

Project	Energievisie Hart van Zuid	Datum	11 december 2014
Onderwerp	Quickscan energievoorziening Hart van Zuid	Status	Concept
Auteur	ir. D.A. van 't Slot	Co-lezer	Ing. M. Karels

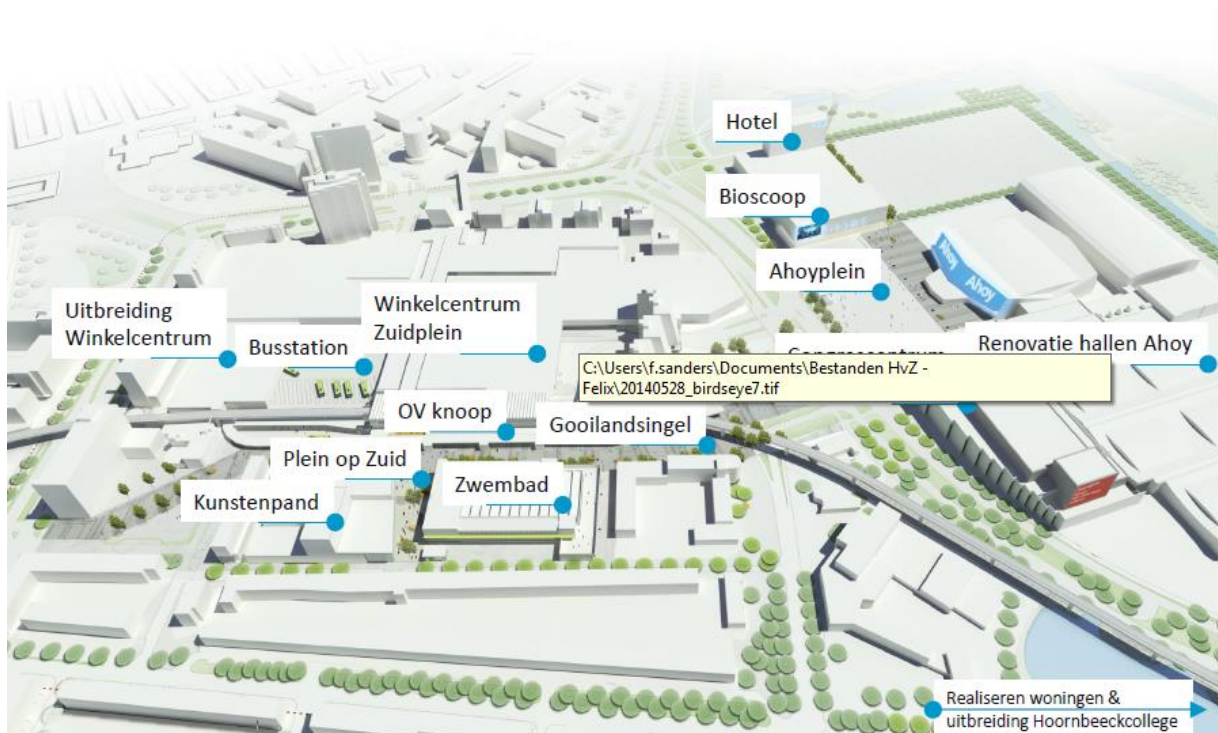
1 Inleiding

Deze notitie geeft een quickscan naar de mogelijkheid van het realiseren van een collectieve energie-infrastructuur. Hierbij wordt in eerste instantie gekeken naar energie-uitwisseling tussen het te realiseren zwembad en kunstenpand. Vanuit het perspectief van de ontwikkelkansen voor een collectieve energievoorziening voor deze panden wordt in deze notitie ook een eerste quickscan gedaan naar de mogelijkheden voor een gebiedsbrede collectieve energieinfrastructuur.

2 Projectuitgangspunten

Projectgebied

In het gebied 'Hart van Zuid' vinden diverse ontwikkelingen plaats. In de volgende figuur zijn deze opgenomen.



Bouwvolume

Het totale bouwvolume van alle ontwikkeling is als volgt.

Tabel 2.1 Bouwvolume

	Huidig	Toegevoegd	Verwijderd	Nieuw
Kunstenpand	5.483	12.425	5.483	12.425
Kunstenpand (theater, bibliotheek en café)	5.483	12.425	5.483	12.425
Zwembad	-	1.450	700	750
Zwembad	-	1.450	700	750
Ahoy	22.000	28.744	3.430	47.314
Vernieuwing Hallen Ahoy	22.000	1.264	-	23.264
Congrescentrum (ICC) + Muziekhal (ingepast in ICC)	-	27.480	3.430	24.050
Detailhandel	41.250	8.230	-	49.480
Winkelcentrum Zuidplein	41.250	-	-	41.250
Winkelcentrum Zuidplein uitbreiding		5.230		5.230
(extra) uitbreiding winkelcentrum Zuidplein		3.000		3.000
Gemengd *		8.045		8.045
Kiosk - OV knooppunt (vervangen)	-	180	-	180
Horeca zwembad - Plein op Zuid	-	365	-	365
Coffee Corner - Plein op Zuid	-	100	-	100
Commerciële ruimte onder metrohal	-	720	-	720
Plint zwembad - Gooilandsingel	-	870	-	870
Stadswinkel Zwembad - Plein op Zuid	-	775	-	775
Horeca tegenover Ahoy	-	200	-	200
Commerciële ruimten - onder metrobaan Noord	-	2.920	-	2.920
Zwembad Kelder	-	915	-	915
Zwembad 2e etage	-	1.000	-	1.000
Woningen (aantal woningen)	-	95	-	95
Woningen op voormalige tennisbanen	-	75	-	75
Woningen nabij Hoornbeekcollege	-	20	-	20
Hotel (aantal kamers)	-		-	-
Hotel	-	200	-	200
Onderwijs	6.500		-	6.500
Hoornbeekcollege bestaand	6.500		-	6.500
Uitbreiding Hoornbeekcollege		2.750	-	2.750
Bioscoop	-		-	-
Bioscoop	-	6.700	-	6.700
Leisure	-		-	-
Aanvullende leisure	-	10.000	-	10.000

In dit bouwvolume zijn de twee eerstgenoemde ontwikkelingen (zwembad en kunstenhal) de meest zekere. De overige ontwikkelingen liggen wat verder in de tijd.

3 Duurzame energieopties

In dit hoofdstuk zijn de kansen voor duurzame energieopties afgewogen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar kansen op gebouwniveau en kansen op gebiedsniveau. .

Analyse gebouw of gebiedsniveau

In de volgende tabel is door middel van kleuren aangegeven welke duurzame energieoplossingen kansrijk zijn op gebouwniveau dan wel gebiedsniveau. Hierbij staat groen voor een kansrijke optie, geel voor een mogelijke, maar niet optimale optie, oranje voor kansarme optie en rood voor een af te raden optie. De keuzes zijn in de volgende paragraaf toegelicht.

Tabel 3.1 Kansrijke mogelijkheden voor duurzame energie-oplossingen

	Gebouwniveau	Gebiedsniveau
Zonnecollector	Geel	Rood
PV-panelen	Groen	Geel
Houtketel	Geel	Groen
Bio WKK	Rood	Rood
Waterkacht	Rood	Rood
Geothermie	Rood	Groen
Windenergie	Oranje	Rood
Warmtepomp met WKO	Geel	Groen
Brandstofcellen	Rood	Rood
Restwarmte	Groen	Groen

3.1 Toelichting

Zonnecollectoren

Zonnecollectoren zijn een vrij dure vorm voor de opwekking van warmte. Alleen wanneer deze warmte direct benut kan worden is toepassing ervan zinvol. Dit is geval op plaatsen waarbij in de zomer een forse warmtevraag is. Dit geldt voor het zwembad en de woningen, waar de warmte in beide gevallen gebruik kan worden voor de opwekking van warm tapwater.

PV-panelen

Technisch gezien kunnen deze zowel op gebouw- als op gebiedsniveau worden toegepast. Financieel gezien is toepassing op gebouwniveau aantrekkelijker, omdat er dan (voor een deel) gebruik gemaakt wordt van eigen gebruik, waardoor de besparing groter is dan bij teruglevering.

Houtketel

Een houtketel is een optie voor toepassing. Hierbij kan gekozen worden voor toepassing bij individuele, grote warmtevragers of voor een collectief systeem dat het hele gebied van warmte voorziet. Een houtketel op gebouwniveau is in het geval van een aansluitplicht op stadswarmte financieel gezien minder interessant omdat twee duurzame energieopwekkers (met een relatief hoge initiële investering) in de warmtevraag gaan voorzien.

BioWKK

Deze optie is momenteel niet rendabel, gezien de hoge prijs voor biobrandstoffen in relatie tot de lage elektriciteitsprijs. Alleen wanneer er zelf biogas wordt geproduceerd als restproduct is deze optie zinvol. Dit is niet het geval.

Waterkracht

Is niet van toepassing door het ontbreken van stromend water dat hiervoor benut kan worden

Geothermie

Is gezien de schaalgrootte mogelijk een optie voor het hele gebied.

Windenergie

Grootschalige windenergie is lastig inpasbaar in binnenstedelijk gebied. Door bezwaren vanuit de buurt is deze optie niet reëel. Kleinschalige windmolens op individuele gebouwen zijn wel mogelijk, maar dienen meer de uitstraling dan de opwekking van duurzame energie.

Warmtepompen met WKO

Dit is een reële optie voor zowel grotere individuele gebouwen als collectief

Brandstofcellen

Brandstofcellen kunnen duurzame elektriciteit en warmte opwekken, wanneer er de beschikking is over duurzaam geproduceerde waterstof, of duurzaam geproduceerd aardgas. Dit is niet het geval.

Restwarmte

Bij collectieve toepassing van warmtepompen en WKO wordt er automatisch gebruik gemaakt van elkaars reststromen. Daarnaast kan er gebruik gemaakt worden van restwarmte door aan te sluiten op het stadswarmtenet. Dit wordt namelijk (gedeeltelijk) gevoed met restwarmte uit industriële processen en wordt als duurzaam aangemerkt.

4 Energievraag

Op basis van kengetallen voor de verschillende functies is een schatting gemaakt van het energiegebruik van de entiteiten. Deze is opgenomen in de volgende tabel.

Tabel 4.1: Ennergievraag

	Oppervlak	Warmtevraag MWh/jaar	Koudevraag MWh/jaar	Elektravraag MWh/jaar
Kunstenpand	12.425			
Kunstenpand (theater, bibliotheek en café)	12.425	621	311	621
Zwembad	750			
Zwembad	750	4.836	51	150
Ahoy	47.314			
Vernieuwing Hallen Ahoy	23.264	814	233	814
Congrescentrum (ICC) + Muziekhal (ingepast in ICC)	24.050	1.203	361	842
Detailhandel	49.480			
Winkelcentrum Zuidplein	41.250	1.444	206	3.094
Winkelcentrum Zuidplein uitbreiding	5.230	183	26	392
(extra) uitbreiding winkelcentrum Zuidplein	3.000	105	15	225
Gemengd *	8.045			
Kiosk - OV knooppunt (vervangen)	180	6	2	14
Horeca zwembad - Plein op Zuid	365	22	9	29
Coffee Corner - Plein op Zuid	100	6	3	8
Commerciële ruimte onder metrohal	720	29	7	54
Plint zwembad - Gooilandsingel	870	44	26	74
Stadswinkel Zwembad - Plein op Zuid	775	31	19	58
Horeca tegenover Ahoy	200	12	5	16
Commerciële ruimten - onder metrobaan Noord	2.920	102	29	234
Zwembad Kelder	915	46	27	69
Zwembad 2e etage	1.000	50	30	75
Woningen (aantal woningen)	95			
Woningen op voormalige tennisbanen	75	469	-	263
Woningen nabij Hoornbeekcollege	20	125	-	70
Hotel (aantal kamers)	-			
Hotel	200	360	90	450
Onderwijs	6.500			
Hoornbeekcollege bestaand	6.500	325	65	260
Uitbreiding Hoornbeekcollege	2.750	138	28	138
Bioscoop	-			
Bioscoop	6.700	235	101	402
Leisure	-			
Aanvullende leisure	10.000	350	150	600
Totaal		11.554	1.793	8.950

Duidelijk blijkt dat er in het gebied sprake is van een fors grotere warmtevraag dan koudevraag. Dit komt doordat de meeste functies een veel grotere warmtevraag hebben. Met name het zwembad levert hier een belangrijke bijdrage in.

5 Energieconcepten

Let op: alle getallen in dit hoofdstuk zijn indicaties o.b.v. kengetallen en dienen uitsluitend ter oriëntatie van (niet) haalbare concepten.

Optie 1: Uitwisseling zwembad en kunstenpand

Een eerste optie is om de restwarmte die vrijkomt bij de koeling van de kunsthallen te gebruiken voor verwarming in het zwembad. In het zwembad is namelijk vrijwel continu sprake van warmtevraag. De condensatorwarmte van de koelinstallatie kan dan worden getransporteerd naar het zwembad en daar gebruikt worden als voorverwarming voor bijvoorbeeld warm tapwater.

Tabel 5.1 Haalbaarheid uitwisseling zwembad en kunstenpand

		Referentie	Uitwisseling restwarmte
Warmtevraag	MWh/jaar	5.500	5.500
Koudevraag	MWh/jaar	400	400
Energiekosten	€/jaar	305.00	290.000
Investering	mio€	0,70	0,75
Terugverdientijd			3-7 jaar

In dit geval wordt er gebruik gemaakt van een warmtenet op een temperatuurniveau van 35/25°C. De kosten hiervan zijn beperkt, omdat de afstand tussen beide locaties klein is. De terugverdientijd is hierdoor ook beperkt.

Verdere uitbreiding van dit net over het gebied is niet echt zinvol. Het temperatuurniveau van dit net maakt namelijk dat alleen restwarmte van koelinstallaties gebruikt kan worden. Het is dan echter nodig om tegelijkertijd warmtevraag te hebben. Dit is vrijwel alleen in het zwembad het geval.

Optie 2: Gebiedsbrede warmte Koude opslag (WKO)

Een tweede optie is om een WKO-systeem voor het gebied te realiseren (eigenlijk uit te breiden, omdat voor de Ahoy hallen al een WKO-systeem aanwezig is). Hierbij wordt er dan een collectief WKO-systeem aangelegd, waarbij het grondwater naar alle aangesloten gebouwen wordt getransporteerd. De werking is dan als volgt:

- Het WKO-net draait op een temperatuur van 12/18 °C. Dit is geschikt voor zowel het leveren van koeling als bronwarmte voor de warmtepomp. Eventueel kan het temperatuurniveau iets meelopen met de seizoenen, waardoor op jaarbasis een hoger rendement kan worden behaald.
- Alle gebouwen krijgen een eigen warmtepomp die de warmtelevering verzorgen. De warmtepompen onttrekken de warmte uit het centrale WKO-net. Daarnaast blijft de aansluiting op het warmtenet dan wel gasnet gehandhaafd voor de piek- en back-upvoorziening.
- De gebouwen koelen vanuit het WKO net. Voor eventuele pieken wordt de warmtepomp ingezet, die de condensatorwarmte terug voert naar het WKO net.
- Centraal wordt het WKO net op temperatuur gehouden door de bodem te laden dan wel te ontladen.
- Omdat in het gebied een fors overschot is aan warmtevraag, zal de bodem afkoelen. Om dit te corrigeren worden de volgende maatregelen genomen:
 - Handhaven van de koppeling op het stadswarmte/aardgasnet, zodat niet alle warmte wordt onttrokken aan het WKO net
 - Terugleveren van de condensatorwarmte van koelinstallaties
 - Regeneratie van de bodem vanuit oppervlaktewater. Dit water is aanwezig bij zowel de Ahoy als het Hoornbeek college.

Voor alleen de kunsthallen en het zwembad is de haalbaarheid beperkt. Wel is dit systeem uitbreidbaar voor het hele gebied.

Tabel 5.2 Haalbaarheid WKO-systeem

		Zwembad en kunsthalm		Totaal programma	
		Referentie	WKO+ WP	Referentie	WKO + WP
Warmtevraag	MWh/jaar	5.500	5.500	11.000	11.000
Koudevraag	MWh/jaar	400	400	1.800	1.800
Energiekosten	€/jaar	300.000	200.000	650.000	450.000
Investering	mio€	0,7	2,1	2,1	4,5
Terugverdientijd			13 – 17		10 -15

Optie 3: Houtketel

Gezien de grote warmtevraag in het gebied kan ook gekozen worden voor een collectieve houtketel. Deze installatie verzorgt alleen de warmtevraag van de gebouwen; de koudevraag blijft bij deze optie individueel ingevuld worden.

Voor verwarming wordt centraal een houtketel opgesteld. Hierbij is bovendien ruimte nodig voor de opslag van brandstof (houtsnippen). Dit feit, in combinatie met de lokale uitstoot, maakt dit concept organisatorisch lastig. De houtketel verzorgt de basislast van de warmtelevering. De pieklast wordt ingevuld door stadswarmte, gasketels, of (bio)olie ketels.

Tabel 5.3 Haalbaarheid collectieve houtketel

		Zwembad en kunsthalm		Totaal programma	
		Referentie	Houtketel	Referentie	Houtketel
Warmtevraag	MWh/jaar	5.500	5.500	11.000	11.000
Koudevraag	MWh/jaar	400	400	1.800	1.800
Energiekosten	€/jaar	300.000	200.000	650.000	450.000
Investering	Mio €	0,7	1,8	2,1	5,7
Terugverdientijd			10-15		18-22

Dit systeem is voor alleen het zwembad en de kunsthalm nog wel aantrekkelijk. Vanwege de hogere kosten voor het leidingnet en de minder dichte energievraag wordt dit concept bij uitbreiding minder aantrekkelijk.

Optie 4: Geothermie

De mogelijkheden voor geothermie zijn verkend. Op basis van projecten in de omgeving wordt verondersteld dat de bodem geschikt is en hoog temperatuur water bevat op een diepte van circa 2,5 km. Ervan uitgaande dat dit het geval is, dan is de haalbaarheid voor geothermie als volgt.

Tabel 5.4 Haalbaarheid geothermie

Geothermie	Eenheid	Grootte
Brondebiet	m ³ /uur	100
Diepte	m	2.500
Temperatuur	°C	85
Net temperatuur	°C	70 - 40
Vermogen	MW	4,6
Warmtelevering	MWh	9.300
Investering	mio€	8,0 (waarvan 6,0 voor de bron)
Warmteopbrengst	mio€/jaar	0,5
Onderhoud	mio€/jaar	0,2
Terugverdientijd	jaar	30

De terugverdientijd is erg lang. Dit komt omdat de warmtevraag te klein is om voldoende uren op vollast te draaien. Hierdoor wordt de bron niet volledig benut.

Optie 5: PV-panelen

De haalbaarheid van PV-panelen is sterk afhankelijk van de grootte van de aansluiting. Hierbij spelen de volgende elementen:

- Capaciteit van de aansluiting. Tot een aansluiting van 3 x 80A betreft het een kleinverbruiker. Hierbij mag de energiebelasting worden gesaldeerd. Concreet betekent dit dat er alleen energiebelasting wordt betaald over de netto afname uit het net.
- Grootte van het verbruik. De energiebelasting is degressief van aard. De relevante grenzen liggen bij een jaargebruik van 10.000 kWh, 50.000 kWh en 1.000.000 kWh.

In de volgende tabel is voor de vier categoriën de haalbaarheid van PV-panelen bepaald.

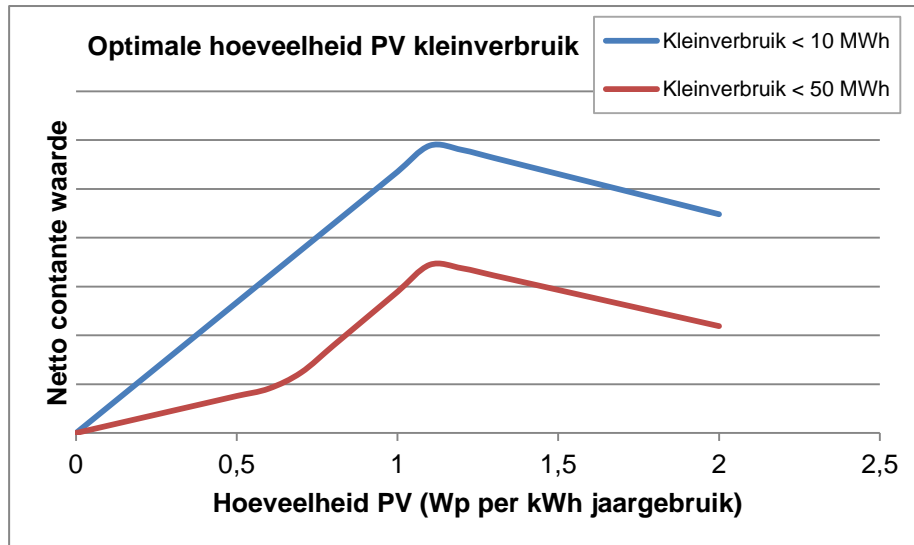
Tabel 5.5 Haalbaarheid PV-panelen afhankelijk van de grootte van het verbruik

Financieel		Kleinverbruik < 10 MWh	Kleinverbruik < 50 MWh	Grootverbruik < 1.000 MWh	Grootverbruik > 1.000 MWh
Indicatie systeemgrootte	m ²	35	175	3.500	35.000
Jaaropbrengst	MWh/jaar	4,800	24,400	488,250	4.882,500
Investering	€/Wp	1,25	1,20	1,15	1,10
Totaal	€	6.781	32.550	623.875	5.967.500
EIA voordeel	€	705	3.385	64.883	620.620
Netto investering	€	6.076	29.165	558.992	5.346.880
Elektriciteitsprijs (incl heffingen, excl BTW)	€/kWh	0,19	0,11	0,082	0,07
Terugleververgoeding	€/kWh	0,19	0,11	0,05	0,05
Exploitatievoordeel	€/jaar	928	2.685	29.100	273.420
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	6-7	10-12	19-20	Ca 20

Duidelijk blijkt dat voor kleinverbruikers de toepassing van PV-panelen haalbaar is. Voor grootverbruikers is dat zonder subsidie niet het geval. Voor grootverbruikers is het echter mogelijk om voor de toepassing van zonnepanelen SDE⁺-subsidie aan te vragen. Wanneer deze wordt toegekend voor een hoog basistarief wordt de case haalbaar.

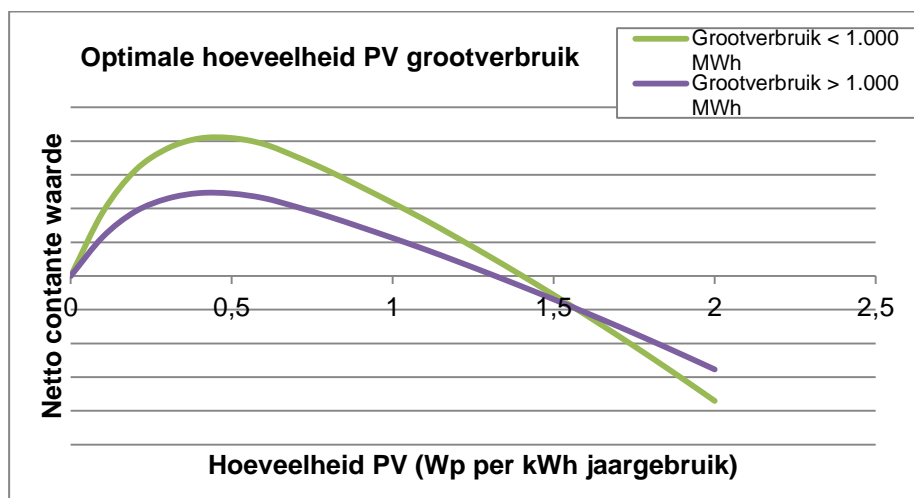
Voor alle verbruikerscategoriën is zo een optimale hoeveelheid PV-panelen bepaald. De elektriciteit uit de eerste panelen kan namelijk vrijwel volledig zelf gebruikt worden, zodat hier sprake is van een vermeden eigen inkoop (inclusief heffingen). Hoe meer panelen er geplaatst worden hoe meer elektriciteit er wordt terug geleverd.

Zolang het plaatsen van PV-panelen voor uitsluitend de terugleververgoeding niet haalbaar is, dan is er sprake van een optimum in het aantal panelen. Dit is in de volgende grafieken gevisualiseerd voor de verschillende categoriën.



Figuur 5.1 Haalbaarheid zonnepanelen voor kleinverbruikers

Duidelijk blijkt dat plaatsing van zonnepanelen haalbaar is voor dekking van het eigen gebruik. Daarboven neemt de haalbaarheid weer af. De knip voor de kleinverbruikers < 50 MWh/jaar wordt veroorzaakt doordat het marginale elektriciteitsstarief stijgt zodra het netto verbruik daalt tot onder de 10 MW/jaar.



Figuur 5.2 Haalbaarheid zonnepanelen grootverbruikers

Uit de figuur blijkt dat het optimum fors lager ligt dan voor kleinverbruikers. Dit komt omdat er geen sprake is van salderen, waardoor het nodig is een substantieel deel direct zelf te benutten om haalbaar te zijn.

Bovenstaande analyse is toegepast op de projecten in Zuidplein zodat per project, op basis van het ingeschatte elektriciteitsgebruik en elektriciteitsaansluiting, een optimaal en financieel verantwoord aantal m² PV is te realiseren. Bij realisering van dit aantal m² wordt ca 174 ton CO₂ bespaard. (per m² PV ca 7 kg).

Tabel 5.6 Optimale oppervlakte PV per project

Project	Type aansluiting	m2 PV
Kunstenpand (theater, bibliotheek en café)	G<1000	1.900
Zwembad	G<1000	500
Vernieuwing Hallen Ahoy	G<1000	2.500
Congrescentrum (ICC) + Muziekhal (ingepast in ICC)	G<1000	2.600
Winkelcentrum Zuidplein	G>1000	7.500
Winkelcentrum Zuidplein uitbreiding	G<1000	1.200
(extra) uitbreiding winkelcentrum Zuidplein	G<1000	700
Kiosk - OV knooppunt (vervangen)	K50	100
Horeca zwembad - Plein op Zuid	K50	200
Coffee Corner - Plein op Zuid	K10	100
Commerciële ruimte onder metrohal	G<1000	200
Plint zwembad - Gooilandsingel	G<1000	200
Stadswinkel Zwembad - Plein op Zuid	G<1000	200
Horeca tegenover Ahoy	K50	100
Commerciële ruimten - onder metrobaan Noord	G<1000	700
Zwembad Kelder	G<1000	200
Zwembad 2e etage	G<1000	200
Hotel	G<1000	1.400
Hoornbeeckcollege bestaand	G<1000	800
Uitbreiding Hoornbeeckcollege	G<1000	400
Bioscoop	G<1000	1.200
Aanvullende leisure	G<1000	1.800
Totaal		24.700

6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de analyse naar duurzame energieopties voor Hart van Zuid worden de volgende conclusies getrokken:

1. Er zijn diverse mogelijkheden voor duurzame energieopwekking voor Hart van Zuid. Gezien de stedelijke omgeving is gebiedsinpassing van wind niet interessant. Duurzame energieopwekking op basis van biomassa is financieel maar beperkt interessant door de relatief hoge biomassa prijzen. Kansrijk is de optie waarbij tezamen met industriële restwarmte, warmte en koude wordt uitgewisseld tussen de projecten onderling op basis van een collectieve energie-infrastructuur.
2. Het energie-uitwisselen tussen zwembad en kunstenhal is technisch haalbaar en financieel erg interessant. Overtollige warmte vanuit de koeling van het kunstenpand wordt hierbij ingezet voor verwarming van het kunstenpand.
3. Uitbreiding naar een gebiedsbrede collectieve energie-infrastructuur is technisch mogelijk door gebruik te maken van een energie-infrastructuur waarbij (seizoensgebonden) overtollige warmte en koude wordt uitgewisseld tussen verschillende projecten. Het CO₂ effect van een dergelijk project is ca 15-20 keer zo groot als een uitwisseling op alleen heet niveau van kunstenpand en zwembad. Een aansluiting op oppervlaktewater en de bestaande stadswarmte ten einde op een duurzame en financieel verantwoorde wijze aan de grote warmtevraag te voldoen maakt het project uit milieuoogpunt interessant.
4. Naast het uitwisselen van warmte en koude tussen projecten is het standaard plaatsen van PV op de daken van de verschillende projecten duurzaam en financieel interessant. Plaatsing van PV moet hierbij projectgebonden worden ingepast en worden bepaald op het daadwerkelijk geprognostiseerde elektriciteitsgebruik en de elektriciteitsaansluiting. Op die wijze kan met zonne-energie een flinke (zichtbare) bijdrage geleverd worden aan de verduurzaming van Hart van Zuid.
5. Geadviseerd wordt om op basis van voorgaande conclusies een twee sporenbeleid te hanteren bestaande uit de volgende elementen:
 - a. Projectgebonden: Sturen op een ontwerp van zwembad en kunstenhal wat energie-uitwisseling mogelijk maakt conform de uitgangspunten als benoemd in optie 1 en het ontwerp van beide energievoorzieningen dusdanig opbouwen dat later een aansluiting op een lager temperatuurtraject (12-18) vanuit een gebied brede energievoorziening, wordt mogelijk gemaakt. Daarnaast per project PV-inpassing standaardiseren.
 - b. Gebiedsgebonden: In overleg met de gemeente Rotterdam en vervolgens de verschillende stakeholders in het gebied de bereidwilligheid en verdere haalbaarheid van een collectieve energie-infrastructuur op basis van industriële restwarmte en WKO invullen waarbij Ballast Nedam een voortrekkersrol kan innemen, om deze voorziening te ontwikkelen met ondersteuning van de gemeente Rotterdam doordat meet dit project het Rotterdam Climate Initiatief op verantwoorde wijze invulling wordt gegeven.