



Project : **Kostencalculatie energiebesparende maatregelen**

Onderwerp : **Bijwerken investeringskosten naar prijspeil 2012**

1. **Inleiding**

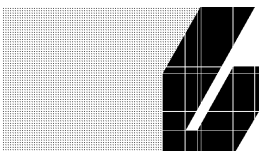
In opdracht van Agentschap NL is DGMR momenteel bezig met het opstellen van de verantwoordingsrapportage van het gevoerde energiebeleid in Nederland die Nederland moet aanleveren aan de EU.

De insteek bij het opstellen van de verantwoordingsrapportage is dat er zo veel mogelijk gebruik gemaakt wordt van reeds uitgevoerde onderzoeken. Hieronder vallen ook de 'EPC aanscherpingsstudie woningbouw' uit 2009 en de 'EPC aanscherpingsstudie utiliteitsbouw' uit 2005/2007.

Techniplan Adviseurs is gevraagd om de kostencalculatie van de installatietechnische maatregelen bij te werken naar het huidige prijspeil. In deze rapportage zijn de uitgangspunten en resultaten weergegeven.

2. **Werkwijze**

De investeringskosten zijn in twee stappen bijgewerkt. Ten eerste zijn de kosten uit de rapportages vermenigvuldigd met een prijscorrectie, gebaseerd op gegevens van het CBS. Vervolgens zijn de kosten vergeleken met ervaringsgetallen van Techniplan Adviseurs omdat van een aantal duurzame technieken de investeringskosten de afgelopen jaren zijn afgenomen.



2.1. Prijscorrectie

Voor de prijscorrectie is gebruik gemaakt van de prijsindex elektrische apparaten industrie van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

Tabel 1: Prijsindex elektrische apparaten industrie (bron CBS)

Jaar	Prijsindex
2005	100,0%
2006	104,5%
2007	108,4%
2008	111,1%
2009	111,7%
2010	114,6%
2011	117,8%

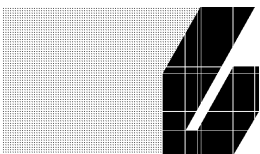
Uit de prijsindex van het CBS blijkt dat de rapportage voor utiliteitsbouw uit 2005 gecorrigeerd moet worden met een factor 1,18 en de rapportage voor woningbouw uit 2009 gecorrigeerd moet worden met een factor 1,056.

2.2. Kostenraming getoetst op kengetallen

In de afgelopen jaren zijn de kosten voor een aantal duurzame technieken sterk afgenomen vanwege een grotere afname wat tot productievoordelen heeft geleid. Dit geldt met name voor warmtepompsystemen in de utiliteitsbouw die steeds gangbaarder zijn geworden en PV-systemen waarvan de productiekosten sterk zijn afgenomen.

De gecorrigeerde kostenramingsgetallen zijn vergeleken met kengetallen gebaseerd op ervaring in projecten van Techniplan Adviseurs en waar nodig aangepast.

Aangepast:	Geïndexeerd:
-energiezuinige verlichting	-regeling ventilatoren toerenregeling
-zonneboiler	-Warmtepompsystemen
-PV-panelen	-regeling verlichting
	-WTW ventilatielucht
	-WKK



3. Utiliteitsbouw: Hoofdstuk 3

In navolgende paragrafen wordt per maatregel aangegeven wat de maatregel inhoudt, wat het effect ervan is en hoe de kosten zijn bepaald. Voor een aantal maatregelen wordt het bereik aangegeven waarbinnen de kosten liggen. In het resulterend overzicht in bijlage2 is per referentiegebouw en per maatregel een keuze gedaan voor het te hanteren kostenniveau.

3.1. **Energiezuinige verlichting**

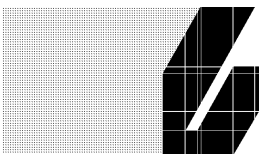
Door het toepassen van energiezuinige verlichting kan het elektriciteitsverbruik omlaag worden gebracht. Hierbij wordt HF (hoog frequente) verlichting toegepast, deze bestaat meestal uit een TL-lamp met een elektronisch voorschakelapparaat.

Volgens de maatregelenlijst wordt energiezuinige verlichting doorgerekend voor de volgende gebouwen: museum, theater, gevangenis en verpleegtehuis. In deze gebouwen wordt veel decoratieve verlichting toegepast om een bepaalde sfeer te creëren. Dit hangt echter sterk af van de specifieke situatie, zoals de indeling van het gebouw en de eisen die aan de verlichting worden gesteld. Het is daarom niet zondermeer mogelijk om aan te geven of de genoemde verlichtingsniveaus in de referentiesituatie verder verlaagd kunnen worden en wat de kosten daarvan zouden zijn.

Voor kantoren en schoolgebouwen is het verlichtingsniveau makkelijker te bepalen, omdat deze vaak min of meer hetzelfde ingedeeld zijn. Het opgegeven referentieniveau van 8 W/m² is erg laag. Uitgaande van de nieuwe verlichtingsnorm NEN-EN 12464 d.d. maart 2003, meer realistisch is om uit te gaan van 11 W/m² voor kantoren en 9 W/m² voor scholen. Hierbij dienen om het benodigde verlichtingsniveau te halen, de verlichtingsarmaturen te worden uitgevoerd met type T5, inclusief hoogglans spiegel.

De kosten van de maatregel 'energiezuinige verlichting' kunnen wel bepaald worden voor de sporthal, wanneer we aannemen dat er een verlichtingsniveau van 500 lux nodig is (lokale en landelijke competitie). In de referentiesituatie is in het sportgedeelte uitgegaan conventionele voorschakelapparaten, door toepassing van hoogfrequente voorschakelapparaten kan het vermogen teruggebracht worden van 9,5 naar 8 W/m². De kosten hiervoor zijn afhankelijk van de toegepaste armaturen, maar liggen voor sporthallen rond de € 1,50 per m² gebruiksooppervlak.

Onderdeel:	Kosten:
Toepassen HF-verlichting in sporthal	1,50 €/m ²



3.2. **Regeling ventilatiedebiet**

3.2.1. Inlaat/waaier verstelling

Deze regeling wordt niet of nauwelijks meer toegepast en wordt door de Rijksgebouwendienst afgeraden¹. De kosten hiervoor zijn derhalve niet bepaald.

3.2.2. Toerenregeling ventilatiedebiet

Door toerenregeling van het ventilatiedebiet kan worden bespaard op elektrische energie voor de ventilatoren. Met een frequentieregelaar wordt het toerental van de ventilator geregeld afhankelijk van het benodigde luchtdebiet. Dit systeem werkt alleen energiebesparend wanneer er ook een naregeling wordt toegepast, waarmee in de verschillende ruimten het benodigd ventilatiedebiet geregeld kan worden (bijvoorbeeld op CO₂-gehalte, aanwezigheid, temperatuur of met een schakelaar).

De kosten voor toerenregeling omvatten de kosten voor de frequentieregelaar, het stuurcircuit en de drukopnemer in het ventilatiekanaal. De kosten zijn sterk afhankelijk van het luchtdebiet. In de kostenbepaling is geen rekening gehouden met de naregeling. Voor gebouwen met een groot aantal verschillende ruimten, zijn deze kosten aanzienlijk.

Onderdeel:	Kosten:
toerenregeling	0,14 – 0,37 €/m ³ /h

3.3. **Regeling verlichting**

3.3.1. Veegpuls

Bij toepassing van een veegpulsschakeling kan het onnodig laten branden van verlichting bij afwezigheid verminderd worden en wordt bespaard op elektrische energie. Hierbij wordt een verlichtingsgroep aangesloten op een relais. Vanuit een centrale klok wordt een puls gestuurd, waardoor op vaste tijden alle verlichting uitgeschakeld wordt. Daarna kan de verlichting naar behoefte handmatig weer aangezet worden. Een veegpulsschakeling is vooral geschikt voor grote gebouwen met veel individuele ruimten.

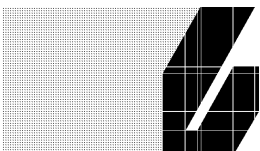
In deze kostenbepaling wordt er uitgegaan van het plaatsen van een relais per maximaal vijf kantoorruimten of per maximaal twee klaslokalen, inclusief montagekosten.

Onderdeel:	Kosten:
veegpulsschakeling	1 - 2 €/m ² gebruiksopp.

3.3.2. Daglichtregeling

Met een daglichtregeling kan worden bespaard op elektrische energie voor verlichting. Wanneer er voldoende natuurlijk daglicht aanwezig is, regelt een daglichtregeling naar behoefte het vermogen van de kunstverlichting naar beneden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt

¹ Informatie afkomstig van een vertegenwoordiger van leverancier Alko.



van een fotocel om het lichtniveau te meten. Bovendien is bij de verlichting een elektronisch voorschakelapparaat nodig dat geschikt is voor daglichtregeling.

Gebruikelijk is om alleen in de armaturen langs de buitengevel daglichtregeling toe te passen. Voor het inschatten van de kosten is ervan uitgegaan dat in combinatie met de helft van de armaturen daglichtschakeling is toegepast.

Onderdeel:	Kosten:
daglichtregeling	5 - 6 €/m ² gebruiksopp.

3.3.3. Aanwezigheidsdetectie

Aanwezigheidsdetectie is niet aangegeven op de maatregellijst, hoewel het voor een aantal gebouwen wel een interessante optie kan zijn.

Met aanwezigheidsdetectie wordt het licht alleen aangeschakeld wanneer er iemand aanwezig is, waardoor onnodig gebruik van verlichting bij afwezigheid wordt voorkomen.

Aanwezigheidsdetectie maakt gebruik van een sensor die beweging waarneemt.

De kosten voor aanwezigheidsdetectie worden bepaald door de kosten voor een aanwezigheidssensor en montage hiervan. De kosten variëren afhankelijk van het aantal sensoren per m². Daarnaast is het zo dat wanneer de sensoren gekoppeld dienen te zijn, de prijs veel hoger wordt.

Onderdeel:	Kosten:
Aanwezigheidsdetectie	5 - 7 €/m ² gebruiksopp.

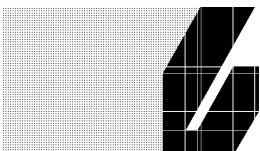
3.4. Warmteterugwinning uit ventilatielucht

Bij warmteterugwinning uit ventilatielucht wordt de warmte uit de afgezogen lucht gebruikt om de toevoerlucht voor te verwarmen. Hierdoor is het warmteverlies via de ventilatielucht kleiner en kan bespaard worden op warmteverbruik en -vermogen.

In de utiliteitsbouw zijn de gangbare typen warmteterugwinning: twincoil, een platenwisselaar en een warmtewiel. Een twincoil bestaat uit twee warmtewisselaars in een klein circuit met koelmiddel. Een platenwisselaar is een kruisstroomwarmtewisselaar. Een warmtewiel is een groot wiel wat door langzaam rond te draaien warmte overdraagt, het is hiermee tevens mogelijk om vocht terug te winnen uit de ventilatielucht.

Voor de platenwisselaar geldt dat deze eigenlijk alleen voor lagere debieten (tot maximaal 30.000 m³/h) wordt toegepast. Voor grotere debieten wordt het goedkoper en energiezuiniger om een warmtewiel toe te passen.

Voor de gebouwen met een luchtdebiet dat kleiner is dan circa 2.500 m³/h zijn geen kosten gegeven. Voor een dergelijk laag luchtdebiet wordt eigenlijk geen complete luchtbehandelingskast toegepast, maar een balansventilatie-unit (vergelijkbaar met systemen voor woningbouw). Hierin wordt een kruisstroomwisselaar toegepast met een rendement van 60-90%, afhankelijk van debiet en materiaalkeuze.



De kosten zijn afkomstig van een aantal offertes van enkele leveranciers van luchtbehandelingskasten uit 2005, geïndexeerd naar prijspeil 2012.

Onderdeel:	Kosten:
Warmteterugwinning twin coil (rendement 60%)	0,35 – 0,83 €/m ³ /h
Warmteterugwinning warmtewiel (rendement 70%)	0,66 – 0,88 €/m ³ /h

3.5. Verhogen rendement CV

Door het rendement van de cv-ketel te verhogen kan er bespaard worden op verwarmings-energie. Hoog rendement ketels zijn er in drie typen: HR-100, HR-104 en HR-17 waarbij de HR-100 het laagste en de HR-107 het hoogste rendement heeft.

In de maatregelenlijst werd uitgegaan van een verbetering van de ketel van HR-100 of HR-104 naar HR-107. De HR-100 en HR-104 cv-ketels worden echter niet meer geleverd. Wanneer er gekozen wordt voor een HR-ketel zal er dus altijd een HR-107 worden toegepast.²

3.6. Laag Temperatuur Systeem (LTS)

Een laag temperatuur systeem werkt met een aanvoertemperatuur die lager is dan 55°C. Hierdoor wordt het mogelijk een warmtepomp te gebruiken voor de opwekking van warmte.

In nieuwbouw liggen de kosten voor vloerverwarming en ‘normale radiatoren’ weinig uit elkaar. De kosten voor het verwarmingssysteem hangen sterk af van de omvang van de verschillende ruimten, de mogelijkheid om grote radiatoren te kunnen plaatsen en dergelijke. Derhalve is voor alle gebouwen ervan uitgegaan dat het toepassen van vloerverwarming kostenneutraal is ten opzichte van het referentiesysteem.

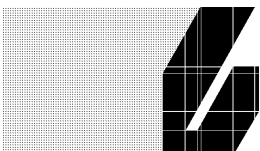
3.7. Warmtepomp

Door het toepassen van een warmtepomp kan er bespaard worden op verwarmings- en eventueel ook op koelenergie. De meest toegepaste warmtepomp is een elektrische warmtepomp. Deze werkt op elektriciteit en onttrekt warmte op een lagere temperatuur aan een bron om warmte op hogere temperatuur te kunnen leveren.

Er zijn verschillende brontypes mogelijk, per referentiegebouw zijn geschikte bronnen aangegeven in de rapportage ‘Marktrijpheid warmtepompen’³. Deze warmtepomp-bron concepten worden doorgerekend op haalbaarheid.

Voor het vermogen van de warmtepomp is uitgegaan van 50% van het totale verwarmingsvermogen. Bij het bepalen van de kosten ten opzichte van de referentiesituatie moet dus ook rekening gehouden worden met een besparing op het vermogen van de conventionele ketel en eventueel op de koelmachine.

² Informatie afkomstig van enkele leveranciers van cv-ketels, te weten Remeha, Buderus en Viessman.



Daarnaast komen er kosten bij voor de bron. Het vermogen van de bron wordt gebaseerd op het vermogen dat door de warmtepomp aan de bron wordt onttrokken.

Voor de kosten voor de warmtepomp, bronnen, cv-ketel en compressiekoelmachine is uitgegaan van kostenkengetallen uit de rapportage 'Marktrijpheid warmtepompen'³, geïndexeerd naar prijspeil 2012.

Onderdeel:	Kosten:
Warmtepomp	310 - 400 €/kW _{th}
Bron	
bodem	590 €/kW _{th}
buitenlucht	380 - 420 €/kW _{th}
grondwater	350 - 1.000 €/kW _{th}
aquifer	350 - 1.060 €/kW _{th}
ventilatielucht	350 - 420 €/kW _{th}
Cv-ketel	110 - 140 €/kW _{th}
Compressiekoelmachine	460 - 560 €/kW _{th} koelvermogen

3.8. Zonneboiler

Met een zonneboiler wordt water voorverwarmd door zonnestraling waardoor er minder verwarmingsenergie nodig is. De opbrengst van een zonneboiler is het grootst in de zomer, wanneer er geen warmtevraag voor verwarming is. Een zonneboiler kan daarom het best ingezet worden voor de opwekking van warm tapwater waarbij de vraag niet seizoensafhankelijk is.

In de maatregelenlijst is de zonneboiler alleen aangegeven voor de tennishal. Er is hierbij uitgegaan van een oppervlakte van 45 m².

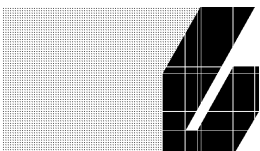
De kosten voor de zonneboiler zijn bepaald aan de hand van een offerte en weergegeven in Euro per kW piekvermogen. Het geleverde vermogen van een zonneboiler is afhankelijk van de oriëntatie, de hellingshoek en de opvallende straling. Voor het piekvermogen is uitgegaan van een oriëntatie op het zuiden, onder een kleine hoek (ca. 30°) en op een zonnige zomerdag. In de kosten is rekening gehouden met constructiemateriaal, montage en buffervaten.

Onderdeel:	Kosten:
Zonneboiler	310 €/kW _{th, piek}

3.9. Warmte Kracht Koppeling (WKK)

Met een Warmte Kracht Koppeling wordt elektriciteit en warmte geleverd. Doordat de warmte die vrijkomt bij de opwekking van elektriciteit ook gebruikt wordt, heeft een WKK een hoog rendement en kan er bespaard worden op primaire energie.

³ Studie Marktrijpheid warmtepompen, Eindrapportage, Techniplan Adviseurs, If Technology, New-Energy-Works, 29 april 2005, documentcode: SNU-201X1-E-DK005C

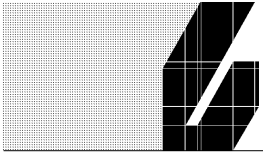


Voor het thermisch vermogen van de WKK is uitgegaan van dekking van de helft van het benodigde verwarmingsvermogen, waarbij de WKK een gedeelte van het vermogen van de cv-ketel vervangt. Er is geen rekening gehouden met eventuele additionele voordelen, bijvoorbeeld doordat er een lager elektrisch aansluitvermogen nodig kan zijn.

De kosten zijn bepaald aan de hand van een offerte. In de kosten is rekening gehouden met buffervaten, diverse meters, isolatie en montage. De kosten voor de cv-ketel zijn afkomstig uit de rapportage 'Marktrijpheid Warmtepompen'⁴, geïndexeerd naar prijspeil 2012.

Onderdeel:	Kosten:
Warmte Kracht Koppeling	circa 1.100 €/kW _{th}
Cv-ketel	110 - 140 €/kW _{th}

⁴ Studie Marktrijpheid warmtepompen, Eindrapportage, Techniplan Adviseurs, If Technology, New-Energy-Works, 29 april 2005, documentcode: SNU-201X1-E-DK005C




ANS-101X1-E-EG001B

18 januari 2013

blad 9 van 9

4. **Woningbouw: Bijlage 1**

 techniplan adviseurs bv <small>RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU</small>	Project :	Kostencalculatie Energiebesparende maatregelen
	Onderwerp :	Prijs per Woning (oppervlakte, luchtdebiet, vermogen) per energiebesparende maatregel prijspeil 2012

Woningen										
	Tussenwoning	Hoekwoning	twee-onder-een kapwoning	vrijstaande woning	galerijcomplex	Appartementen complex	Vakantiewoning			

Installatie										
Douchewater WTW	Appartement stuk	per woning	Horizontale WTW					32.100	24.000	
	Grondgebou stuk	per woning	Verticale WTW	410	410	410	410			410
PV panelen		Elektriciteit	Wp=600	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ventilatie	m3/h		Balansventilatie	4.500	4.500	5.300	6.100	117.600	109.200	3.900
	m3/h		Zelfregelende roosters	2.900	2.900	3.400	3.900	75.600	70.200	2.500
	m3/h		Vraaggestuurde roosters	5.500	5.500	6.500	7.400	143.500	133.300	4.800
CV-ketel	kWth	verw vermogen	HR-107 gasketel (CW-4)	2.400	2.400	2.800	3.200	62.300	57.900	2.100
	vrijstaand kWth	verw vermogen	HR-107 gasketel (CW-5/6)			3.000	3.400			2.200
Afgifte	Lage Temp. Radiatoren		LTRad (meerkosten tov HT)	200	200	230	270	5.200	4.800	170
	Laag Temp. Systeem		LTV (meerkosten tov HT)	660	660	780	890	17.300	16.000	570
Warmtepomp	kWth	P WP	Individuele WP icm bodemcollectoren	11.200	11.200	15.100	15.700	315.300	293.500	9.800
	kWth	P bron	COP= 3,1							
	kWth	P wp warm	Warmtepomp + buitenlucht	15.200	15.200	21.700	20.700	399.800	371.400	13.200
	kWth	P bron	COP= 3,1							
Zonneboiler	kWth	50% verw verm	Zonneboiler voor ww	3.500	3.500	3.500	7.200	55.800	41.900	3.500
Micro WKK	kWth	50% verw verm	Micro WKK			4.400	5.100			

Verklaring afkortingen:

Ag = gebruiksoppervlak in m2

m3/h = ventilatiedebiet in m3/h

kWth = verwarmingsvermogen in kW

x= al aanwezig in referentie situatie



Project : **Kostencalculatie Energiebesparende maatregelen**
 Onderwerp : **Totale prijs per kostenmaatregel (prijs in euro's, prijspeil 2012)**
Bijlage 2

	Bijeenkomst				Cellen		niet klinisch	klinisch		Kantoor				Logies	Onderwijs			Sportgebouw				Winkel		
	Cafe restaurant	buurcentrum	museum	theater	Gevangenis	Groepspraktijk	Verpleegtehuis	Ziekenhuis	Klein	Middel	Groot	Zeer klein **	Hotel	Basisschool	VO school	HBO	Gymzaal	Tennishal	Sportthal	Zwembad	Klein	Super	Warenhuis	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Installatie</i>																								
Energiezuinige verlichting HF+	-	-	n.t.b.	n.t.b.	2.700	-	n.t.b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.000	-	-	-	-	
Reg ventilatoren inlaat/waaijer	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-	n.v.t.	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-	-	n.v.t.	n.v.t.	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Reg ventilatoren toerenregeling	300	1.100	1.900	8.300	-	1.000	-	39.600	1.300	-	-	100	-	-	11.800	8.800	-	-	-	3.600	n.v.t.	1.800	3.400	
Reg verlichting veegpuls	0	0	100	300	12.400	400	1.900	8.800	-	6.200	-	100	-	2.300	-	-	-	500	-	500	-	0	-	
Reg verlichting daglicht	100	1.800	700	1.400	40.500	x	2.400	21.900	-	2.800	-	300	-	4.800	-	-	-	1.300	-	1.700	-	200	-	
Reg verlichting daglicht+veegpuls	100	1.800	800	1.700	52.800	400	4.200	30.700	-	9.100	-	400	-	3.900	-	-	-	1.900	-	2.200	-	300	-	
WTW ventilatielucht rend 60%	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	1.400	-	-	-	
WTW ventilatielucht rend 65 %	-	x	n.v.t.	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x	-	x	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	x	x	
WTW ventilatielucht rend 70%	n.v.t.	-	6.700	23.200	45.300	-	21.100	x	-	21.000	x	-	6.300	6.100	x	24.300	x	9.000	x	19.500	n.v.t.	4.900	7.800	
Verhogen rendement CV	-	-	n.v.t.	n.v.t.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	-	-	n.v.t.	-	-	-	n.v.t.	n.v.t.	
LTS	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	-	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	
Warmtepomp + bodem	-	-	-	-	-	-	-	-	11.300	-	-	1.600	-	20.700	126.300	-	-	-	-	-	2.300	19.400	26.000	
Warmtepomp + buitenlucht	3.100	5.500	8.400	23.800	140.900	-	15.000	-	-	24.300	44.400	-	25.900	-	103.600	44.400	4.700	50.600	29.800	-	-	15.900	27.000	
Warmtepomp + grondwater	-	-	-	-	230.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Warmtepomp + aquifer	-	-	6.300	29.300	-	-	34.400	-542.600	-	27.700	65.300	-	-	-	-	150.000	-	-	-	-	-	-	10.600	
Warmtepomp + retour/afvallucht	-	-	-	-	-	800	-	-	9.200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Warmte/koudeopslag *	zie bij warmtepomp																							
Zonneboiler voor ww	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.900	-	-	-	-	-	-	28.000	-	-	-	-	-	
WKK	-	-	-	-	-	-	-	159.100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.000	-	-	-	