeeland.nl/zeesterdoc/ZBI-O/ZEE/ZEE0/7003/700335_1.pdf.

Benutting van de diepere ondergrond vindt ook in Zeeland steeds vaker plaats, onder andere door middel van warmte-koude opslag. Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van het gebruik van de (diepere) ondergrond, wil de Provincie Zeeland deze beter in kaart brengen. Bij de beleidsmatige uitwerking van het omgaan met de ondergrond vindt afstemming plaats met de te ontwikkelen bodemtoets en wordt gebruik gemaakt van de nationale handreiking *Plannen met de ondergrond*. De kwaliteit van het (freatisch) grondwater wordt sinds vele jaren middels het provinciaal grondwaterkwaliteitsmeetnet in kaart gebracht. Door de combinatie van de gegevens uit dat meetnet en de bodemkwaliteitskaarten die beschikbaar zijn voor het landelijk gebied, wordt getracht meer inzicht te krijgen in de interactie tussen beide systemen en de gevolgen daarvan voor de chemische kwaliteit van de bodem en het grondwater. De Europese Kaderrichtlijn

Bron: Grondwaterbeheersplan 2002-2007, http://kreeft.zeeland.nl/zeesterdoc/ZBI-O/ZEE/ZEE0/6009/600988_1.pdf.

Systeemkeuze

Er bestaan verschillende systemen voor warmte-koude-opslag, namelijk open systemen en gesloten systemen. Omdat gesloten systemen met name geschikt zijn voor individuele woningbouw en niet voor woonwijken (vanwege het grotere ruimtebeslag in de bodem en de hogere investeringskosten), zal voor deze locaties gekozen moeten worden voor open systemen. Hiervan bestaan ook weer twee typen: recirculatiesystemen en opslagsystemen. Het belangrijkste

verschil is dat de stromingsrichting bij een recirculatiesysteem altijd hetzelfde is (namelijk van de onttrekkingsbron naar de infiltratiebron) terwijl de stromingsrichting bij een opslagsysteem in de zomer en winter omwisselt. In de zomer wordt een warme bron gecreëerd waaruit in de winter voor verwarming geput wordt.

Voor woonwijken is in de winter warm water nodig voor verwarming en zowel in de winter als in de zomer relatief warm water nodig t.b.v. tapwater, hierbij vindt een open recirculatiesysteem de voorkeur. Bij ongeveer gelijke energievraag van warmte en koude, hetgeen bij locaties met woningbouw en utiliteit meer aan de orde is, ligt de voorkeur meer bij het opslagsysteem.

Een andere mogelijkheid is de toepassing van gesloten grondcollectoren. Deze kunnen toegepast worden bij kleinere projecten waarbij individuele woningen op een bodemlus worden aangesloten. Er is dan geen uitwisseling van grondwater.

Debietberekening onttrekking

Wanneer een warmte-koude recirculatiesysteem zou worden geïmplementeerd op de locatie Dokkershaven en/ of het Edisongebied te Vlissingen, dan is de vraag of de debieten die met de onttrekking gepaard gaan voor problemen zouden kunnen zorgen voor de werking van het systeem en voor de grondwaterkwaliteit. Om hier meer over te kunnen zeggen, heeft Syncera GeoData debietberekeningen uitgevoerd.

Dokkershaven

worden op de locatie Dokkershaven 1.750 woningen gebouwd. Uitgegaan is van een warmtevraag van ca.6 kW per woning. Dit levert een totale warmtevraag van 10.050 kW op. Er mag echter vanuit worden gegaan dat deze woningen gelijktijdig maximaal 70% van die 10.050 kW, dus 7.350 kW verbruiken. Per uur betekent dit dat er een energievraag is naar 26,5 GJ.

Bij een recirculatiesysteem wordt water vanuit de ondergrond opgepompt en warmt daarbij in de zomer op van ca. 12 C en naar ca. 16 C. In de winter koelt het juist af van ca. 12 C naar ca.8 C. Deze opwarming en afkoeling wordt gerealiseerd door woningen af te koelen respectievelijk op te warmen met het opgepompte water. Ook wordt grondwater gebruikt voor het verwarmen van tapwater. Na afkoeling of opwarming wordt het water 100 m - 150 m verderop weer de grond ingepompt. Aangezien de soortelijke warmte van water 4,180 kJ/kg•K is, en de temperatuur 4 K verandert, komt er 16,72kJ/kg vrij bij de afkoeling van het grondwater. Om aan de energievraag per uur van de 1.750 woningen te voldoen, moet het systeem met een debiet van 1.583 m³ per uur water oppompen. Hiervoor zijn bijna 16 pompdoubletten met een capaciteit van 100 m³ per uur benodigd.

Edisongebied

Er worden op de locatie Edisongebied 250 woningen gebouwd. Uitgegaan is van een warmtevraag van ca.6 kW per woning. Dit levert een totale warmtevraag van 1.500kW op. Er mag echter vanuit worden gegaan dat deze woningen gelijktijdig maximaal 70% van die 1.500 kW, dus 1.050 kW verbruiken. Per uur betekent dit dat er een energievraag is naar 3,8 GJ.

Bij een recirculatiesysteem wordt water vanuit de ondergrond opgepompt en warmt daarbij in de zomer op van ca. 12 C en naar ca. 16 C. In de winter koelt het juist af van ca. 12 C naar ca.8 C. Deze opwarming en afkoeling wordt gerealiseerd door woningen af te koelen respectievelijk op te warmen met het opgepompte water. Ook wordt grondwater gebruikt voor het verwarmen van tapwater. Na afkoeling of opwarming wordt het water 100 m - 150 m verderop weer de grond ingepompt. Aangezien de soortelijke warmte van water 4,180 kJ/kg•K is, en de temperatuur 4 K verandert, komt er 16,72kJ/kg vrij bij de afkoeling van het grondwater. Om aan de energievraag per uur van de 250 woningen te voldoen, moet het systeem met een debiet van 226 m³ per uur

water oppompen. Hiervoor zijn 3 pompdoubletten met een capaciteit van tenminste 76 m³ per uur benodigd.

Beoordeling geschiktheid WKO

In onderstaande tabel is de geschiktheid voor open dan wel gesloten bronnen weergegeven.

Criteria	Open bronnen	Gesloten bronnen
Aanwezigheid watervoerend pakket	ja	nvt
Doorlaatvermogen	gering	nvt
Grondwaterstroming	ja	ja
Grondwaterstand	voldoet	voldoet
Kwaliteit grondwater (redox)	Indien aanwezig: in 1 ^{ste} vv pakket. Hoog zoutgehalte	nvt
Verontreinigingen	geen	geen (beperkt belang)
Bodembescherming	geen	geen
Thermische eigenschappen bodem	nvt	Geschikt ivm zandlagen
Natuurlijke bodemtemperatuur	nvt	Goed

Tabel 5. Bepaling geschiktheid voor open-gesloten bronnen.

De conclusie van dit onderzoek is dat de bodem zeer beperkt geschikt is voor het realiseren van een WKO systeem op open bronnen vanwege het ontbreken van een voldoende dikke, goed waterdoorlatende laag. Ter ondersteuning van de conclusie: zie tabel 6.

Hierbij is (nog) geen beleid ontwikkeld. De Provincie Zeeland beoogt echter de watervoerende laag onder de Boomse klei te beschermen. In verband met potentiële problemen is het daarom beter gesloten collectoren buiten dit pakket te houden. De diepte hiervan zal daarom beperkt worden tot ca. 40 tot 50 meter.

Doorlaatvermogen kD (m ² /d)	Geschiktheid KWO	Beschrijving bruikbaarheid voor KWO
<150	Matig geschikt	Voor relatief kleine projecten met een uurdebiet tot 25 m ³ , overeenkomend met een kleine woonwijk tot 25 huizen of een kantoor van 5.000 m ² kantooroppervlak
150 – 300	Redelijk geschikt	Voor uurdebieten tot 50 m ³ , overeenkomend met een kleine woonwijk tot 50 huizen of een kantoor van 10.000 m ² kantooroppervlak
300 – 600	Geschikt	Voor uurdebieten tot 100 m ³ , overeenkomend met een woonwijk tot 100 huizen of een kantoor van 20.000 m ² kantooroppervlak
>600	Zeer geschikt	Voor uurdebieten groter 100 m ³ , overeenkomend met een woonwijk met meer dan 100 huizen of een kantoor met meer dan 20.000 m ² kantooroppervlak

Tabel 6. Bepaling geschiktheid bodem op basis van de kD waarde. Bron If technology, 2006.

De hoogste Kd-waarde (zie tabel 2) is 36 m²/d, wat betekent dat zelfs deze doorlatende laag niet geschikt is voor een open KWO-systeem, zelfs niet voor een kleine woonwijk, laat staan voor een zo grote woonwijk.

Bijlage 4. Restwarmte Sloegebied e.o.

Op 23 maart 2001 hebben Provinciale Staten van Zeeland het provinciaal milieubeleidsplan Groen Licht vastgesteld. Een van de hoofdlijnen uit dit beleidsplan is het streven naar een duurzame economische ontwikkeling. Bij het verwezenlijken hiervan zal de provincie een omslag naar duurzaam ondernemen bevorderen, onder meer door samenwerking tussen bedrijven in ketens en op bedrijventerreinen te stimuleren. Kenmerken van een duurzaam bedrijfsterrein zijn onder andere:

- uitwisselen van energie, grondstoffen en water (bv. benutting restwarmte);
- gezamenlijk gebruik van installaties en bedrijfsfuncties (bv. gezamenlijke waterzuivering).

	Bedrijf	Contactpersoon	beschikbare restwarmte
1	N.V. EPZ	Andries Weststeijn	In koelwater 1500 MWth Uit rookgassen vrij te maken 20 MWth. Uit af tap: onbekend, wel beschikbaar
2	Biox	Ruud van Os	25 MW van ca. 70-80°C te onttrekken bij de productie van stoom
3	AWZI	Gerard Speelman	170 m ³ /uur tot 250 m ³ /uur water van 25°C: minimaal 100.000 GJ
4	Sloecentrale	Ton Vrijdag	In potentie warmte beschikbaar.
5	Total	Dick de Graaf	enkele honderden MW
6	RWZI Walcheren	Jo Nieuwlands	ca. 10 GJ water van 60°C per jaar
7	Deltius	L. van der Welle	geen restwarmte
8	Invista	Marius van Alpen	(nog) onbekend

NV EPZ

Ir. A. Weststeijn MSc, Sr Procesingenieur N.V. EPZ

T: 0113-356259, E: a.weststeijn@epz.nl

Het productieproces betreft de opwekking van elektriciteit met behulp van stoomturbines. De stoom voor de stoomturbines wordt betrokken uit een warmtebron (kolenketel of reactorvat). Circa de helft van de stoom wordt intern gerecirculeerd binnen het proces, de andere helft wordt middels koelwater geforceerd gecondenseerd tot water. Bij het condensatieproces van de stoom komt laagwaardige restwarmte vrij in het koelwater. In feite zéér veel. Het betreft ruim de helft van de thermische energie van de toegevoerde brandstof. Ten aanzien van het vrijkomen van restwarmte in het koelwater is er geen principieel verschil tussen kolencentrale en kerncentrale. Specifiek voor de kolencentrale geldt dat tevens restwarmte vrijkomt met de rookgassen die door de schoorsteen worden afgevoerd. Het betreft hier geen condensatiewarmte van de rookgassen, maar voelbare warmte.

De restwarmte bestaat uit continue stroom koelwater en voelbare warmte uit rookgassen.

In het geval van EPZ vooralsnog GEEN condensatiewarmte uit rookgassen. Dit is theoretisch wel mogelijk maar alleen na grote investeringen in het ombouwen van de 175 meter hoge schoorsteen

van droog naar nat schoorsteenbedrijf. Een schoorsteen voor nat schoorsteenbedrijf dient bestand te zijn tegen zuren opgelost in de gecondenseerde waterdamp uit de rookgassen.

Aftapstoom is ten principale GEEN restwarmte, maar een economisch product dat geleverd in wisselwerking met de levering van het hoofdproduct (elektriciteit). De kostprijs van aftapstoom is dan ook gerelateerd aan de kostprijs van de gedeelde elektriciteitslevering.

De restwarmte in het koelwater komt vrij op het economisch gezien zeer lage temperatuurniveau van 10 à 15 graden boven de temperatuur van het ingenomen koelwater. Dit houdt in dat de temperatuur van het opgewarmde koelwater varieert tussen ca 10 à 15 C s'-winters tot 30 à 35 C 's-zomers.

Een resterend drukk niveau in de koelwaterstroming is niet aanwezig.

In de restwarmte van de rookgassen uit de ketel zit mogelijk enige ruimte voor terugwinning (een paar procent van de toegevoerde brandstof). Het betreft hier een economisch bruikbaar temperatuurniveau van 120 à 140 C.

Warmte uit aftapstoom is beschikbaar op ieder gewenst temperatuurniveau bij een druk tot ca 45 bar.

Het geschatte vermogen van de restwarmte bedraagt:

- In koelwater 1500 MWth.
- Uit rookgassen vrij te maken 20 MWth.

Met uitzondering van aftapstoom (een kenmerk van grootschalige turbine-installaties) wordt de restwarmte niet in het eigen proces of dat van anderen gebruikt. De restwarmte is op de volgende wijze uit het proces te onttrekken

- koelwater via warmtepompen.
- rookgassen via een gas/vloeistof warmtewisselaar.
- aftapstoom via bestaande aftappen van stoom uit het proces

Hierbij dient aangetekend dat de efficiency van het proces wel beïnvloed wordt door het (extra) aftappen van stoom. Overige terugwinning heeft geen invloed op de efficiency.

Het voordeel van warmtelevering uit koelwater en rookgassen wordt vrijwel geheel bepaald door de kosten van investering en exploitatie van de hiervoor noodzakelijke infrastructuur (historisch zeer hoog en bepalend) en heeft geen specifieke voordelen voor het proces.

Het voordeel van warmtelevering uit aftapstoom zal de resultante zijn van leverprijs van thermische energie versus derving van de equivalente E-opwekking.

Begin jaren negentig is door Delta en EPZ reeds een studie uitgevoerd naar levering van thermische energie aan de industrie in het Industriegebied Vlissingen-Oost op gestaffelde temperatuurniveau's (exergie principe). Daarnaast zijn sinds de opening van de EPZ (voorheen PZEM) centrale Borssele in het Sloegebied vele studies naar warmtelevering gedaan. De levering van stadsverwarming naar nieuwbouwwijken in Goes, Middelburg of Vlissingen heeft hierbij de afgelopen 20 jaar duidelijk minder aandacht gehad wegens het per bouwproject gelijktijdig ter beschikking komen van zeer beperkte aantallen adressen, vergeleken met de hiervoor relatief lange aanvoerlijnen.

EPZ ziet goede toepassingsmogelijkheden van restwarmte in de nabijheid van het bedrijf met name wat betreft de mogelijkheden middels aftapstoom uit de centrale. EPZ is gaarne bereid hierover mee te denken.

BIOX

Ruud van Os

T: 0113-689 150, M: 06-20097624, E: Ruud.vanOs@biox.nl

Biox is voornemens een biocentrale te realiseren in het Sloegebied. Het betreft een biomassa gestookte energiecentrale, met palmoliestearine als biobrandstof. De vloeibare biobrandstof wordt in drie motoren verbrand en omgezet naar elektriciteit. De vrijkomende rookgassen worden behandeld in een installatie voor beperking van de uitstoot van NOx. De warmte uit de rookgassen wordt benut in een stoomcyclus, waarbij eveneens omzetting naar elektriciteit plaatsvindt. Daarna worden de rookgassen via een schoorsteen uitgestoten.

De installatie heeft een totale capaciteit om circa 50 MW elektrisch te produceren, en bestaat uit 5 afzonderlijke eenheden van ieder bijna 10MW e die onafhankelijk van elkaar bedrijfvoeren. Er is totaal circa 100 MW aan input benodigd is (50% rendement, hetgeen hoger is dan de meeste andere installaties voor omzetting naar elektriciteit). De restwarmte die vrijkomt wordt door middel van waterkoeling afgevoerd. De centrale zal circa 8.000 uren per jaar operationeel zijn (volcontinu bedrijf), overeenkomend met een elektriciteitsproductie van circa 400.000 MWh. Met de geproduceerde duurzame elektriciteit, wordt voor ca. 4% invulling gegeven aan de totale Nederlandse doelstelling van 9% duurzame elektriciteitsproductie in 2010.

Als brandstof heeft BIOX palmoliestearine beschikbaar. Deze brandstof ontstaat als bijproduct uit de palmolieraffinage en wordt doorgaans niet afgezet naar de voedingsmiddelenindustrie. Voor de levering van deze brandstof is het streven van BIOX om dit alleen te doen met producenten die op een verantwoorde en duurzame manier produceren.

Tbv stoomproductie wordt de condensor gekoeld. Hierdoor ontstaat warm water met een temperatuur van ca. 70 – 80 graden afkomstig van koelwatercircuit. De warmte komt continu (ca 8000 uur per jaar) beschikbaar als aftap van stoom en koelwater.

Het geschatte vermogen van de restwarmte is 25 MW, waarvan ca.

25 – 50% in het eigen proces wordt gebruikt tbv tankverwarming

De restwarmte is uit het proces te onttrekken door het aanleggen van een warmtewisselaar en warm water circuit om warmte uit koelwater te onttrekken. Dit heeft geen invloed op de efficiency van het proces of de opwekking verstoord

Biox heeft aangegeven deze restwarmte graag aan andere partijen te leveren maar ziet geen vraag naar laagcalorische warmte in de nabijheid. Afstaan van de restwarmte heeft geen specifieke voordelen voor haar proces. Wel geeft Biox aan geïnteresseerd te zijn in restwarmte uit de omgeving die geschikt is om te worden ingezet voor het opwekken van lage-middendruk stoom om in te zetten in de (reeds voorziene) stoomturbine.

AWZI Sloe

Gerard Speelman, Regiohoofd regio Industriewater Midden

T: 010-2936651, M. 06-50610901, E: G.Speelman@evides.nl

Evides Industriewater zuivert het afvalwater van een groot aantal bedrijven die gevestigd zijn op het industrieterrein Sloe te Vlissingen. Daartoe is in eigen beheer conform het DBFO (Design, Build, Finance & Operate) concept een actief-slib installatie gebouwd met een capaciteit van maximaal 50.000 VE. AWZI-Sloe is biologische afvalwaterzuivering.

Bij de zuivering van het proceswater van de bedrijven op het Sloegebied wordt ca. 250m³ per uur water van ca 25°C gezuiverd. Na zuivering wordt het met ongeveer deze temperatuur geloosd in de Westerschelde. De restwarmtestroom is continu beschikbaar, waarbij het debiet van het afvalwater (influent) varieert van ca 170 m³/uur tot 250 m³/uur. Bij een hoger debiet worden

lagere temperaturen geloosd, samenhangend met de menging met regenwater.

De warmte-inhoud van de afvalstroom blijft daarmee steeds ongeveer gelijk. Door het effluent via ene warmtewisselaar te leiden is het in principe mogelijk de warmte eruit terug te winnen.

Hoewel het terugwinnen van de warmte uit het effluent in principe geen invloed heeft op de efficiency van het proces, kan de drukval over een warmte terugwin installatie wel invloed hebben op de energie-input (er is meer pompvermogen vereist door extra weerstanden vanwege de warmtewinapparatuur).

Voor de AWZI zijn verder geen voordelen van toepassing bij het terugwinnen van de warmte.

Sloecentrale BV

Ton Vrijdag, General Manager Sloe centrale BV

T.0113-741962, E: AVrijdag@delta.nl,

Delta Energy B.V. heeft het voornemen om in het haven- en industriegebied Vlissingen-Oost (Sloegebied) een met aardgas gestookte warmtekrachtcentrale (Sloecentrale) te bouwen en te exploiteren. De Sloecentrale zal bestaan uit twee STEG-eenheden van elk circa 420 WMe. Elke STEG-eenheid bestaat uit:

- een gasturbine met een nageschakelde afgassenketel;
- een stoomturbine met condensor;
- elektriciteitsgeneratoren voor de turbines.

Daarnaast zullen middendruk stoom en mogelijk demiwater geleverd worden aan Deltius. Wanneer het voor zowel Delta als Total Raffinaderij Nederland N.V. (TRN) economisch rendabel is zal er hogedruk stoom geleverd worden aan TRN. De centrale wordt zo ontworpen dat stoomlevering aan TRN mogelijk is.

Het totaal opgestelde vermogen is 1536 MJ/s, waarmee netto ca. 840 MWe en maximaal 110 MWth in de vorm van stoom wordt geproduceerd. Het rendement van de centrale zal ongeveer 58% bedragen; indien er warmtelevering aan TRN plaats vindt, neemt dit rendement toe tot ruim 60%. Maar dat lijkt geen eenvoudige zaak omdat Total een gegarandeerde warmtestroom wil en geen fluctuerende, zoals de warmtekrachtcentrale gaat leveren.

De benodigde brandstof zal bestaan uit hoogcalorisch aardgas, wat via een speciaal aan te leggen ondergrondse pijpleiding aangevoerd wordt naar een eigen gasstation. De geproduceerde elektriciteit wordt aan het openbare net geleverd. Voor de koeling zal gebruik gemaakt worden van oppervlaktewater uit de Van Cittershaven, wat nadien in de Sloehaven geloosd zal worden. (info uit vergunningsaanvraag).

TOTAL Raffinaderij Nederland NV

Dick de Graaf,

T: 0113-619300, E: dick.de-graaf@trn.nl

Total produceert in haar olieraffinaderij standaard brandstoffen als LPG, benzine, Jet-Fuel en Diesel. Daarnaast produceert zij speciale producten voor de Chemische industrie. De raffinaderij bestaat ca 15 fabrieken, die in hoge mate geïntegreerd zijn. De bedrijfsprocessen verlopen veelal bij hoge temperatuur, variërend van 300 tot 900°C. De warme producten dienen te worden afgekoeld voordat ze geëxporteerd kunnen worden. Restwarmte bestaat uit hoofdzakelijk warme lucht en warme rookgassen ex fornuizen. Restwarmte ontstaat bij:

- Koeling van de producten van 150°C tot exporttemperatuur Deze koeling wordt veelal uitgevoerd met behulp van luchtkoelers. Boven ca 150°C wordt de warmte nuttig gebruikt in het proces, bijvoorbeeld om de voeding op te warmen.

- Uittrede van warme rookgassen uit de fornuizen. Ook hier geldt dat de warmte boven ca 300 -150°C (afhankelijk van brandstof en fornuis) nuttig gebruikt wordt.

Alle warmte boven ca 150°C wordt nuttig gebruikt. Omdat alle processen continu zijn (uitgezonderd tijdens geplande bedrijfsstops) komt de restwarmte ook continu vrij.

De temperatuur van de restwarmte is die waarmee de warme producten naar de luchtkoelers geleid worden, nl. ca 150°C. De warme lucht uit de luchtkoelers is nog ca. 60°C. Omdat in principe alle warmte, opgewekt in de fornuizen, de raffinaderij verlaat als afvalwarmte kan het totale vermogen geschat worden op enkele honderden MW.

De restwarmte is eventueel uit de processen te betrekken maar hier staan ingrijpende, en dus kostbare, aanpassingen in het proces tegenover. Theoretisch is te beredeneren dat het mogelijk moet zijn om warmte te halen uit de warme rookgassen en uit de warme producten (150°C). Bij terugwinning en export van de warmte zouden de kosten in de warmteprijs verrekend moeten worden, waarbij de kosten worden bepaald door de investeringen en de operationele kosten die nodig zijn om de restwarmte te onttrekken. Verwacht wordt dat deze investeringen zo hoog zijn dat de resulterende prijs hoger is dan de aardgasprijs. Hiernaast zou onderzocht moeten worden of er (fysieke) ruimte is voor de noodzakelijke procesaanpassing en of deze vanuit procestechnologisch standpunt mogelijk zijn.

Omdat er alleen afvalwarmte naar de lucht (gedeeltelijk via de koeltoren)geloosd wordt heeft warmteterugwinning geen specifieke voordelen voor Total.

Total heeft in het verleden overleg gehad over de mogelijke levering van een 'afval' stroom met een hoog CO₂ gas (laag-calorisch brandstofgas, brandstofwaarde ca 20% van aardgasgas) aan een naburig kassen-complex (dus aan tuinders). Dit heeft niet tot concrete projecten geleid.

RWZI Walcheren

Jo Nieuwlands

T: 0118- 621393, E: ja.nieuwlands@wze.nl

De regionale waterzuivering installatie RWZI Walcheren in Ritthem, onderdeel van het waterschap, zuivert het water van Waterschap Zeeuwse eilanden. In de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) vindt zuivering plaats van het afvalwater van vrijwel geheel Walcheren. Het rioolwater (influent) wordt aangevoerd via persleidingen. Na grof reiniging gaat het naar een voorbezinktank daarna naar een de anaerobe tank, naar de denitrificatiezone en nitrificatie zone en vervolgens naar een nabezinktank. Het gezuiverde water (effluent) wordt geloosd op de watergang Zuidwatering. Naast behandeling van het rioolwater vindt ook behandeling van het zuiveringsslib plaats. Dit wordt eerst ingedikt (ook slib van derden), en vergist in de slibgistingstank. Hieruit wordt biogas gewonnen welk ingezet wordt in een WKK installatie. Er ontstaat restwarmte in de WKK Deze restwarmte heeft een temperatuur van ca. 60°C. Een deel wordt nu gebruikt voor opwarming van slib, gebouwen en tapwater. De rest warmte wordt indien nodig weggekoeld in de noodkoeler, waarbij het koelwater wordt afgevoerd naar het terreinwater.

Gezien de hoeveelheid restwarmte is deze niet echt interessant buiten de locatie. Intern kan deze wellicht verder ingezet worden in het proces, bijvoorbeeld voor het opwarmen van de beluchtingstank. Dit wordt ook al toegepast op een andere RWZI. Op basis van de verstrekte gegevens blijkt dat de restwarmtestroom ca 30.000MJ per dag bedraagt; op jaarbasis is dit ca 10 GJ. Een te verwaarlozen hoeveelheid restwarmte.

Deltius

Lou van der Welle

T: 0113-741948, E: Lvanderwell@delta.nl

Op het voormalig Heugstterrein zijn verschillende bedrijven gevestigd. Deltius organiseert hier het parkmanagement.

Deltius is een multi utility bedrijf dat de bedrijven op het industrieterrein (haven 9890) van stoom, aardgas, bedrijfswater, koeling demiwater, industriële gassen etc voorziet. Onderdeel hiervan is de coördinatie van de uitwisseling van restwarmtestromen. Ten behoeve van stoomlevering beschikt zij over een 20 bar stoomnet en een 4 bar stoomnet (4 bar wordt gereduceerd vanuit het 20 bar net). Het stoomsysteem wordt gevoed en op druk gehouden door

- 2 stoomketels die stoom leveren met een druk van 20 bar en een temperatuur van 360°C. Deltius neemt geen condensaat retour van de bedrijven.
- Stoomlevering van Thermphos op het 20 bar net. Deze wordt gewonnen vanuit de PGK (Proces Gas Koeler) waarin elementaire fosfor wordt verbrand naar fosforzuur.
- Stoomlevering van Invista op het 4 bar net. Deze wordt gewonnen uit hun oxidatieproces.

Teruggewonnen stoom wordt zoveel mogelijk ingezet. De minimum productie van de stoomketels speelt hierin een belangrijke rol, omdat er uit de rookgassen van de ketels inertgas wordt gewonnen. De minimum capaciteit van de ketels is 6 ton/h. Gemiddeld wordt per jaar 9 ton/h 4 bar stoom teruggewonnen en 12 ton van 20 bar stoom. De teruggewonnen stoom van 20 bar heeft een temperatuur van 260°C, en de 4 bar stoom heeft een temperatuur van 152°C.

Binnen Invista is nog laagwaardige warmte tussen 1 en 2 bar beschikbaar (120°C) De hoeveelheid is afhankelijk van de productie. Het kantoor van Thermphos wordt voorzien van warmte vanuit de DMT fabriek van Invista (warm water).

De prijs van de restwarmte op het industrieterrein is gerelateerd aan de aardgasprijs en het bijbehorende rendement van de installaties. In principe verbetert de terugwinning de efficiëntie van het proces, daar anders de warmte weggekoeld moet worden. Met als nevenvoordeel dat er minder verwarming van het oppervlakte water plaatsvindt.

Deltius heeft geen overschot aan warmte omdat zij produceren op de vraag van de klant.

Invista

Marius van Alphen,

T: 0113-689333

Zie Deltius

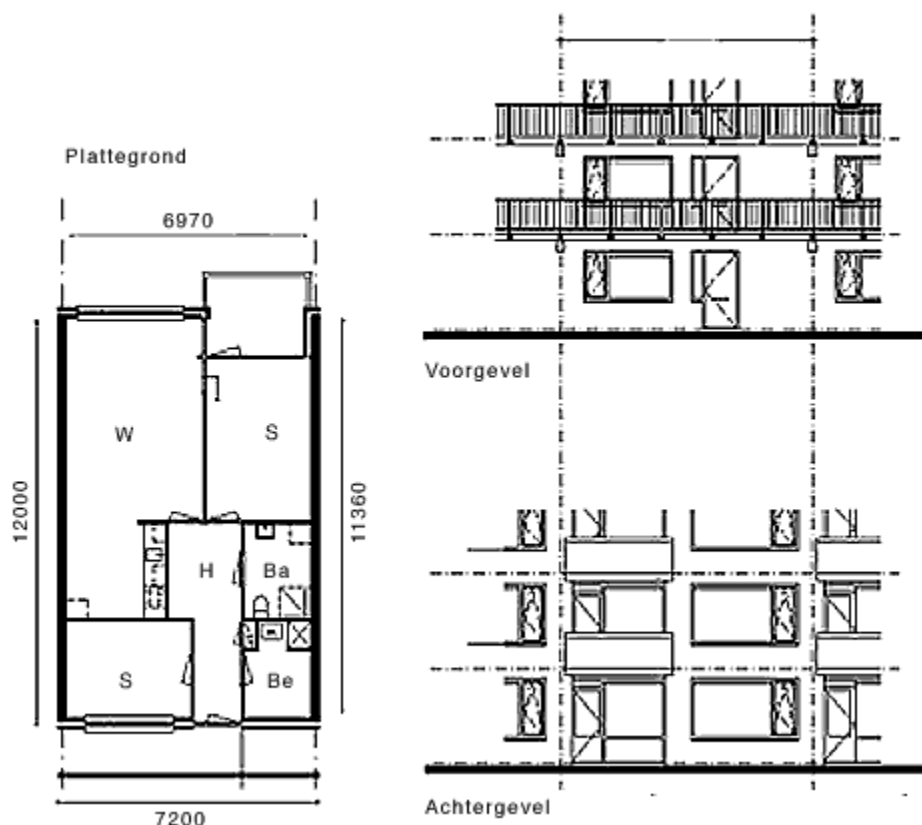
Bijlage 5. Referentiewoningen

In de berekeningen worden de woningen geschematiseerd door de referentiewoningen type Novem galerijwoning en de Novem tuinkamertussenwoning (rijwoning)

Galerijwoning

Deze referentiewoning maakt deel uit van een bouwblok met galerijontsluiting. Voor de berekeningen is uitgegaan van een bouwblok met vier bouwlagen. Op de koppen van het blok zijn de stijpunten gesitueerd, bestaande uit twee trappenhuisen en één lift. Elke bouwlaag heeft zes naast elkaar gelegen woningen. De bergingen zijn uitpandig geplaatst op het terrein in blokjes van twaalf stuks. Verder is er binnen de woning een bergruimte opgenomen.

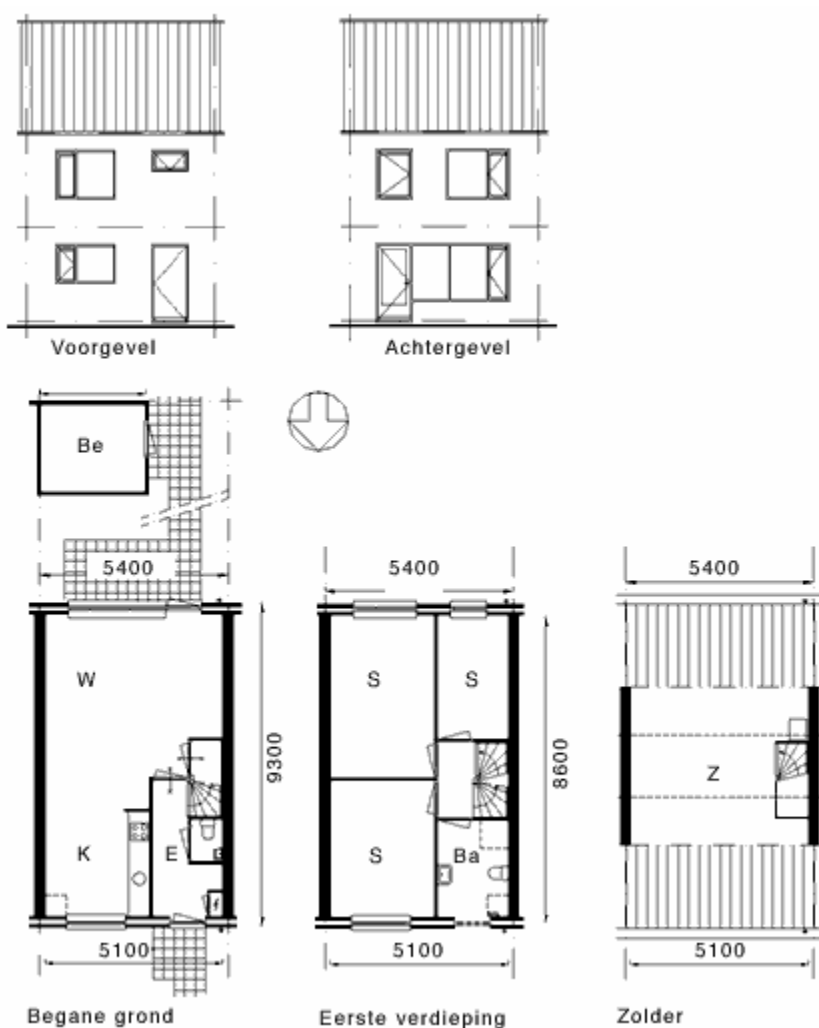
De woning bestaat uit een woonkamer, twee slaapkamers en een in pandige keuken. De buitenruimte bestaat uit een gedeeltelijk uitkragend balkon. De indeling van de eindwoning verschilt niet met die van de tussenwoning. Verliesoppervlak $A_v = 2259.2 \text{ m}^2$, Gebruiksoppervlak: $A_g = 1795.6 \text{ m}^2$



Tuinkamertussenwoning

De tuinkamertussenwoning bestaat uit een vierkamerwoning met begane grond en verdieping en een ruimte onder een zadeldak, die via een vaste trap bereikbaar is. De zolderruimte is niet ingericht als verblijfsruimte. De woning beschikt over een uitpandige bergruimte (helft van een dubbele berging). De woonkamer is georiënteerd op de tuin aan de achterzijde van de woning.

In de verschillende berekeningen van de tuinkamerwoning is uitgegaan van een blokje dat zes tussenwoningen en twee eindwoningen bevat. De indeling van de eindwoning wijkt op twee punten af van de tussenwoning. De entree ligt aan de kopgevel, waardoor een andere indeling van de entree ontstaat en in de woonkamer een extra raam in de kopgevel kan worden toegevoegd. De kosten en effecten van energiebesparende maatregelen zullen hierdoor andere resultaten geven in vergelijking met overeenkomstige maatregelen bij de tussenwoning. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten van de gemiddelde woning en van de twee typen apart genoemd. Verliesoppervlak $A_v = 247.1 \text{ m}^2$, Gebruiksoppervlak: $A_g = 147.7 \text{ m}^2$



Bijlage 6. Resultaten per deelgebied

energiezones	referentie	epc 0,65	wp ind	wp coll	biomassa	warmteschip
Dokkershaven 1a	430	363	390	376	199	253
Dokkershaven 1b	544	465	501	481	263	335
Dokkershaven 2	3.958	3.353	3.606	3.472	1.558	2.357
Dokkershaven 3	2.254	1.927	2.076	1.993	991	1.392
Edisongebied	1.546	1.296	1.392	1.344	622	883
Totale uitstoot	8.732	7.404	7.965	7.666	3.633	5.220

CO2 uitstoot (ton/jaar) per deelgebied

energiezones	referentie	epc 0,65	wp ind	wp coll	biomassa	warmteschip
Dokkershaven 1a	6,6	7,2	7,5	7,4	9,4	8,4
Dokkershaven 1b	6,5	7,1	7,4	7,4	9,4	8,3
Dokkershaven 2	6,6	7,2	7,4	7,4	9,8	8,3
Dokkershaven 3	6,6	7,2	7,4	7,4	9,8	8,3
Edisongebied	6,6	7,2	7,5	7,5	9,7	8,4
Gemiddeld	6,6	7,2	7,4	7,4	9,6	8,3

EPL per deelgebied

Bijlage 7 Informatie Zeewatercentrale