Bijlage 6: Rapportage Merosch: Onderzoek verduurzamingsmaatregelen Sportcentrum De Meent

Onderzoek Verduurzamingsmaatregelen

Sportcentrum de Meent te Huizen

Datum:	31 oktober 2019
Projectnr.:	1752
Status:	Definitief
Auteur(s):	Chris van der Elst
Controle:	Bart Advokaat

Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven
@Merosch

telefoon 0172 – 651264
e-mail info@merosch.nl
internet www.merosch.nl

K.v.K. 27311612
BTW NL8224.23.066.B01
IBAN NL80 TRIO 0197 8235 99

Inhoudsopgave

Samenvatting en aanbevelingen 3

Verduurzamingsmaatregelen 3

Aansluiting op een gezamenlijke WKO 6

1 Inleiding 8

2 Uitgangspunten 9

3 Analyse bestaande situatie 10

4 Duurzaamheidsonderzoek 11

4.1 Verbeteren gebouwschil 11

4.2 Vervangen LBK's 12

4.3 Warmtepompen 12

4.4 Riothermie 13

4.5 Geothermie 13

4.6 Masterplan WKO 14

4.7 PV-panelen 14

4.8 PVT-panelen 15

4.9 LED-verlichting 15

4.10 Conclusies 16

4.11 Aanbevelingen verduurzamingspakket 18

5 Beoordeling Quick Scan 20

5.1 Vergelijking 20

6 Technische en financiële analyse 21

6.1 Technische mogelijkheden gecombineerde WKO-aansluiting 21

6.2 Financiële vergelijking concepten 22

6.3 Conclusie 24

Samenvatting en aanbevelingen

De gemeente Huizen heeft na overleg met de adviseurs voor de nieuwbouw van het Erfgooierscollege de mogelijkheid geconstateerd voor het combineren van de warmteopwekking bij zwembad "de Meent" met die van de nieuw te bouwen school op een gezamenlijke WKO. Door middel van voorliggend onderzoek is inzichtelijk gemaakt wat de investerings- en exploitatiekosten voor deze opzet zijn, op basis waarvan de haalbaarheid kan worden bepaald. Aanvullend hierop heeft de gemeente huizen ons gevraagd om te onderzoeken welke verduurzamingsmateregelen er verder mogelijk zijn om te komen tot een volledig aardgasvrij gebouw.

Het doel van dit onderzoek is te inventariseren wat de mogelijkheden zijn om de energievoorziening voor het zwembad te verduurzamen en aardgasvrij te maken, waarbij rekening gehouden wordt dat er een redelijke terugverdientijd gerealiseerd dient te worden. In het kader van verduurzaming wordt ook gekeken naar warmtekoudeopslag. Het tweede doel is om te toetsen of de uitgangspunten voor het zwembad welke in de QuickScan zijn aangehouden juist zijn, de financiële gevolgen die hieruit naar voren komen in de juiste verhouding liggen en of een gezamenlijke WKO met het Erfgooierscollege haalbaar is. Daarnaast worden de benodigde aanpassingen aan de bestaande installaties om een gecombineerde WKO in balans te houden inzichtelijk gemaakt.

Verduurzamingsmaatregelen

Voor het verduurzamen en aardgasvrij maken van de installaties is een pakket van verschillende maatregelen benodigd. Hierbij levert elke afzonderlijke maatregel een besparing van het energieverbruik op en zal een combinatie hiervan leiden tot een geheel aardgasvrije installatie.

In het onderzoek zijn de onderstaande mogelijke verduurzamingsmaatregelen behandeld:

- Verbeteren van de gebouwschil;
- Vervangen LBK's
- Warmtepompen;
- Riothermie;
- Geothermie;
- Integratie met masterplan WKO.;
- PV-panelen;
- PVT-panelen;
- Vervangen bestaande verlichting voor LED(volgens rapportage Sprinx).

Voor diverse maatregelen is meer elektrische energie benodigd. Indien mogelijk wordt hiervoor duurzame opwekking opgenomen.

Het huidige energiegebruik voor verwarming is 1.474 MWh, voor het terugdringen van de thermische energiebehoefte zijn er niet veel mogelijkheden. Alleen het vervangen van de LBK's kan hierin een significante bijdrage leveren door het verbeteren van het rendement van de warmteterugwinning. Omdat deze onlangs gereviseerd zijn, is het advies de huidige opzet minimaal de komende 10 jaar te handhaven.

In onderstaand overzicht is het pakket van maatregelen weergegeven wat benodigd is om geheel energieneutraal te worden. De maatregelen Bouwkundige schil en Geothermie komen hierin niet terug, omdat hiervoor een investeringen gedaan moeten worden die niet terugverdient worden, bovendien kleven er aan de uitvoering en exploitatie van Geothermie nogal wat risico's. Het pakket is opgesplitst in twee delen, het eerste deel bestaat uit verduurzamingsmaatregelen die direct toepasbaar zijn, het tweede deel bestaat uit de maatregelen die nodig zijn om gasvrij en energieneutraal te worden. Het toepassen van het gehele pakket van maatregelen zal leiden tot een volledig energie neutrale warmteopwekking. Voor een geheel energieneutraal gebouw zullen er meer PV-panelen toegepast moeten worden. Voor het gasvrij maken van de installatie, zonder een masterplan WKO, wordt de omvang van een warmtepomp installatie buitenproportioneel groot. Een gasvrije en energie neutrale installatie wordt daarom alleen haalbaar geacht in combinatie met een masterplan WKO.

Tabel 1

Overzicht effecten verduurzamingspakket				
Deel 1 verduurzamingsmaatregelen				
	Levering thermische energie		*Gebruik elektrische energie*	
Plaatsen LT-WP(incl. aanpassen TSA's)	294.800	kWh(th)	84.200	kWh(el)
Riothermie	91.850	kWh(th)	6.100	kWh(el)
Ketel WW vervangen voor HT-WP	205.300	kWh(th)	82.100	kWh(el)
Vervangen LBK's	-381.780	kWh(th)		
Uitbreiden LT-WP installatie	477.770	kWh(th)	79.600	kWh(el)
Deel 2 maatregelen aardgasvrij en energieneutraal				
	Levering thermische energie		*Opbrengst elektrische energie*	
Masterplan WKO-installatie	afhankelijk van warmteoverschot derden		n.v.t.	
Aanleg PV(T)-panelen	66.576	kWh(th)	198.000	kWh(el)
Toepassen LED-verlichting			53.400	kWh(el)
Extra PV-panelen			54.000	kWh(el)

Het toepassen van het pakket van maatregelen dient in een logische volgorde plaats te vinden. De maatregelen die het meeste effect en de kortste terugverdientijd hebben, worden bij voorkeur als eerste toegepast. In tabel 2 is een vereenvoudigd overzicht van het pakket van maatregelen weergegeven met een indicatie op welke termijn ze uitgevoerd kunnen worden. Hierbij zijn de benodigde investeringen en mogelijke terugverdientijden weergegeven, waarbij geen rekening is gehouden met desinvestering als gevolg van vervroegde afschrijving van materialen. Voor een uitgebreide tabel wordt verwezen naar par. 4, afbeelding 4 en tabel 4.2. Hierin wordt een tijdspad weergegeven waarin rekening gehouden is met de natuurlijke vervangingsmomenten van gebouw- of installatiedelen om desinvestering te voorkomen.

Tabel 2

Financieel overzicht verduurzamingspakket			
	Energiebesparing	*Investering*	*TVT*
Deel 1, verduurzaming (1-5 jaar)			
Vervangen CV-ketel	-	MJOP	-
Vervangen WW-ketel en verwarmers sporthal*	-	MJOP	-
Vervangen LBK's*	-	MJOP	-
Nieuwe LBK's met warmtewiel en LT-verw.	€ 21.300	€ 202.500	9,5
L/W-warmtepompen en TSA's	€ 64.000	€ 287.500	4,5
Riothermie	€ 5.135	€ 50.000**	9,8**
HT L/W-warmtepomp	€ 6.560	€ 66.550	10,1
PVT-panelen*	€ 65.695	€ 648.000	9,9
Toepassen LED-verlichting	€ 3.540	€ 29.850	8,4
Deel 2, Gasvrij en energieneutraal (5-15 jaar)			
Masterplan WKO	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Vervangen CV-ketels en L/W-WP voor W/W-WP	n.t.b.	I.c.m. MJOP	n.t.b.
Extra PV(T)-panelen	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.

**Voor deze maatregelen is een vervroegde afschrijving van toepassing*

***Resultaat is afhankelijk van de toegepaste techniek*

Uit de tabel is af te lezen dat door middel van toepassen van deel 1 een totale besparing van ca. € 166.000,- te realiseren is. Hiervoor is een investering benodigd van ca. € 1.285.000 bovenop de reeds geplande investeringen vanuit het MJOP. De besparingen en investeringen van deel 2 zijn nog niet inzichtelijk te maken, omdat deze geheel afhankelijk zijn van de omvang van een masterplan WKO en de ontwikkelingen op de langere termijn.

Het wordt aanbevolen om deel 1 van het pakket niet in zijn geheel gelijktijdig uit te voeren. Dit vraagt een behoorlijk lange sluitingsperiode, aangezien de beschikbare ruimte niet toelaat de werkzaamheden op het zelfde moment te laten plaats vinden. Daarnaast heeft het een negatieve invloed op de terugverdientijden als gevolg van desinvesteringen.

Het advies is om voor deel 1 van het pakket een investeringsplanning op te zetten, zoals weergegeven in paragraaf 4 en voor deel 2 nader onderzoek te doen naar de mogelijkheden voor een masterplan WKO.

Voor een aantal onderdelen is het noodzakelijk het zwembad voor langere tijd buiten gebruik te nemen. Dit betreft het vervangen van de TSA's, de LBK's en de verlichting. Deze werkzaamheden kunnen gelijktijdig plaats vinden. De opstelling van een warmtepomp kan plaats vinden voorafgaand aan een sluitingsperiode. Deze werkzaamheden dienen bij voorkeur in een zomerperiode te worden uitgevoerd, de warmtebehoefte is dan het laagst en de opwekking van de benodigde warmte kan dan eenvoudig met de warmtepomp plaats vinden. Voor de LBK's blijven er daarnaast nog restwerkzaamheden over die gedurende openingstijden uitgevoerd kunnen worden. Hierbij is warmtelevering aan de LBK's tijdelijk niet mogelijk, maar gezien de verbeterde warmteterugwinning en de buitenluchtcondities in de zomer ook niet noodzakelijk. Er dient rekening gehouden te worden met een sluitingsperiode van 4-5 weken.

Aansluiting op een gezamenlijke WKO

Voor de aansluiting op de WKO van het Erfgooierscollege zijn vier mogelijke concepten met elkaar vergeleken. In de onderstaande tabel zijn de concepten en de daarbij horende aanpassingen aan de installatie weergegeven.

Tabel 3 - Overzicht concepten voor aansluiting op WKO en bijbehorende maatregelen.

	Concept 1a	*Concept 1b*	*Concept 2a*	*Concept 2b*
	HT warmtepomp - Dry-cooler	*HT warmtepomp - Zonnecollectoren*	*LT warmtepomp - Dry-cooler*	*LT warmtepomp - Zonnecollectoren*
Warmteopwekking CV	Gehele installatie in twee trappen		Aparte WP voor TSA's	
Tapwater	Via CV-installatie		Huidige handhaven	
Warmteafgifte	Huidige handhaven		Vervangen TSA's	
Warmte regeneratie	Dry-cooler 1520 kW	Zonnecollectoren 1200 m²	Dry-cooler 1520 kW	Zonnecollectoren 1200 m²

In de onderstaande tabel worden de resultaten van de financiële analyse van de energieconcepten weergegeven. De levensduurkosten zijn uitgedrukt met de netto contante waarde. De netto contante waarde vertegenwoordigt de som geld die geld, die nu nodig is om gedurende een periode van 40 jaar de energie-, onderhouds- en (extra) kapitaallasten te kunnen betalen. Als discontovoet is hierbij uitgegaan van 4,5% en het rentepercentage is 0%. Voor de energieprijsstijging is uitgegaan van een gematigd scenario met een prijsstijging van 2,0% voor elektriciteit en 4% voor aardgas. Er is in deze analyse rekening gehouden met ISDE en SDE+ subsidie op de investering van de warmtepompen en zonnecollectoren.

Tabel 4

	Concept 1a	*Concept 1b*	*Concept 2a*	*Concept 2b*
	HT warmtepomp met Dry-cooler	*HT warmtepomp met Zonnecollectoren*	*LT warmtepomp met Dry-cooler*	*LT warmtepomp met Zonnecollectoren*
Investering	€ 407.000	€ 1.206.000	€ 394.000	€ 1.190.000
Exploitatiekosten jaar 1				
Energie	€ 14.692	€ 16.192	€ 21.892	€ 24.592
Onderhoud & beheer(incl. ESCo)	€ 14.700	€ 13.500	€ 14.700	€ 13.500
Totaal	€ 29.392	€ 29.692	€ 36.592	€ 38.092
Milieulast				
CO_2 uitstoot in ton/jaar	442	438	380	369
CO_2-reductie	58	62	121	131
Levensduurkosten (40 jaar)				
NCW	€ 2.564.769	€ 3.465.099	€ 2.412.986	€ 2.667.281
TVT	n.v.t.	448,0	54,8	107,3

Uit de berekening van de Netto Contante Waarde(NCW) blijkt dat, met de gehanteerde uitgangspunten, de levensduurkosten van Concept 2a het gunstigst zijn, echter is de terugverdientijd meer dan 50 jaar.

Na het beoordelen en de hierop volgende bespreking van de Quickscan is de conclusie dat een combinatie van het Erfgooierscollege en sportcentrum "de Meent" op een gezamenlijke WKO technisch haalbaar is. Echter liggen de technische uitgangspunten nog te ver uit elkaar en is de gewenste synergie en de termijn waarop gegevens vastgelegd moeten zijn te klein om een efficiënte samenwerking aan te gaan. Daarnaast is voor het zwembad een veel grotere broncapaciteit benodigd dan nu voor het Erfgooierscollege berekend is. Het Erfgooierscollege zal daarom in eigen beheer en alleen voor het schoolgebouw een WKO-installatie aanleggen. Hierbij zal rekening worden gehouden met een masterplan voor de aanleg van één of meerdere bodemenergiesystemen in de toekomst.

Vanuit duurzaamheidsoverwegingen is een aansluiting op een WKO wel aanbevolen. Uit de berekeningen blijkt namelijk dat er met concept 2a een besparing van ruim 120 ton CO_2 per jaar gerealiseerd kan worden. Het inpassen van een WKO-installatie in een masterplan is daarom voor het zwembad zeker niet uitgesloten, echter zal er een combinatie gezocht moeten worden met een of meerder naastgelegen panden. Vanwege het ontbreken van een koelinstallatie is er namelijk warmteoverschot nodig vanuit een of meer andere gebouwen om balans te houden bij de aansluiting van het zwembad op een WKO.

1 Inleiding

De gemeente Huizen heeft opdracht gegeven tot het onderzoeken van de mogelijkheden van verduurzaming van de warmteopwekking en voor het aansluiten van de installaties van het Erfgooierscollege en sporthal/zwembad "de Meent" op een gezamenlijke WKO-installatie. Deze WKO-installatie zal als ESCO door het bouwmanagement bij de nieuwbouw van de school worden ondergebracht. Door de school is een QuickScan uitgevoerd om de technische haalbaarheid en de financiële consequenties inzichtelijk te maken.

Het uitgangspunt is dat er voor een goedwerkend bodemopslagsysteem evenveel warmte terug geleverd wordt als er onttrokken wordt. Aangezien in het complex nagenoeg geen koude vraag is, is een onderzoek gedaan naar de benodigde maatregelen om de aan de WKO onttrokken warmte terug te leveren/duurzaam op te wekken.

In dit onderzoek is een berekening gemaakt van de warmtevraag van "de Meent" ten behoeve van de volgende installaties:

- Tapwaterinstallatie;
- Waterbehandelingsinstallatie;
- Klimaatinstallatie.

Deze berekeningen zijn ook het uitgangspunt voor het bepalen van de haalbaarheid en impact van de maatregelen om het gasgebruik te beperken of de installaties geheel aardgasvrij te maken.

2 Uitgangspunten

De volgende documenten zijn als uitgangspunt voor dit rapport gehanteerd:

- Energy Audit Sprinx d.d. 10-12-2018
- Meerjaren onderhoudsplan Facilicom d.d. 06-03-2017
- Bouwkundige plattegrondtekeningen
- Schouw op locatie d.d. 17-04-2019
- Haalbaarheidsanalyse Gecombineerde WKO Quinta d.d. 16-05-2019
- Toelichting en bespreking rapport Quinta d.d. 05-06-2019

3 Analyse bestaande situatie

De huidige verwarmingsinstallatie is opgezet op basis van een hoge aanvoertemperatuur. Hiervoor is een warmte/kracht koppeling(WKK) geplaatst, welke inmiddels buiten gebruik is en vervangen door een gasgestookte CV-ketel met een hoog rendement. De afgifte is gebaseerd op een temperatuur traject van 90/70°C, hierdoor kan het hoge rendement niet worden gehaald aangezien de retourtemperatuur hiervoor lager moet zijn dan 55°C. Dit heeft te maken met de principewerking van een HR-ketel. De rookgassen condenseren bij 55°C waardoor rendement van de warmteopwekking verbeterd.

Tabel 3.1 – Opgestelde apparatuur

Warmte opwekkers				
CV-ketel (staand)		575 kW	Viessmann	
CV-ketel (wand)		71 kW		
WKK		*xx* kW		
Warmte afgifte apparatuur				
TSA Instructiebad		120 kW	Viessmann	
TSA Wedstrijdbad		330 kW	Viessmann	
LBK 01		156 kW	Verhulst	3,33 m^3/s
LBK 02		250 kW	Verhulst	5,5 m^3/s
LBK 03		61 kW	Verhulst	1,39 m^3/s
LBK 04		38 kW	Verhulst	1,04 m^3/s
Luchtverhitter	6 st.	13 kW		
Radiatoren	24 st	0,9 kW		

Bij de berekening van de energiebehoefte zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Gelijktijdig vermogen LBK's: 355 kW
- Gelijktijdig vermogen TSA's: 115 kW
- Gelijktijdig vermogen Tapwater: 24 kW
- Gelijktijdig vermogen overig: 100 kW
- Werkelijk rendement gasketel: 85%
- Rendement huidige Twin-coil WTW: 40%

4 Duurzaamheidsonderzoek

De eerste stap van dit onderzoek richt zich op de mogelijkheden voor het verduurzamen en aardgasvrij maken van de warmteopwekking voor het zwembad en de sporthal. Hierbij wordt in eerste instantie gekeken naar de meest eenvoudig toe te passen maatregelen en worden voor het overige de meer complexe maatregelen tegen het licht gehouden.

Voor het verduurzamen en aardgasvrij maken van de installaties is een pakket van verschillende maatregelen benodigd. Hierbij is elke afzonderlijke maatregel een verduurzaming en zal een combinatie hiervan leiden tot een geheel aardgasvrije installatie. In onderstaande overzicht is een opsomming gegeven van de mogelijke maatregelen. Elke maatregel zal voor een besparing zorgen of voor een deel in de energieopwekking voorzien. Voor diverse maatregelen is meer elektrische energie benodigd. Indien mogelijk wordt hiervoor duurzame opwekking opgenomen.

Mogelijke verduurzamingsmaatregelen:

- Verbeteren van de gebouwschil;
- Vervangen LBK's
- Warmtepompen;
- Riothermie;
- Geothermie;
- Integratie met masterplan WKO.
- PV-panelen;
- PVT-panelen.

4.1 Gebouwschil

De gebouwschil vormt de scheiding tussen binnen- en buitenlucht en heeft ten gevolge van temperatuurverschillen aan beide kanten altijd warmteverlies tot gevolg. Hoe beter de kwaliteit van de schil hoe kleiner dit verlies is. Door een slechte gebouwschil te verbeteren zal het warmteverlies aanzienlijk teruggedrongen kunnen worden. In deze paragraaf is gekeken naar de diverse aspecten van de schil. Hierbij valt als eerste de openingen in de gevels op. Ramen en kieren in de gevels zijn vaak een oorzaak van warmteverlies. Vervolgens is de bestaande isolatie van het dak en de gevels bekeken. Het pand is in 1999 gebouwd en daarom verouderd. De eisen aan de bouwkundige schil zijn in de loop van de tijd aangescherpt en in de huidige situatie zijn diverse delen op korte termijn aan vervanging toe. Omdat de zwemzalen een hoge ruimtetemperatuur hebben, zal het dakoppervlak hier de grootste bijdrage leveren aan het warmteverlies.

Bij het verbeteren van de gebouwschil zijn globaal de volgende resultaten te behalen:

		Oud	Nieuw
Verbetering U-glas (ca. 150 m²)	[W/m².K]	1,2*	1,0
Verbetering Rc-gevel (ca. 990 m²)	[m².K/W]	3,5*	4,5
Verbetering Rc-dak (ca. 1.790 m²)	[m².K/W]	4,5*	6,0
Reductie opwekking:	[W]	11.869	
Energiebesparing:	[kWh]	30.300	
Percentage t.o.v. huidig energieverbruik:	[%]	2	
Meer investering t.o.v. MJOP:		ca. € 203.000	
Jaarlijks exploitatievoordeel:		€ 1.650	

**Waarden zijn ingeschat a.d.h.v. locatiebezoek en tekeningen*

Het effect van deze maatregelen is beperkt aangezien het gebouw al een energielabel A heeft. De besparing op de energie weegt niet op tegen de hoge investeringskosten die nodig zijn om dit te bereiken.

4.2 Vervangen LBK's

Om het gebouw te verduurzamen is het nodig de energievraag te beperken. In de vorige paragraaf is gekeken naar de gebouwschil. Een ander mogelijkheid voor het beperken van de vraag is het energieverbruik van de LBK's. De huidige LBK's zijn voorzien van Twin-coil warmte terugwinning en HT-verwarmingsbatterijen. Met het vervangen van de LBK's is het rendement van de warmte terugwinning aanzienlijk te verbeteren en kan de warmtevraag beperkt worden. Daarnaast is het mogelijke om LT-verwarmingsbatterijen toe te passen, wat warmteopwekking middels een warmtepomp mogelijk maakt. De nieuwe LBK's dienen voorzien te worden van hoog rendement sorptie rotors(warmtewielen met vocht terugwinning) en laag temperatuur verwarmingsbatterijen om onderstaande resultaten te behalen.

Verbetering rendement WtW	ca. 30	%
Reductie opwekking:	142.500	W
Energiebesparing LBK's:	381.780	kWh
Percentage t.o.v. huidig energieverbruik	26	%
Investering:	€ 202.500	
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 21.400	

4.3 Warmtepompen

Een alternatief om in een deel van de warmtebehoefte te voorzien is een lucht/water warmtepomp. Voor het toepassen van een lucht/water warmtepomp dient de installatie geschikt gemaakt te worden voor laag temperatuur afgifte. Hierdoor zal de warmtelevering van de warmtepomp een deel van de opwekking middels de CV-ketel vervangen. Aan de bestaande installatie zijn de volgende aanpassingen benodigd:

- Vervangen van de warmtewisselaars ten behoeve van de waterbehandeling(WB);
- Vervangen van de overige warmteafgifte toestellen, zoals radiatoren en heaters;
- Vervangen van de LBK's.

Met het toepassen van deze aanpassingen is het onderstaande resultaat berekend:

LT-verwarming LBK's	681.750	kWh
LT-verwarming WB(TSA's)	294.800	kWh
Energiebesparing LT-verwarming:	501.000	kWh
Percentage t.o.v. huidig energieverbruik	35	%
Investering:	€ 287.500	
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 28.800	

Voor het plaatsen van de warmtepomp dient op het dak een opstelplaats ingericht te worden, bij voorkeur met een zuidelijke oriëntatie. De zuidelijke gevel is de warmste en zal het rendement van de warmtepomp in de winter ten goede komen. De warmtepomp wordt als hoofdverwarming ingezet, in de aanvoer van de CV-installatie. Daarnaast wordt een nieuwe HT-warmtepomp met heet waterbuffer ingezet als piekvoorziening voor koude perioden en de warm tapwaterbereiding. Dit kan een lucht/water warmtepomp zijn of een water/water warmtepomp die gekoppeld wordt aan een masterplan WKO.
De opstelling van een lucht/water warmtepomp kan eenvoudig ingezet worden voor een deel van de warmteopwekking.

Voor de opstelling van een hoog temperatuur warmtepomp is een lucht/water variant een minder geschikte oplossing aangezien deze een beperkt rendement heeft. Een water/water warmtepomp is een betere oplossing, deze dient geïntegreerd te worden in, ofwel Riothermie, of een masterplan voor een WKO installatie.

4.4 Riothermie

Bij Riothermie wordt warmte teruggewonnen uit de afvalwaterstroom vanuit het gebouw. Hiervoor wordt in de verzamelleiding van het gebouw een gedeelte van de leidingbodem voorzien van een warmtewisselaar. Deze wordt aangesloten op de warmtepomp en zal opgeslagen worden in een buffer. Indien de afvoeren ver uit elkaar liggen zal een aanpassing gedaan moeten worden aan het leidingnet.

Filterspoeling per keer:	3000	liter
Aantal spoelingen per week:	2	
Aanvoertemperatuur:	30	°C
Gewenste lozingstemperatuur:	15	°C
Terugwinrendement:	85%	
Energie filterspoeling:	5.460	kWh
Energie doucheafvoer:	102.600	kWh
Vermogen:	34,2	kW
Energieterugwinning:	91.851	kWh
Percentage t.o.v. huidig energieverbruik	6	%
Investering	€ 50.000*	
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 5.135	

**Investering dient door nader onderzoek geverifieerd te worden*

Het toepassen van Riothermie levert op het geheel geen grote besparing, maar behoeft ook geen grote investering. Hierdoor is het een maatregel die interessant is om verder uit te werken.

4.5 Geothermie

Geothermie is een geheel onafhankelijke oplossing voor het opwekken van de benodigde warmte. Hiervoor worden diepe boringen gedaan tot de warme lagen van de bodem, waar warmte onttrokken kan worden. Bij een juiste boring is een hoog temperatuur aanvoer mogelijk, waardoor deze de CV-ketel direct kan vervangen. Hierdoor is het niet nodig de afgifte van de huidige installatie aan te passen. Nadelen van dit systeem zijn de hoge aanleg en onderhoudskosten. Ook zijn de toepassingsmogelijkheden sterk afhankelijk van de locatie.

Benodigd vermogen	575	kW
Energie	1.451.875	kWh
Onderhoud	0,07	€/kWh
Subsidie	0,043	€/kWh
Investering	€ 4.500.000	
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 79.690	

Gezien de hoge investering, onderhoudskosten en de randvoorwaarden voor toepassingsmogelijkheden is deze optie niet interessant. Bovendien is de techniek nog redelijk nieuw en niet onomstreden.

4.6 Masterplan WKO

De uitsluitende warmtebehoefte van het zwembad biedt mogelijkheden voor synergie met gebouwen in de omgeving die een warmteoverschot hebben. Dit kan belangrijke voordelen bieden in de aanleg van een centrum plan of wijk WKO. Dit leidt tot een efficiënter gebruik van een water/water warmtepomp. Aangezien deze een beter rendement heeft dan een lucht/water warmtepomp, zal dit leiden tot een reductie van het energieverbruik. Daarnaast biedt een aansluiting op een masterplan ook de mogelijkheid om warmteoverschot binnen het sportcomplex te benutten. Indien gewenst, kan in diverse ruimten waar een hoge warmtelast is een koelinstallatie aangelegd worden. Hierdoor wordt overtollige warmte uit het gebouw opgeslagen in een WKO. De totale oppervlakte die mogelijk in aanmerking komt voor een koelinstallatie bedraagt ca. 1.820 m². Dit levert slechts een klein deel van de te laden warmte, alleen wanneer er geen andere mogelijkheid is om balans in een WKO realiseren of in geval van warmteklachten in ruimten, kan deze maatregel overwogen worden.

Aangezien dit onderwerp de grenzen van dit onderzoek overschrijdt, is het hier beknopt benoemd. Het is aanbevolen om hier nader onderzoek naar te doen. Het onderzoek naar een combinatie met de WKO voor het Erfgooierscollege is uitgewerkt in hoofdstuk 5 en 6.

4.7 PV-panelen

Het toepassen van PV-panelen gebeurt in combinatie met een lucht/water warmtepompopstelling. Hierbij worden de PV-panelen niet direct op de warmtepomp aangesloten, maar de warmtepomp wordt aangesloten op het net en de PV-panelen leveren hun energie terug aan het net. Voor het opstellen van PV-panelen kan het dakvlak van de sporthal gebruikt worden, het dak van het zwembad is vanwege de golvende uitvoering niet voor de hand liggend. Het toepassen van PV-panelen kan in combinatie met zowel HT-, als LT-warmtepompen. Voor dit onderzoek is er van uit gegaan dat de panelen alleen op het dak van de sporthal aangelegd worden.

Aanleg PV:	1200	m²	180	€/m²
Opbrengst:	150	kWh/m²	180000	kWh
Percentage eigen verbruik	57%			
Percentage direct verbruik	53%		0,032	€/kWh
Percentage teruglevering	47%		0,06	€/kWh
Subsidie(SDE+):	180.000	kWh	8128	€
Investering	€ 216.000			
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 17.000			

PV-panelen compenseren een groot deel van de extra benodigde energie als gevolg van het installeren van een warmtepomp. Bij toepassen van warmtepompen, eventueel in combinatie met een masterplan WKO, is dit een interessante maatregel. Daarnaast kunnen PV-panelen, indien aangebracht met voldoende capaciteit, een maatregel zijn om het gebouw geheel energieneutraal te maken.

4.8 PVT-panelen

PVT-panelen zijn panelen die zowel elektrische als thermische energie uit zonlicht opwekken. Doordat de panelen "gekoeld" worden, is het elektrisch rendement hoger. De panelen worden met een omvormer aangesloten op de elektrische installatie en leveren de energie terug aan het net bij overproductie. Onder de panelen is een leidingsysteem aangesloten die de warmte van de panelen afvoert naar een buffervat, hiervandaan wordt de warmte door een warmtepomp gebruikt of opgeslagen in de WKO. Voor het opstellen van PVT-panelen kan het dakvlak van de sporthal gebruikt worden, het dak van het zwembad is vanwege de golvende uitvoering niet voor de hand liggend. Voor dit onderzoek is er van uit gegaan dat de panelen alleen op het dak van de sporthal aangelegd worden.

Aanleg PVT:	1200	m^2	540	€/m^2
Opbrengst:	165	kWh/m^2	198000	kWh
Geregenereerde warmte:	550	kWh/m^2	660.000	kWh
Percentage eigen verbruik	63%			
Percentage direct verbruik	52%		0,032	€/kWh
Percentage teruglevering	48%		0,06	€/kWh
Subsidie(SDE+) elektra:	198.000	kWh	8.997	€
Subsidie(SDE+) warmte:	660.000	kWh	43.560	€
Investering:	€ 648.000			
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 65.000			

PVT-panelen compenseren een groot deel van de extra benodigde energie als gevolg van het installeren van een warmtepomp en produceren warmte die benut kan worden voor de verwarming van zwembad water, of de voorverwarming van warm tapwater. Aandachtspunt hierbij is dat de meeste warmte geproduceerd wordt als de warmte vraag het laagst is. Dit maakt deze maatregel bij voorkeur geschikt voor het regenereren van warmte bij integratie in een masterplan voor WKO.

4.9 LED-verlichting

Het toepassen van LED-verlichting levert een directe besparing op het elektriciteitsverbruik. Hiervoor dient de bestaande verlichting vervangen te worden voor LED. Vanuit de rapportage van Sprinx zijn de onderstaande gegevens overgenomen:

Toepassen LED-verlichting	*investering [€]*	*Energie [kWh]*	*Besparing [€]*	*TVT [jaar]*
Vervangen TL verlichting zwemzalen + kleedruimtes zwembad	9.943	31.857	2.112	4,7
Vervangen TL verlichting sporthallen	12.166	13.936	924	13,2
Vervangen overige verlichting	5.734	6.629	439	13,
Vervangen verlichting korfbalvereniging	1.646	957	63	25,9
Vervangen verlichting waterpolovereniging	356	37	2	145,5

Totaal Investering:	€ 29.845
Jaarlijks exploitatievoordeel:	€ 3.540

4.10 Conclusies

Het is mogelijk om het zwembad aardgasvrij te maken door het toepassen van een aantal verduurzamingsmaatregelen. De belangrijkste aanpassing die gedaan moet, worden betreft het geschikt maken van de installatie voor laagtemperatuur verwarming. Dit geldt met name de TSA's voor het zwembadwater en de luchtbehandeling. Hierbij dient bij voorkeur gebruik te worden gemaakt van een masterplan voor een WKO-installatie om in de zomer warmte te kunnen bufferen en energie uit te kunnen wisselen met andere gebouwen. Volledige opwekking door middel van lucht/water warmtepompen is niet aanbevolen, dit vraagt bijna een verdubbeling van het opgestelde vermogen om ook bij lage buitentemperaturen het benodigde verwarmingsvermogen te kunnen leveren.

Door de luchtbehandelingskasten aan te passen naar een laag temperatuur afgifte systeem en het rendement van de warmte terugwinning te verbeteren door middel van het toepassen van een hygroscopisch warmtewiel is het mogelijk de warmtevraag aanzienlijk te reduceren. Echter is er recent een opdracht uitgegeven voor het reviseren van de luchtbehandelingskasten voor een bedrag van ca. € 42.000,- waarbij de onderdelen gerevitaliseerd zijn en voorzien zijn van een coating. Het op korte termijn vervangen van de kasten is een verspilling van deze investering. Hierdoor zal de installatie minimaal de komende 10 jaar nog met een beperkt WTW-rendement en op hoog temperatuur moeten functioneren.

Met een combinatie van een Riothermie, Dry-cooler en/of PVT-panelen is het mogelijk warmte te regenereren en op te slaan in een WKO-installatie. Met behulp van een warmtepomp opstelling waarbij een LT-WP en een HT-WP gecombineerd worden, is de warmtevraag van zowel het gebouw als zwem- en warm tapwater gasvrij op te wekken.

Bovenstaande in overweging nemende is het mogelijk een pakket van maatregelen samen te stellen om het gebouw gasvrij te maken. In tabel 4.1 is in chronologische volgorde het pakket van maatregelen weergegeven en hoe groot het aandeel in de energielevering is. Het eerste deel bestaat uit maatregelen die op korte termijn genomen kunnen worden om de warmte opwekking te verduurzamen. In het tweede deel van de tabel is weergegeven welke aanvullende maatregelen nodig zijn om de warmteopwekking gasvrij en energie neutraal te maken.

Tabel 4.1

Overzicht verduurzamingsmaatregelen				
	Levering thermische energie		*Gebruik elektrische energie*	
Plaatsen LT-WP(incl. aanpassen TSA's)	294.800	kWh(th)	84.200	kWh(el)
Riothermie	91.850	kWh(th)	6.100	kWh(el)
Ketel WW vervangen voor HT-WP	205.300	kWh(th)	82.100	kWh(el)
Vervangen LBK's	-381.780	kWh(th)		
Uitbreiden LT-WP installatie	477.770	kWh(th)	79.600	kWh(el)
Overzicht maatregelen aardgasvrij en energieneutraal				
	Levering thermische energie		*Opbrengst elektrische energie*	
Masterplan WKO-installatie	afhankelijk van warmteoverschot derden		n.v.t.	
Toepassen LED-verlichting*			53.400	kWh(el)
Aanleg PV(T)-panelen	66.576	kWh(th)	198.000	kWh(el)

**Hiervoor zijn de getallen uit de rapportage van Sprinx samengevoegd*

Tabel 4.2 geeft een overzicht van het pakket van maatregelen met de daarbij behorende energiebesparing, investering en terugverdientijd. De maatregelen zijn in chronologische volgorde weergegeven met een indicatie op welke termijn ze uitgevoerd kunnen worden, rekening houdend met het MJOP. Om tot een energie neutrale installatie te komen dient het gehele pakket toegepast te worden, waarbij het aanpassen van de bouwkundige schil afgewogen dient te worden op basis van de energiebalans van een masterplan WKO.

Tabel 4.2

Financieel overzicht verduurzamingspakket			
	Energiebesparing	*Investering*	*TVT*
Stap 1 (<1 jaar)			
Vervangen CV-ketel	-	MJOP	-
L/W-warmtepomp en TSA's	€ 64.000	€ 287.500	4,5
Riothermie	€ 5.135	€ 50.000*	9,8*
Toepassen LED-verlichting**	€ 3.540	€ 29.845	8,4
Stap 2 (1-5 jaar)			
Vervangen WW-ketel en heaters sporthal	-	MJOP	-
HT L/W-warmtepomp	€ 6.560	€ 66.550	10,1
PVT-panelen	€ 65.695	€ 648.000	9,9
Stap 3 (5-10 jaar)			
Verbeteren gebouwschil	€ 1.700	I.c.m. MJOP	n.v.t.
Stap 4 (10-15 jaar)			
Vervangen LBK's	-	MJOP	-
Nieuwe LBK's met WtW en LT-verw.	€ 21.300	€ 202.500	9,5
Stap 5 (5-20 jaar)			
Masterplan WKO	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Vervangen CV-ketels en L/W-WP voor W/W-WP	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Stap 6 (>20 jaar)			
Extra PV(T)-panelen	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.

**Resultaat is afhankelijk van de toegepaste techniek*

***Hiervoor zijn de getallen uit de rapportage van Sprinx samengevoegd*

Uit de tabel is af te lezen dat door middel van toepassen van de stappen 1 tot en met 4 een totale besparing van ca. € 168.000,- te realiseren is. Hiervoor is een investering benodigd van ca. € 1.285.000 bovenop de reeds geplande investeringen vanuit het MJOP. De besparingen en investeringen van de stappen 5 en 6 zijn nog niet inzichtelijk te maken, omdat deze geheel afhankelijk zijn van de omvang van een masterplan WKO en de ontwikkelingen op de langere termijn.

4.11 Aanbevelingen verduurzamingspakket

Naar aanleiding van het onderzoek wordt geadviseerd het pakket in onderstaande volgorde uit te voeren.

Warmtepomp
Om een reductie van het gasverbruik te realiseren, wordt geadviseerd om op korte termijn de warmtewisselaars voor de verwarming van het zwembadwater te vervangen voor wisselaars die geschikt zijn voor laag temperatuur verwarming en hiervoor een lucht/water warmtepomp te plaatsen. Voor het verwarmen van het zwembadwater wordt geadviseerd het systeem los te koppelen van de hoofdinstallatie. Het is raadzaam om daarnaast zoveel mogelijk afgifte toestellen aan te passen naar laag temperatuurafgifte. Hierbij valt te denken aan de verwarming van de sporthal. Het is aanbevolen om een voorziening in dit systeem te integreren waardoor bij uitval of capaciteitsverlies de ketel in de warmtelevering kan voorzien.

Riothermie
Het is raadzaam om een gericht onderzoek te wijden aan het ontwerp van Riothermie. In voorliggend onderzoek is bepaald dat er voldoende potentieel is om energie uit terug te winnen, echter behoeft de exacte invulling hiervan nog extra aandacht.

CV-ketels
De huidige CV-ketel is bijna aan vervanging toe, daarnaast krijgt deze over capaciteit door het opstellen van een lucht/water warmtepomp. Het advies is om de bestaande ketelopstelling te vervangen voor een cascade opstelling van wandketels. Hiermee is de warmteopwekking nauwkeurig af te stemmen op de warmtevraag en zal het rendement van de hiervan verbeteren. Afhankelijk van de uitvoering van de lucht/water warmtepomp wordt geadviseerd een nader te bepalen gereduceerd vermogen op te stellen.

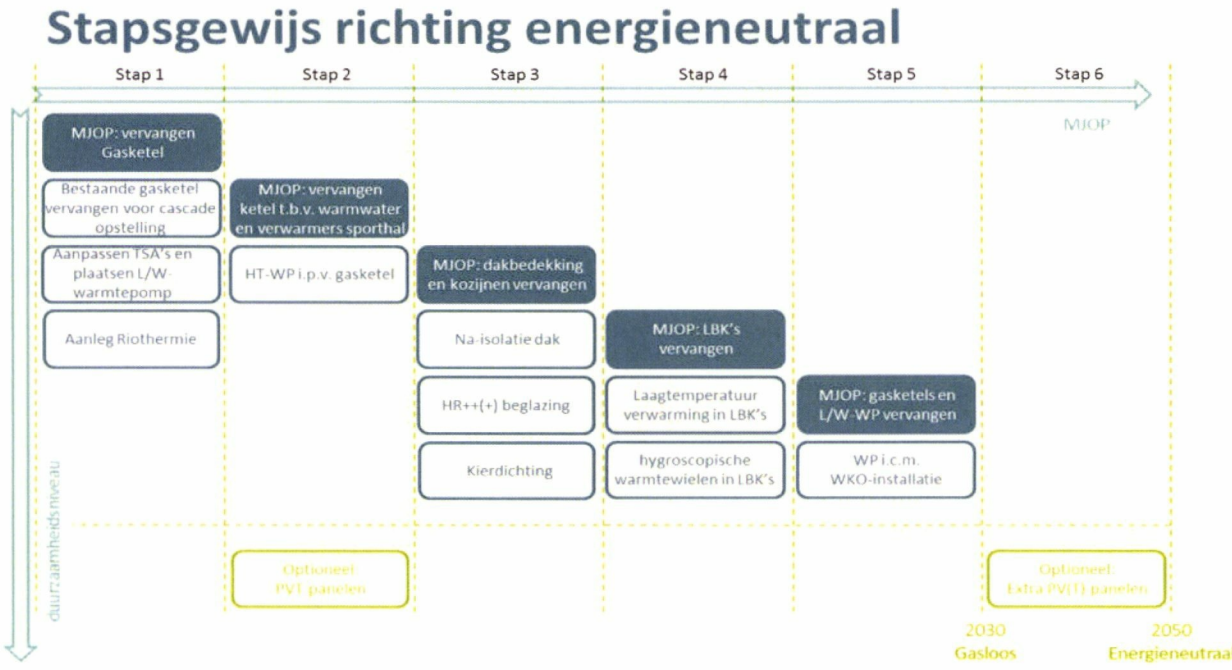
Hoog temperatuur warmtepomp
De ketel voor tapwater is nog vrij nieuw, het advies is om deze te handhaven en te koppelen aan de Riothermie. Bij het natuurlijke vervangingsmoment voor deze ketel wordt geadviseerd om een hoog temperatuur warmtepomp te plaatsen. Deze warmtepomp dient dan niet alleen het warmtapwater te voorzien maar ook de overige hoog temperatuur afgiftevoorzieningen(voornamelijk radiatoren).

Luchtbehandeling
De luchtbehandelingskasten zijn recent gereviseerd. De huidige uitvoering van de kasten is behoorlijk gedateerd en het is zinvol deze te vervangen. Echter is dit op korte termijn niet verstandig, gezien de investering die gedaan is voor het reviseren. Geadviseerd wordt om aan het eind van de levensduur van de aangebrachte coating de kasten geheel te vervangen. Deze dienen dan voorzien te worden van laagtemperatuur verwarmingsbatterijen en een hoog rendement hygroscopisch warmtewiel.

Uitbreiden warmtepomp opstelling
Na toepassing van bovenstaande maatregelen zal nog een groot deel van de warmte opgewekt worden met behulp van gasgestookte CV-ketels. Om tot een geheel aardgasvrije installatie te komen wordt geadviseerd om hiervoor een laag temperatuur warmtepomp opstelling te plaatsen. Gezien het potentieel voor de opslag van warmteoverschot in omliggende gebouwen, wordt geadviseerd om hier aanvullend onderzoek naar te doen met als doel een masterplan voor een WKO-installatie te realiseren.

Met onderstaande afbeelding wordt gevisualiseerd hoe het voorgestelde pakket van maatregelen in de tijd ingepast wordt om tot een energie neutrale installatie te komen, waarbij desinvestering wordt voorkomen. Het toepassen van de maatregelen is in een logische volgorde in de afbeelding opgenomen. De maatregelen die het meest effect en de kortste terugverdientijd hebben, worden als eerste toegepast.

Afbeelding 4



Het vervolg van het onderzoek richt zich op de mogelijkheid van aansluiting op de WKO van het Erfgooierscollege. In hoofdstuk 5 wordt gekeken naar de uitgangspunten van de quickscan die gedaan is door adviesbureau Quinta, in hoofdstuk 6 wordt gekeken naar de technische en financiële aspecten van het inpassen van een WKO in de bestaande installatie van zwembad "de Meent".

5 Beoordeling Quick Scan

De quickscan is uitgevoerd door Ingenieursbureau Quinta. Voor het bepalen van het energiegebruik heeft Quinta gebruik gemaakt van de rapportage van Sprinx, deze rapportage is ook aangehouden voor dit onderzoek. De uitgangspunten voor het energieverbruik worden daarom voor dit onderzoek aangehouden.

5.1 Vergelijking

Uit het onderzoek naar de inpassing van een gecombineerde WKO in de huidige installaties van het zwembad komen een aantal afwijkende uitgangspunten naar voren die invloed hebben op de uitkomst van de Quickscan. In onderstaande tabel zijn de verschillen weergegeven.

Tabel 4.1

Overzicht uitgangspunten en resultaten		
	Quickscan Quinta	*Onderzoek Merosch*
Capaciteit warmtepomp	250 kW	120 kW
Aandeel warmtepomp	50%	20%
Capaciteit bron	50 m³/h	250 m³/h
Capaciteit Dry-cooler	500 kW	1.520 kW
Vollasturen Dry-cooler	1.200 h/jaar	390 h/jaar
Gasbesparing	79.189 m³/jaar	46.997 m³/jaar
Terugverdientijd	6,6 jaar	54,8 jaar

Het gebruiksprofiel van het zwembad en het principe van de installaties laten een maximum inzet van 120 kW voor de warmtepomp toe. Evengoed levert dit nog een aanzienlijk deel van de totale warmtebehoefte, echter is de gasbesparing fors minder dan door Quinta berekend is. Bij gebrek aan een koelinstallatie in het zwembad is er geen mogelijkheid om onttrokken warmte geleidelijk terug te brengen in een gecombineerde WKO, hiervoor is een Dry-cooler nodig. Deze kan echter pas warmte van een voldoende temperatuur laden bij een buitentemperatuur van 22°C. Het aantal uren per jaar dat de temperatuur hoger is dan 22°C is ca. 390 uur. Om de benodigde energie in dit gereduceerde aantal uren te kunnen laden, is een aanzienlijk hoger brondebiet nodig. Voor de grotere bronnen en de dry-cooler is een hogere investering nodig, daarentegen is de besparing aanzienlijk lager. Dit resulteert in een langere terugverdientijd.

Uit de analyse van Quinta is niet goed te filteren wat de jaarlijkse bijdrage voor de ESCo bij een gecombineerde WKO is. Voor de berekening van de businesscase en bijbehorende terugverdientijden zijn wij er van uit gegaan dat de jaarlijkse vastrecht- en energiekosten voor "de Meent" ten behoeve van de gezamenlijke WKO ca. € 13.000,- per jaar bedragen. Dit is gebaseerd op de kosten voor investering en instandhouding van de WKO voor een periode van 40 jaar. De terugverdientijd is berekend op basis van het verschil in exploitatiekosten(energie en instandhoudingskosten van de huidige installatie).

6 Technische en financiële analyse

Voor het inzichtelijk maken van de energiebehoefte voor "de Meent" is een klimaatbestand van het KNMI gebruikt van de periode 1981-2000. Hierbij is uitgegaan van de vermogens van de opgestelde apparatuur in relatie tot de gemiddelde frequentie van de buitentemperatuur over die periode. Op basis hiervan is een jaarlijks gasverbruik van ruim 175.145 m^3 berekend. Dit is iets lager dan het gemiddelde van het gasverbruik over de jaren 2014-2017 uit de rapportage van Sprinx. Ten behoeve van de koeling van een drietal (kantoor)ruimten zijn splitunits opgesteld, het totale energieverbruik hiervan is berekend op ca. 10.000 kWh.

De kosten voor gas en elektraverbruik ten behoeve van de energieopwekking worden berekend aan de hand van de energietarieven die vermeld staan op de aangeleverde energierekening.

6.1 Technische mogelijkheden gecombineerde WKO-aansluiting

Om het zwembad, zonder ingrijpende aanpassingen aan de bestaande installatie, op een WKO-systeem te laten functioneren, dient een water/water warmtepomp toegepast te worden. Hiervan zijn twee varianten beschikbaar:

- Hoog temperatuur warmtepomp
- Laag temperatuur warmtepomp

Voor het plaatsen van de warmtepomp dient de bestaande WKK verwijderd te worden, de vrijgekomen ruimte kan gebruikt worden voor het opstellen van de warmtepomp.

6.1.1 Hoog temperatuur warmtepomp

Deze toepassing brengt de minste aanpassingen aan de installatie met zich mee. Een hoog temperatuur warmtepomp zal voor de helft in de warmtelevering kunnen voorzien. Hierbij wordt het CV-water in twee stappen verwarmd, waarbij de warmtepomp de eerste stap van 60-70°C zal doen en de CV-ketel de tweede stap van 70-80°C. De bestaande installatie hoeft hiervoor niet te worden aangepast. Met deze toepassing is nog steeds een aanvullende gasgestookte warmteopwekking benodigd.

6.1.2 Laag temperatuur warmtepomp

De tweede mogelijkheid is toepassing van een laagtemperatuur(LT) warmtepomp, hiervoor zal een aantal aanpassingen gedaan moeten worden om de warmte van een warmtepomp aan de installatie te kunnen leveren. De meest effectieve aanpassing is het vervangen van de TSA's voor de verwarming van het zwembadwater. Door deze geschikt te maken voor een temperatuurtraject van 55-45°C zal de warmtepomp geheel ingezet kunnen worden voor het verwarmen van het zwembadwater. Bij een voldoende lage retourtemperatuur van de rest van de installatie zal er ook warmte van de warmtepomp geleverd kunnen worden. Dit blijft echter beperkt tot een klein deel van het jaar waarin een lage warmtevraag is, hiervoor dient een stooklijn in de installatie aangebracht te worden of de bestaande stooklijn dient aangepast te worden. Voor beide mogelijkheden dient een nieuwe elektrische voeding aangelegd te worden. Hierbij dient ook het aansluitvermogen van de nutsleverancier verzwaard te worden. Om een goed werkende WKO-installatie te realiseren, dienen warmte afname en terug levering in balans te zijn.

Op basis van voorgaande kan op voorhand gesteld worden dat er zonder aanvullende maatregelen geen aansluiting gerealiseerd kan worden, aangezien er uitsluitend warmte onttrokken wordt. Ten behoeve van energiebalans in de bodem dienen aanvullende voorzieningen aangebracht te worden. In de volgende paragrafen worden een aantal mogelijkheden benoemd.

6.1.3 Dry-cooler

Het toepassen van een Dry-cooler(DC) in combinatie met een bronsysteem is het meest gebruikelijk. Hierbij wordt de DC ingezet om warmte uit de lucht te onttrekken als de buitentemperatuur hoog genoeg is en wordt het bronsysteem bij lagere buitentemperaturen als warmtebron ingezet. Dit gebeurt in combinatie met een warmtepomp. Omdat het zwembad bijna uitsluitend warmte aan de bodem onttrekt, dient de DC ingezet te worden om warmte te laden. Dit is alleen mogelijk als de buitentemperatuur hoger is dan 22°C. Hiermee is het beperkt mogelijk om de warmteonttrekking te compenseren en zal de warmtepomp actief ingezet moeten worden om warmte te laden. Dit is mogelijk bij een buitentemperatuur hoger dan 13°C. Voor het plaatsen van de Dry-cooler dient op het dak een opstelplaats ingericht te worden, bij voorkeur met een zuidelijke oriëntatie. Het toepassen van een dry-cooler kan in combinatie met zowel HT-, als LT-warmtepompen.

6.1.4 Zonnecollectoren(Heat-Pipes)

Het toepassen van zonnecollectoren gebeurd ook in combinatie met een warmtepompopstelling. Hierbij worden zowel de warmtepomp als de zonnecollectoren op een buffer aangesloten, de zonnecollectoren worden zodanig geschakeld dat deze warmte kunnen leveren aan het bronsysteem. Zonnecollectoren functioneren het hele jaar door, de opbrengst is afhankelijk van de hoeveelheid zonlicht. Voor het plaatsen van zonnecollectoren kunnen de dakvlakken van de sporthal en het zwembad gebruikt worden. Het toepassen van zonnecollectoren kan in combinatie met zowel HT-, als LT-warmtepompen.

6.2 Financiële vergelijking concepten

Voor de aansluiting op een WKO-systeem zijn de volgende combinaties mogelijk:

- HT-warmtepomp i.c.m. Dry-Cooler;
- HT-warmtepomp i.c.m. Heat- Pipes;
- LT-warmtepomp i.c.m. Dry-Cooler;
- LT-warmtepomp i.c.m. Heat- Pipes.

In onderstaand overzicht zijn de volgende concepten met elkaar vergeleken:

- HT-warmtepomp/LT-warmtepomp;
- Dry-Cooler/Heat-Pipes.

Voor een juiste afweging is van invloed hoe groot het aandeel van de warmtepomp in de totale energielevering is. De belangrijkste beperking voor het op te stellen vermogen is de grootte van de warmte-regeneratie voorziening. In dit overzicht is uit gegaan van wat maximaal haalbaar is in aan te brengen warmte-regeneratie voorzieningen. De maximale oppervlakte voor zonnecollectoren is 1200 m² en het maximaal op te stellen dry-cooler vermogen bedraagt ca. 1.500 kW.

De kosten voor de gezamenlijke WKO-installatie zijn meegerekend in de jaarlijkse kosten voor onderhoud, vastrecht en overig. De berekening is gebaseerd op de mogelijke besparing van energiekosten en instandhouding van de huidige installatie.

Tabel 5.1 Prognose energieverbruik

INSTALLATIECONCEPT:	HT-WARMTEPOMP i.c.m. Dry-cooler	HT-WARMTEPOMP i.c.m. Zonnecollectoren	LT-WARMTEPOMP i.c.m. Dry-cooler	LT-WARMTEPOMP i.c.m. Zonnecollectoren
Prognose warmtevraag	1.474 MWh	1.474 MWh	1.474 MWh	1.474 MWh
Warmteopwekking met CV-ketels	60%	58%	58%	55%
Opwekkingsrendement gas	0,85	0,85	0,85	0,85
Jaarlijks gasverbruik CV-ketels	118.000 m3	114.000 m3	114.000 m3	108.000 m3
Warmteopwekking met warmtepomp	40%	42%	42%	45%
Opwekkingsrendement elektriciteit (COP)	2,5	2,5	5,0	5,0
Jaarlijks stroomverbruik warmtepomp	236 MWh	248 MWh	124 MWh	133 MWh
Totale energiekosten warmteopwekking	€ 66.800	€ 5.600	€ 59.200	€ 56.900
Prognose koudevraag	354 MWh	372 MWh	495 MWh	531 MWh
Koudeopwekking met koelmachine	0%	0%	0%	0%
Opwekkingsrendement elektriciteit (EER)	1,5	1,5	4,0	4,0
Jaarlijks stroomverbruik koelmachine	0 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh
Koudeopwekking met bronneninstallatie	100%	100%	100%	100%
Opwekkingsrendement elektriciteit (EER)	20,0	30,0	20,0	30,0
Jaarlijks stroomverbruik broninstallatie	18 MWh	12 MWh	25 MWh	18 MWh
Totale energiekosten koudeopwekking	€ 900	€ 600	€ 1.300	€ 900
Totaal prognose energiebesparing	18%	20%	27%	30%

Tabel 5.2 Financieel overzicht

INSTALLATIECONCEPT:	HT-WARMTEPOMP i.c.m. Dry-cooler	HT-WARMTEPOMP i.c.m. Zonnecollectoren	LT-WARMTEPOMP i.c.m. Dry-cooler	LT-WARMTEPOMP i.c.m. Zonnecollectoren
Totale geprognotiseerde investering	€ 407.000	€ 1.206.000	€ 394.000	€ 1.190.000
Prognose verschil jaarlijkse energiekosten	€ 14.692-	€ 16.192-	€ 21.892-	€ 24.592-
Prognose verschil in jaarlijks onderhoud/vastrecht/overig	€ 14.700	€ 13.500	€ 14.700	€ 13.500
Totaal geprognotiseerd exploitatieverschil	€ 8	€ 2.692-	€ 7.192-	€ 11.092-
Berekende eenvoudige terugverdientijd	n.v.t.	448,0	54,8	107,3

Tabel 5.3

	Concept 1a	*Concept 1b*	*Concept 2a*	*Concept 2b*
	HT warmtepomp met Dry-cooler	*HT warmtepomp met Zonnecollectoren*	*LT warmtepomp met Dry-cooler*	*LT warmtepomp met Zonnecollectoren*
Investering	€ 407.000	€ 1.206.000	€ 394.000	€ 1.190.000
Exploitatiekosten jaar 1				
Energie	€ 14.692	€ 16.192	€ 21.892	€ 24.592
Instandhouding (incl. ESCo)	€ 14.700	€ 13.500	€ 14.700	€ 13.500
Totaal	€ 29.392	€ 29.692	€ 36.592	€ 38.092
Milieulast				
CO_2 uitstoot in ton/jaar	442	438	380	369
CO_2-reductie	58	62	121	131
Levensduurkosten (40 jaar)				
NCW	€ 2.564.769	€ 3.465.099	€ 2.412.986	€ 2.667.281

6.3 Conclusie

Zoals in tabel 5.1 te zien is, geeft de variant met een LT-warmtepomp in combinatie met een dry-cooler de grootste energiebesparing, gevolgd door de variant met HT-warmtepomp en dry-cooler. In tabel 5.2 zijn de kosten en eenvoudige terugverdientijden op basis van de besparing op energiekosten van de diverse varianten bij maximale warmte-regeneratie capaciteit weergegeven. Hieruit blijkt dat het opstellen van een LT-warmtepomp in combinatie met een dry-cooler de meest effectieve oplossing is.

Na het beoordelen en de hierop volgende bespreking van de Quickscan is de conclusie dat een combinatie van het Erfgooierscollege en sportcentrum "de Meent" op een gezamenlijke WKO technisch een haalbaar scenario is. Echter liggen de technische uitgangspunten nog te ver uit elkaar en is de gewenste synergie en de termijn waarop gegevens vastgelegd moeten zijn te klein om een efficiënte samenwerking aan te gaan. Daarnaast is voor het zwembad een veel grotere broncapaciteit benodigd dan nu voor het Erfgooierscollege berekend is. Het Erfgooierscollege zal daarom in eigen beheer en alleen voor het schoolgebouw een WKO-installatie aanleggen. Hierbij zal zij rekening houden met een masterplan voor aanleg van één of meerdere bodemenergiesystemen in de toekomst.

Uit de berekening van de Netto Contante Waarde(Tabel 5.3) blijkt dat, met de gehanteerde uitgangspunten, de levensduurkosten van Concept 2a het gunstigst zijn. Bij berekening van de eenvoudige terugverdientijd op basis van de huidige energie- en instandhoudingskosten, blijkt Concept 2a ook als gunstigste uit te komen, echter is de terugverdientijd meer dan 50 jaar. Hiermee is het inpassen van een WKO geen financieel haalbaar scenario. Vanuit duurzaamheidsoverwegingen is een aansluiting op een WKO wel aanbevolen. Uit de berekeningen blijkt namelijk dat er met concept 2a een besparing van ruim 120 ton CO_2 per jaar gerealiseerd kan worden. Het inpassen van een WKO-installatie in een masterplan is daarom voor het zwembad zeker niet uitgesloten, echter zal er een combinatie gezocht moeten worden met een of meerder naastgelegen panden. Vanwege het ontbreken van een koelinstallatie is er namelijk warmteoverschot nodig vanuit een ander gebouw om balans te houden bij de aansluiting van het zwembad op een masterplan voor een WKO. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of de integratie in een masterplan wel de gewenste synergie en een financieel haalbaar scenario oplevert.