



## BES gecombineerd met WKO

Rolf Broekman & Rob Bremer

23-2-2022

## Gestelde vragen

Welk systeemrendement kan behaald worden door het kiezen voor een WKO, een water-water warmtepomp en een drycooler ten behoeve van regeneratie?

Hoe verhoudt zich dat tot het huidige ontwerp BES?

# Systeem rendementen

Uitkomsten BES lucht water versus BES i.c.m. WKO



<b>SAMENVATTING</b>		<b>BES lucht water</b>	<b>BES icm WKO</b>
Aandeel warmtevolume door piekgasketel	percentage	14%	14%
Aandeel warmtevolume door warmtepomp	percentage	86%	86%
Waarvan direct leveren vanuit drycooler	percentage		15%
Waarvan levering vanuit WKO	percentage		85%
sCOP collectieve warmtepomp	factor	2,7	3,5
Elektrische energie drycooler	GJe/GJth		0,045
WKO laden	GJe/GJth		0,043
WKO ontladen	GJe/GJth		0,043
<b>elektrische energie per geleverde GJ uit de warmtepomp</b>			
Deel warmtevolume door warmtepomp	GJth / jaar	0,86	0,86
Elektriciteit verbruik collectieve Warmtepomp	GJe / GJth	0,319	0,246
Elektriciteitsvraag drycooler	Gje / jaar		0,028
Elektriciteitsvraag WKO	Gje / jaar		0,045
Totaal elektriciteitsvraag	Gje / jaar	0,319	0,319
<b>Systeem sCOP van het warmte deel door de warmtepomp</b>	<b>factor</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>

- Uitgebreidere toelichting in de bijlage
- Excel model is bijgevoegd

Uit deze analyse blijkt dat de systeemrendementen voor de BES en WKO variant nagenoeg gelijk zullen zijn.

Er zijn aannames gemaakt voor hulpenergieën gebaseerd op de NTA8800, welke zeker niet te pessimistisch zijn ingeschat, maar verbeteringen door optimalisaties zullen mogelijk zijn, te denken aan in serie zetten van warmtepompen bijvoorbeeld, echter zijn er ook aannames die bij verdere uitwerking slechter uitpakken zoals het warmteverlies gedurende de opslag in het WKO, welke nu niet is meegerekend.

**Waarom liggen de rendementen zo dicht bij elkaar?:** in principe zijn beide systemen, lucht-water warmtepomp en water-water warmtepomp i.c.m. drycooler, dezelfde systemen, namelijk een warmtepomp met de verdamperzijde in contact met de buitenlucht met een ventilator zorgt voor een geforceerde luchtstroom. Het onderscheidende tussen beide systemen is de warmteopslag (WKO). Deze warmteopslag zorgt ervoor dat hogere temperatuur buitenlucht benut kunnen worden waardoor de sCOP van de warmtepomp verhoogd kan worden. De verbetering van de sCOP zien we ook in de uitkomst, de sCOP van 2,7 van de lucht-water kan verbeterd worden naar 3,5, echter wordt deze winst teniet gedaan door de hulpenergie van de WKO en drycoolers.

Het rendement van een WKO kan verbeteren als de regeneratie van een WKO wordt verzorgd door een pompenergie arme bron van warmte, bijvoorbeeld bij de nuttige inzet van de koude in naastgelegen utiliteit ten behoeve van koeling.

# Bijlagen



	GJth / jaar	1	1	
		BES lucht water	BES icm WKO	uitgangspunten
Aandeel warmtevolume door piekgasketel	percentage	14%	14%	
Aandeel warmtevolume door warmtepomp	percentage	86%	86%	
				Het deel van de warmte vanuit de drycoolers dat direct inzetbaar is voor warmteproductie zomers. Overige tijd inzet voor regeneratie WKO
Waarvan direct leveren vanuit drycooler	percentage		15%	
Waarvan levering vanuit WKO	percentage		85%	
Deel warmtevolume door warmtepomp	GJth / jaar	0,86	0,86	
				BES luchtwater o.b.v. huidige ontwerp. BES icm WKO: o.b.v. doorrekening van leverancier ammoniak warmtepompen (dit komt neer op: carnot efficiëntie 74%, motor rendement 96%, VSD 98%), met uitgangspunten: WKO (6-12graden), WP verdamperzijde 70 graden, delta T 2 over condensor en delta T 2 graden over verdamper.
sCOP collectieve warmtepomp	factor	2,7	3,5	
Elektriciteit verbruik collectieve Warmtepomp	GJe / GJth	0,37	0,29	
Elektriciteit verbruik collectieve Warmtepomp	GJe / GJth	0,32	0,25	
Aandeel benodigde warmte (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / GJth		0,71	
Aandeel benodigde warmte (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / jaar		0,61	
Deel warmte via het WKO (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / jaar		0,52	85% van de warmte dat wordt aangeboden aan de verdamperzijde
Directe levering vanuit droge koeler (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / jaar		0,09	15% van de warmte dat wordt aangeboden aan de verdamperzijde
				NTA 8800, tabel 10.33 en P.13
Elektrische energie drycooler	GJe/GJth	-	0,045	
Aandeel benodigde warmte (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / jaar	-	0,61	
Elektriciteitsvraag drycooler	Gje / jaar		0,03	
Koudelevering vanuit aquifer ( in ons geval ontladen)	GJth/Gje		23	NTA 8800:2022 tabel 10.34
WKO laden	GJe/GJth		0,043	
Koudeopslag aquifer (in ons geval laden)	GJth/Gje		23	NTA 8800:2022 tabel P.9
WKO ontladen	GJe/GJth		0,043	
Deel warmte via het WKO (verdamperzijde warmtepomp)	GJth / jaar		0,52	
				Uitgangspunt is dat de WKO in balans is over een jaar (alle warmte die onttrokken is moet weer geregeneerd worden). Warmteverlies in het WKO gedurende de opslag is niet
Elektriciteitsvraag WKO	Gje / jaar		0,05	
Elektriciteit verbruik collectieve Warmtepomp	GJe / GJth	0,32	0,25	
Elektriciteitsvraag drycooler	Gje / jaar	-	0,03	
Elektriciteitsvraag WKO	Gje / jaar	-	0,05	
Elektriciteitsvraag totaal		0,32	0,32	
<b>sCOP (WP + WKO + DROGEOELER)</b>		<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	