



Energy research Centre of the Netherlands

# **Onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK-vermogen 2009**

**J.S. Hers  
W. Wetzels**

ECN-E--08-082

Februari 2009

## **Verantwoording**

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN gevraagd inzicht te verschaffen in de rentabiliteitspositie van nieuw WKK-vermogen in 2009. In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van een analyse op basis van de onrendabele top berekeningsmethodiek. Dit project staat bij ECN geregistreerd onder projectnummers 7.7990 en 7.7934.

Over de te gebruiken modelparameters heeft overleg plaatsgevonden met het Ministerie van Economische Zaken, COGEN Nederland, Jacobs Consultancy en SenterNovem. In 2008 heeft KEMA een review uitgevoerd van het model dat gehanteerd wordt voor de onrendabele top berekeningen.

## **Abstract**

This report presents an analysis of the profitability of investments in new cogeneration capacity installed in 2009. The analysis is based on the financial gap methodology. An energy scenario is used to calculate long-term results for the profitability of six representative cases.

## Inhoud

1.	Inleiding	7
2.	Uitgangspunten berekeningen	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Karakteristieken van de WKK-cases	8
2.3	Commodity- en elektriciteitsprijzen	9
2.4	Back-up kosten elektriciteit	10
2.5	Energie-investeringsaftrek (EIA)	11
2.6	CO <sub>2</sub> -emissiehandel	11
2.7	Vollasturen en piek/dal verhouding	12
2.8	Flexibiliteit van WKK-installaties	12
2.9	CO <sub>2</sub> -index berekening	12
2.10	Overige uitgangspunten	13
3.	Onrendabele top berekeningen 2009-2020	15
3.1	Inleiding	15
3.2	Resultaten	15
4.	Conclusie	18
	Referenties	19
Bijlage A	Warmtekorting en het niet-meer-dan-anders principe	20
A.1	Inleiding	20
A.2	Doel	20
A.3	NMDA en WKK	20
	A.3.1 Waardering van warmte en de warmtekorting	20
	A.3.2 Niet-meer-dan-anders principe	21
	A.3.3 NMDA-principe en warmtekorting	21
A.4	Conclusie	22

## Lijst van tabellen

Tabel S.1	<i>Resultaten onrendabele top berekening 2009-2020</i>	6
Tabel 2.1	<i>Technische karakteristieken WKK-cases</i>	9
Tabel 2.2	<i>Economische karakteristieken WKK-cases 2009</i>	9
Tabel 2.3	<i>Commodity- en elektriciteitsprijzen</i>	10
Tabel 2.4	<i>Back-up kosten per kWh geproduceerde elektriciteit en achterliggende determinanten</i>	11
Tabel 2.5	<i>EIA per WKK-case</i>	11
Tabel 2.6	<i>Veronderstelde vollasturen en percentage draaiuren tijdens piekuren</i>	12
Tabel 2.7	<i>Toegepaste CO<sub>2</sub>-emissiefactoren</i>	13
Tabel 2.8	<i>CO<sub>2</sub>-index, elektriciteitsproductie en aantal CO<sub>2</sub>-vrije kilowatturen per WKK-case</i>	13
Tabel 3.1	<i>Resultaten onrendabele top berekening 2009-2020</i>	16
Tabel 3.2	<i>Haalbaar rendement op eigen vermogen conform de onrendabele top berekeningen voor 2009-2020</i>	16

## Samenvatting

Het doel van dit rapport is het Ministerie van Economische Zaken inzicht te geven in de rentabiliteitspositie van nieuw WKK-vermogen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de onrendabele top berekeningsmethodiek. De onrendabele top<sup>1</sup> wordt gebruikt als een maatstaf voor de rentabiliteit.

Voor een zestal representatieve cases zijn de kosten en opbrengsten van WKK-exploitatie bepaald. Bij deze berekeningen is uitgegaan van een projectduur van twaalf jaar. De aannahme voor de verhouding van vreemd vermogen en eigen vermogen is 80/20. De rente over vreemd vermogen is 6%. In de onrendabele top berekeningen wordt uitgegaan van een vereist positief rendement op eigen vermogen van 15%. Resulteert de onrendabele top berekening in een negatieve onrendabele top, dan is een hoger rendement op eigen vermogen voor de betreffende WKK-case naar verwachting haalbaar. Resulteert de onrendabele top berekening daarentegen in een positieve onrendabele top, dan wordt het vereist rendement van 15% niet behaald. Het *haalbare* rendement op eigen vermogen kan worden afgeleid door het rendement op eigen vermogen te bepalen waarvoor de onrendabele top op nul uitkomt.

Voor de bepaling van de te verwachten gemiddelde rentabiliteit van projecten die in 2009 starten is gebruik gemaakt van een scenario voor de commodity- en elektriciteitsprijzen behorend bij de actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies die wordt uitgevoerd door ECN en PBL. In de Referentieraming Energie en Emissies worden twee varianten voor de ontwikkeling van de brandstofprijzen en de daarmee samenhangende elektriciteitsprijzen op de Nederlandse elektriciteitsmarkt gepresenteerd. Voor de onrendabele top berekeningen in dit rapport wordt uitgegaan van de variant die minder gunstig is voor de rentabiliteit van WKK.

Conform de opdracht van het Ministerie van Economische Zaken is voor de gehele periode gerekend met de allocatiemethode van de tweede handelsperiode van het EU ETS als uitgangspunt.

Evenals in de berekeningen voor 2008 wordt in dit rapport de warmtekorting niet opgenomen in de berekeningen. In Bijlage A wordt ingegaan op de relatie tussen de warmtekorting en het niet-meer-dan-anders principe.

Bij de berekening van de onrendabele top wordt geen rekening gehouden met meeropbrengsten als gevolg van de ontkoppeling van warmte en kracht. Dit biedt de mogelijkheid tot verbetering van de rentabiliteit door in de daluren de warmte/krachtverhouding te verhogen. Als gevolg van fluctuaties van de commodity- en elektriciteitsprijzen is het mogelijk dat er rendabele en onrendabele periodes voorkomen, die elkaar deels compenseren.

De WKK-cases zijn dezelfde als de cases die zijn gebruikt voor de onrendabele top berekeningen in 2008 (Hers *e.a.*, 2008). Waar uitgangspunten zijn gewijzigd ten opzichte van 2008 wordt dit in het rapport aangegeven. Veranderingen in de onrendabele top zijn voornamelijk terug te voeren tot veranderingen van commodity- en elektriciteitsprijzen, stijging van de investeringskosten en een aanpassing van de kapitaallasten van de STEG-cases.

De resultaten voor de periode van 2009-2020 zijn gegeven in Tabel S.1. De grote STEG en de kleine STEG vertonen over de periode 2009-2020 een onrendabele top. De overige cases zijn rendabel te exploiteren. Bij deze berekening is uitgegaan van een rendement op eigen vermogen van 15%. Als uitgegaan was van een lagere rendementseis van 7% zou de grote STEG wel als rendabel kunnen worden beschouwd.

---

<sup>1</sup> De onrendabele top wordt gedefinieerd als de extra inkomsten die per eenheid productie nodig zijn om de netto contante waarde van een investering op nul te doen uitkomen.

Tabel S.1 *Resultaten onrendabele top berekening 2009-2020*

	Grote STEG	Kleine STEG	Grote gasturbine	Kleine gasturbine	Grote gasmotor	Kleine gasmotor
<i>Onrendabele top 2009- 2020 [ct/kWh]</i>	0,3	1,0	-1,9	-0,3	-2,0	-0,7
<i>Rendement op eigen vermogen</i>	7%	n.v.t.	65%	20%	74%	28%

Bovenstaande berekeningen zijn gebaseerd op scenario's en andere aannames, die uiteraard met onzekerheden zijn omgeven. Bij de interpretatie van de numerieke resultaten dient men met het bestaan van mogelijk omvangrijke onzekerheden rekening te houden. De achtergrond van de keuze van scenario's en overige aannames zijn in dit rapport aangegeven. Een analyse van de onzekerheden maakt geen onderdeel uit van dit rapport.

## 1. Inleiding

De marktomstandigheden voor WKK veranderen voortdurend en hangen onder andere af van de marktprijzen voor aardgas en elektriciteit. Ook stijgen de investeringskosten voor bepaalde types WKK-installaties de laatste jaren snel.

Om een inschatting te kunnen maken van de rentabiliteit van nieuwe WKK-installaties wordt in dit rapport een onrendabele top berekend voor een zestal representatieve cases. Voor deze cases worden de kosten en opbrengsten van exploitatie bepaald. Hierbij wordt uitgegaan van een projectduur van twaalf jaar.

De onrendabele top wordt gedefinieerd als de extra inkomsten die per eenheid productie nodig zijn om de netto contante waarde van een investering op nul te doen uitkomen (de Noord *e.a.*, 2003). Bij de netto contante waarde berekening wordt daarbij uitgegaan van een vast rendement op eigen vermogen van 15%.<sup>2</sup> De onrendabele top wordt gebruikt als een maatstaf voor de rentabiliteit.

In dit rapport worden resultaten gepresenteerd voor de onrendabele top voor de periode 2009-2020 op basis van een scenario horend bij de actualisatie van de Referentieraming die wordt uitgevoerd door ECN en PBL.

### *Leeswijzer*

Hoofdstuk 2 bespreekt de uitgangspunten van de onrendabele top berekeningen. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten voor de periode 2009-2020.

---

<sup>2</sup> De verhouding van vreemd vermogen en eigen vermogen is 80/20. De rente over vreemd vermogen is 6%.

## 2. Uitgangspunten berekeningen

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten voor de onrendabele top berekeningen 2009-2020 besproken. Daarbij wordt aangegeven waar deze uitgangspunten gewijzigd zijn ten opzichte van de onrendabele top berekeningen in 2008 (Hers *e.a.*, 2008). De onderwerpen die worden behandeld zijn:

- Karakteristieken van de WKK-cases
- Commodity- en elektriciteitsprijzen
- Back-up kosten elektriciteit
- Energie-investeringsaftrek (EIA)
- CO<sub>2</sub>-emissiehandel
- Vollaasturen en piek/dal verhouding
- Flexibiliteit van WKK-installaties
- CO<sub>2</sub>-index berekening
- Overige uitgangspunten

### 2.2 Karakteristieken van de WKK-cases

De berekening van de onrendabele top voor nieuwe WKK-installaties wordt gebaseerd op technisch-economische parameters van installaties waarvan de plaatsing naar verwachting in de komende jaren gerealiseerd kan worden.

De WKK-cases voor 2009 komen overeen met de cases die zijn gebruikt bij de onrendabele top berekeningen 2008. Er zijn zes categorieën van WKK-installaties geïdentificeerd die op grond van technisch-economische karakteristieken een onderscheidende kostenstructuur kennen. Voor elk van deze categorieën is een kenmerkende karakteristieke installatie gekozen, waarna de parameters voor de case zijn vastgelegd.

ECN heeft aan Jacobs Consultancy opdracht verleend om de karakterisering en parameterisering uit te voeren (van der Marel *e.a.*, 2008). In een vervolgstudie zijn door Jacobs Consultancy investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten (B&O-kosten) voor 2009 bepaald (Jacobs Consultancy, 2008).

Voor de STEG- en gasturbine-cases is gebruik gemaakt van de karakterisering en parameterisering van Jacobs Consultancy. Voor de beide gasmotorcases is bij de keuze van de technisch-economische parameters, zoals rendementen, kapitaalslasten en B&O-kosten, gebruik gemaakt van gegevens gerapporteerd door Jacobs Consultancy, de EIA-database, projectervaring van SenterNovem en gegevens aangeleverd door COGEN projects.

In Tabel 2.1 staat een overzicht van de WKK-cases met bijbehorende technische en gebruikskarakteristieken.



Tabel 2.1 *Technische karakteristieken WKK-cases*

WKK-case	Vermogen [MW <sub>e</sub> ]	Elektrisch rendement* [%]	Thermisch rendement [%]	Netaansluiting
Grote STEG	250	43	27	HS
Kleine STEG	60	41	34	Trafo HS+TS/MS
Grote gasturbine	45	28	61	Trafo HS+TS/MS
Kleine gasturbine	8	25	64	Trafo HS+TS/MS
Grote gasmotor	2	41	49	MS
Kleine gasmotor	0,4	34	52	MS

\* Het elektrische rendement voor de STEGs betreft een schatting waarbij rekening gehouden wordt met veroudering van de installatie en start/stop en deellastbedrijf. Bij de gasturbines wordt slechts rekening gehouden met veroudering. Hierin volgt ECN de aanbeveling van Jacobs Consultancy.

De berekening van de kapitaallasten van de STEGs is aangepast en wordt gebaseerd op het elektrisch vermogen in WKK-bedrijf, dat lager is dan het elektrisch vermogen in STEG-bedrijf.

Vanwege de geobserveerde trend van schaalvergroting in de glastuinbouw wordt voor de categorie 'Kleine gasmotor' verondersteld dat toekomstige investeringen in deze installaties vooral in de gebouwde omgeving zullen plaatshebben. Bij de 'Grote gasmotor' wordt uitgegaan van toepassing in de glastuinbouw.

In Tabel 2.2 is een aantal economische karakteristieken van de WKK-cases opgenomen. Voor de inschatting van de kapitaallasten van de gasmotoren is gebruik gemaakt van de gegevens zoals die gerapporteerd zijn aan SenterNovem in het kader van de aanspraken op de energie-investeringsaftrek (EIA). Deze rapportages geven geen aanleiding tot wijziging van de investeringskosten voor gasmotoren ten opzichte van 2008. De B&O kosten voor gasmotoren voor 2009 zijn verhoogd met een inflatiecorrectie van 3,4%.<sup>3</sup>

Tabel 2.2 *Economische karakteristieken WKK-cases 2009*

WKK-case	Investing* [€kW]	Investing [mln €]	B&O 2009 [ct/kWh]	B&O 2009 t/m 2020** [ct/kWh]
Grote STEG	939	234,6	0,60	0,67
Kleine STEG	1258	75,5	1,05	1,18
Grote gasturbine	1020	45,9	0,56	0,63
Kleine gasturbine	1543	12,3	1,15	1,29
Grote gasmotor***	578	1,2	0,70	0,79
Kleine gasmotor****	840	0,34	1,55	1,74

\* Bij de schatting van de investering wordt de schatting voor de investering zoals die is afgeleid door Jacobs Consultancy gecorrigeerd voor eenmalige aansluitkosten voor gas en elektriciteit. Hierbij wordt uitgegaan van een additionele post die 2% bedraagt voor de STEGs, 3% voor de gasturbines en 5% voor de gasmotoren.

\*\* De schatting van de B&O kosten op lange termijn is afgeleid van de B&O kosten voor 2009 gecorrigeerd voor inflatie, uitgaande van een verwachte gemiddelde jaarlijkse inflatie van 2%.

\*\*\* Kapitaallasten voor de grote gasmotor zijn inclusief een warmtebuffer en exclusief een SCR-installatie (zie ook Hers *e.a.*, 2008).

\*\*\*\* Bij de kleine gasmotor wordt uitgegaan van kapitaallasten inclusief een SCR-installatie.

## 2.3 Commodity- en elektriciteitsprijzen

Bij de berekening van de gemiddelde onrendabele top voor de periode 2009-2020 wordt uitgegaan van de gemiddelde scenario-prijzen behorend bij de Actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies die door ECN en PBL wordt uitgevoerd (Daniëls *e.a.*, 2009). Het achter-

<sup>3</sup> HICP Industrial, oktober 2007 – september 2008, Eurostat

grondscenario voor de economische groei is het Global Economy scenario.<sup>4</sup> Voor de aardgas-, olie- en steenkoolprijzen wordt in de Actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies een tweetal varianten gehanteerd. De eerste variant veronderstelt voor deze primaire brandstofprijzen een scenario dat is gebaseerd op het PRIMES 2007 baseline scenario (Europese Commissie, 2008). De tweede variant veronderstelt voor de primaire brandstofprijzen een scenario dat is gebaseerd op de World Energy Outlook 2008 (WEO, 2008). Ten tijde van het opstellen van deze rapportage worden de beide varianten binnen de Actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies als gelijkwaardig gepresenteerd, in die zin dat beide varianten een beeld vormen van mogelijke realisaties in de toekomst. Op basis van de beide veronderstelde primaire brandstofprijsscenario's worden in de Actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies tot slot de elektriciteitsprijzen voor de Nederlandse markt afgeleid.

De onrendabele top berekeningen zijn voor beide varianten uitgevoerd. De resultaten van deze onrendabele top berekeningen laten zien dat de onrendabele top op basis van de WEO 2008 voor alle WKK-cases lager ligt dan de onrendabele top op basis van de brandstofprijzen uit PRIMES 2007. Indien de brandstofprijzen uit de WEO als uitgangspunt worden genomen, resulteert enkel een onrendabele top voor de kleine STEG.

Door de onrendabele top berekeningen te baseren op de brandstofprijzen uit PRIMES 2007 wordt gekozen voor de minder gunstige variant. Hiermee wordt beoogd te vermijden een te optimistisch beeld van de toekomstige rentabiliteit van WKK te vormen voor zover het de beide varianten betreft. Er kan echter niet gesteld worden dat deze variant uitgesproken conservatief is. Het is zeer wel mogelijk dat feitelijke realisaties in de toekomst ongunstiger uitvallen voor de rentabiliteit van WKK dan wordt voorzien in de variant op basis van de brandstofprijzen uit PRIMES 2007.

Tabel 2.3 *Commodity- en elektriciteitsprijzen*

	Eenheid	Scenario 2009-2020
Elektriciteit (piek)	[€MWh]	80,2
Elektriciteit (dal)	[€MWh]	62,2
EUA	[€ton]	35,3
Aardgas	[ct/m <sup>3</sup> ]	21,8

## 2.4 Back-up kosten elektriciteit

In het geval van stilstand van WKK-installaties kunnen er kosten ontstaan door de inkoop van back-up elektriciteit. In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken heeft onderzoeksbureau SLEA in 2005 een inschatting gemaakt van deze back-up kosten. In Tabel 2.4 staan de aannames voor de kosten, het eigen verbruik, het back-up vermogen en de stilstand per WKK-case.

<sup>4</sup> Het Global Economy scenario is opgesteld door ECN in het kader van de WLO (Welvaart en Leefomgeving) scenariostudie in samenwerking met het Centraal Planbureau, het Milieu- en Natuurplanbureau en het Ruimtelijk Planbureau.

Tabel 2.4 *Back-up kosten per kWh geproduceerde elektriciteit en achterliggende determinanten*

WKK-case	Back-up kosten [ct/kWh]	Eigen verbruik elektriciteit [%]	Back-up vermogen o.b.v. vollast [MW <sub>e</sub> ]	Geplande en on geplande stilstand (vollast eq.) [uren]
Grote STEG	0,180	7,5	19	596
Kleine STEG	0,072	20	12	591
Grote gasturbine	0,043	20	9	662
Kleine gasturbine	0,043	20	2	662
Grote gasmotor	0,130	0	0	404
Kleine gasmotor	0,130	0	0	323

## 2.5 Energie-investeringsaftrek (EIA)

Met ingang van 2009 wordt het plafond voor de investering die in aanmerking komt voor Energie-investeringsaftrek voor zuigermotoren met een vermogen kleiner dan 1 MW<sub>e</sub> verhoogd tot 600 €kW elektrisch vermogen. Verder zijn er geen wijzigingen van de Energie-investeringsaftrek ten opzichte van 2008.

De grote STEG komt niet in aanmerking voor EIA, omdat installaties met een elektrisch vermogen groter dan 150 MW<sub>e</sub> daarop geen aanspraak kunnen maken. Het investeringsbedrag dat in aanmerking komt voor EIA is voor WKK-installaties die worden aangedreven door zuigermotoren met een vermogen groter dan 1 MW<sub>e</sub> gemaximeerd op 350 €kW elektrisch vermogen. Voor zuigermotoren met een vermogen kleiner dan 1 MW<sub>e</sub> en installaties die worden aangedreven door andere krachtwerktuigen is dit maximum 600 €kW elektrisch vermogen.

Tabel 2.5 *EIA per WKK-case*

WKK-case	EIA max. [€kW <sub>e</sub> ]
Grote STEG	Nvt
Kleine STEG	600
Grote gasturbine	600
Kleine gasturbine	600
Grote gasmotor	350
Kleine gasmotor	600

## 2.6 CO<sub>2</sub>-emissiehandel

Voor de eerste handelsperiode van het emissiehandelssysteem EU-ETS, met een looptijd van 2005 t/m 2007, en de tweede handelsperiode, met een looptijd van 2008 t/m 2012, is een aparte regeling voor investeringen in nieuw productievermogen in het leven geroepen. Deze regeling voorziet in de vrije toekenning van CO<sub>2</sub>-emissierechten op grond van de verwachte CO<sub>2</sub>-emissies van de nieuwe installatie. Hoewel in de toekenningprocedure mogelijk afwijkingen kunnen optreden tussen verwachting en realisatie van CO<sub>2</sub>-emissies, wordt in de onrendabele top berekening verondersteld dat de toekenning voor de WKK-sector als geheel ruwweg overeen zal stemmen met de realisatie van de sector als geheel.

Conform de opdracht van het Ministerie van Economische Zaken is voor de gehele periode gerekend met de allocatiemethode van de tweede handelsperiode van het EU-ETS als uitgangspunt.

## 2.7 Vollasturen en piek/dal verhouding

ECN baseert de prognose voor het aantal draaiuren van nieuwe WKK-installaties op productiegegevens van bestaande installaties afkomstig van CertiQ/EnerQ en het CBS. (CertiQ, 2006, CertiQ, 2007, CBS, 2008). Voor details wordt verwezen naar Hers *e.a.*, 2008.

Het percentage draaiuren tijdens de piekuren wordt voor de categorieën niet-gasmotoren bepaald door het aantal draaiuren in de piek te maximaliseren, onder de voorwaarde dat de installatie beschikbaar is.<sup>5</sup> Voor de case 'Grote gasmotor' is aangenomen dat deze de beschikking heeft over een warmtebuffer waardoor de elektriciteitsproductie tijdens piekuren plaats kan vinden. Wel vindt hierbij nog een correctie voor seizoenseffecten plaats. Kleine gasmotoren produceren niet gedurende alle piekuren elektriciteit omdat er maar een beperkte warmtebehoefte bestaat. Tabel 2.6 geeft het veronderstelde aantal vollasturen en het percentage draaiuren tijdens de piekuren.

Tabel 2.6 *Veronderstelde vollasturen en percentage draaiuren tijdens piekuren*

Case	Vollast draaiuren	Percentage draaiuren tijdens piekuren [%]
Grote STEG	5900	62,2
Kleine STEG	5850	62,7
Grote gasturbine	6550	56,0
Kleine gasturbine	6550	56,0
Grote gasmotor	4000	90,0
Kleine gasmotor	3200	85,0

## 2.8 Flexibiliteit van WKK-installaties

Als het mogelijk is de productie van warmte en kracht te ontkoppelen kan dit bijdragen aan de rentabiliteit van een WKK-installatie. Door de warmte/krachtverhouding te verschuiven is de elektriciteitslevering te maximaliseren bij hoge elektriciteitsprijzen. In de daluren kan de warmte/krachtverhouding van bijvoorbeeld STEG-installaties juist worden verhoogd. Flexibiliteit kan ook ontstaan door het gebruik van WKK en andere warmtebronnen te combineren (Regieorgaan EnergieTransitie, 2008). Het meest voorkomend is de combinatie met een ketel. De mogelijkheden om hiermee meeropbrengsten te genereren verschillen van geval tot geval. Omdat een transparante methode om deze meeropbrengsten in kaart te brengen ontbreekt, worden deze meeropbrengsten niet meegenomen bij de berekening van de onrendabele top.

## 2.9 CO<sub>2</sub>-index berekening

De CO<sub>2</sub>-index is een maat voor de milieuprestatie van een WKK-installatie ten opzichte van het beste alternatief voor gescheiden opwekking van elektriciteit en warmte in hetzelfde bouwjaar. De CO<sub>2</sub>-index wordt uitgedrukt in een percentage:

$$\text{CO}_2\text{-index} = [1 - (K_b \times B - K_w \times W) / (K_e \times E)]$$

Waarin:

$K_b$  = emissiefactor brandstof WKK [kg/GJ]

$B$  = brandstof input WKK [GJ]

$K_w$  = emissiefactor warmte bij gescheiden opwekking [kg/GJ]

$W$  = productie nuttige warmte door WKK [GJ]

<sup>5</sup> Onderzoek door Jacobs Consultancy in opdracht van COGEN Nederland (van der Marel, 2005) geeft aan dat voor de categorieën niet-gasmotoren gerekend kan worden met 89,9% overall beschikbaarheid. Er wordt uitgegaan van 4080 piekuren per jaar. Hierdoor kan er ten hoogste gedurende 3668 piekuren gedraaid worden. De resterende draaiuren vallen in de dalperiode.

- $K_e$  = emissiefactor elektriciteit bij gescheiden opwekking [kg/MWh]  
 $E$  = elektriciteitsproductie WKK [MWh]

Het Ministerie van Economische zaken stelt jaarlijks de emissiefactoren vast die bij de bepaling van de CO<sub>2</sub>-index dienen te worden gebruikt.

Als de CO<sub>2</sub>-index vermenigvuldigd wordt met de elektriciteitsproductie van de WKK (E) dan resulteert een hoeveelheid CO<sub>2</sub>-vrije kilowatturen. Bij het berekenen van de CO<sub>2</sub>-indices voor de WKK-cases in Tabel 2.8 is op aangegeven van het Ministerie van Economische Zaken gebruik gemaakt van de emissiefactoren voor 2008 in Tabel 2.7.

Tabel 2.7 *Toegepaste CO<sub>2</sub>-emissiefactoren*

	eenheid	Emissiefactor
KRE Hoogspanning	[kg/MWh]	353,8
KRE Middenspanning	[kg/MWh]	357,5
KRW Stoom	[kg/GJ]	60,33
KRW Heet water	[kg/GJ]	57,85
Emissiefactor aardgas	[kg/GJ]	56,7

Tabel 2.8 *CO<sub>2</sub>-index, elektriciteitsproductie en aantal CO<sub>2</sub>-vrije kilowatturen per WKK-case*

	Eenheid	Grote STEG	Kleine STEG	Grote GT	Kleine GT	Grote GM	Kleine GM
CO <sub>2</sub> -index	[%]	4,37	10,2	28,4	27,1	30,4	21,2
Elektriciteitsproductie	[GWh]	1243	296	294,75	52,4	8,0	1,28
CO <sub>2</sub> -vrije elektriciteitsproductie	[GWh]	54,3	30,1	83,7	14,2	2,43	0,271

De grote en kleine STEG hebben een beduidend lagere CO<sub>2</sub>-index dan de andere cases. Dit betekent dat er met de inzet van de STEGs een relatief bescheiden hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt vermeden per geproduceerde kWh in vergelijking tot gescheiden opwekking.

## 2.10 Overige uitgangspunten

### *Kapitaallasten<sup>6</sup>*

- afschrijvingstermijn 12 jaar
- looptijd lening 12 jaar
- verhouding vreemd vermogen / eigen vermogen 80/20
- rendement over eigen vermogen 15%
- rente over vreemd vermogen 6%

De gehanteerde afschrijvingstermijn en looptijd van lening worden gelijkgesteld aan de beschikkingsperiode.

### *Transport- en distributiekosten*

De onrendabele top berekeningen voor WKK worden gebaseerd op de gastransporttarieven, net-tarieven en belastingtarieven die gelden in het jaar voorafgaand aan het jaar van toepassing.

<sup>6</sup> De verhouding vreemd vermogen/eigen vermogen en de gebruikte rendementen zijn de invulling van de Europese Commissie van het begrip "billijke kapitaal vergoeding" zoals weergegeven in Communautaire richtsnoeren inzake staatssteun voor milieubescherming (2008/C82/01). Deze invulling betreft een maximaal toegestane vergoeding.

- Gastransporttarieven op basis van entry-exit variant GasTerra voor 2008.
- Elektriciteitstransport- en distributietarieven op basis van de 2007-tariefbladen van de netwerkbbedrijven. De tariefbladen voor 2008 waren ten tijde van het opstellen van dit document nog niet beschikbaar.

#### *Energiebelasting aardgas en elektriciteit*

- 2008-tarieven.

WKK-installaties met een elektrisch rendement hoger dan 30% komen in aanmerking voor vrijstelling van de energiebelasting op aardgas. Omdat de grote en de kleine gasturbine als gevolg van bijstook niet aan deze voorwaarde voldoen, komt het deel van het gasverbruik dat gebruikt wordt voor bijstook niet in aanmerking voor deze vrijstelling.

#### *Warmtekorting*

Naast warmteproductie voor eigen gebruik hebben WKK-exploitanten ook de mogelijkheid om tegen betaling warmte te leveren aan derden. De warmteafnemer is in principe ook in staat deze warmte zelf op te wekken met een ketel. Als een afnemer een korting bedingt op de prijs van warmte ten opzichte van de situatie waarin de afnemer zelf gas zou inkopen wordt dit aangeduid als de warmtekorting. Conform de berekeningen voor 2008 wordt in dit rapport gerekend zonder warmtekorting. In Bijlage A wordt ingegaan op de relatie tussen de warmtekorting en het niet-meer-dan-anders principe.

### 3. Onrendabele top berekeningen 2009-2020

#### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de eerder gedefinieerde WKK-cases de onrendabele top voor de periode 2009-2020 gegeven. Daarbij is gebruik gemaakt van de commodity- en elektriciteitsprijzen behorend bij een scenariooverwachting van de actualisatie van de Referentieraming van ECN en PBL.

ECN meent dat bij de interpretatie van deze resultaten de nodige voorzichtigheid betracht dient te worden. In de eerste plaats dient men zich te realiseren dat de toekomstige realisatie van commodity- en elektriciteitsprijzen af kan wijken van de scenariooverwachtingen zoals die zijn neergelegd in het scenario. Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen onzekerheid die samenhangt met korte-termijn fluctuaties van commodity- en elektriciteitsprijzen en onzekerheid die samenhangt met de lange termijn ontwikkeling van commodity- en elektriciteitsprijzen.

MKM Consultancy (van der Kloot Meijburg *e.a.*, 2008) heeft voor de onrendabele top berekeningen 2008 geanalyseerd wat de consequenties van korte-termijn ontwikkelingen zijn, die gereflecteerd worden door de volatiliteit van de onderliggende prijzen. Als gevolg van dergelijke fluctuaties van de commodity- en elektriciteitsprijzen is het mogelijk dat er rendabele en onrendabele periodes voorkomen, die elkaar deels compenseren.

De onzekerheden met betrekking tot lange termijn ontwikkelingen zijn echter groot en kunnen een significante invloed hebben op de numerieke resultaten. Een uitgebreide analyse van dergelijke onzekerheden is echter geen onderdeel van de berekeningen geweest.

#### 3.2 Resultaten

Tabel 3.1 geeft de resultaten van de onrendabele top berekeningen voor de zes WKK-cases voor de twaalfjarige periode van 2009 t/m 2020. Omdat de cases sterk verschillende elektrische rendementen, thermische rendementen en draaiuren hebben, is de uitwerking van veranderingen van de commodity- en elektriciteitsprijzen op de onrendabele top voor elke case verschillend.

In dit scenario hebben de grote STEG en de kleine STEG op langere termijn een onrendabele top. De gasturbine-cases en de gasmotor-cases zijn rendabel te exploiteren. De kleine installaties zijn in alle gevallen minder rendabel dan de grote installaties van hetzelfde type.

Tabel 3.1 Resultaten onrendabele top berekening 2009-2020

[ct/kWh]	Grote STEG	Kleine STEG	Grote gasturbine	Kleine gasturbine	Grote gasmotor	Kleine gasmotor
<b>Kapitaallasten* (a)</b>	2,50	3,22	1,93	2,99	1,79	3,22
<i>Waarvan rente</i>	0,54	0,70	0,42	0,65	0,39	0,70
<b>Kosten (b)</b>						
Aardgas	6,07	6,37	9,32	10,54	6,90	8,91
<i>Waarvan commodity</i>	5,76	6,05	8,85	9,91	6,05	7,29
B&O	0,67	1,18	0,63	1,29	0,79	1,74
Netkosten back-up	0,02	0,11	0,09	0,10	0,00	0,00
<b>Opbrengsten (c)</b>						
Elektriciteit	-7,16	-7,28	-7,19	-7,19	-7,71	-7,62
<i>waarvan commodity</i>	-7,34	-7,35	-7,23	-7,23	-7,84	-7,75
Warmte	-1,90	-2,52	-6,52	-7,77	-3,85	-7,01
<i>waarvan commodity</i>	-1,73	-2,28	-6,00	-7,05	-3,12	-3,99
Emissierechten CO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vermeden netkosten eigen verbruik	-0,03	-0,17	-0,13	-0,14	0,00	0,00
Vermeden energiebelasting eigen verbruik	0,00	-0,02	-0,02	-0,18	0,00	0,00
<b>Onrendabele top excl. belasting (a+b+c)</b>	0,17	0,89	-1,89	-0,36	-2,08	-0,76
<b>Belastingen (d)</b>	0,09	0,08	0,04	0,08	0,04	0,06
<b>Onrendabele top (a+b+c+d)</b>	0,3	1,0	-1,9	-0,3	-2,0	-0,7

\* Bij de grote STEG kan geen aanspraak gemaakt worden op EIA, maar bij alle overige cases wel. Kapitaallasten voor de grote gasmotor zijn inclusief een warmtebuffer en exclusief een SCR-installatie. Bij de kleine gasmotor wordt uitgegaan van kapitaallasten inclusief een SCR-installatie.

In de onrendabele top berekeningen wordt uitgegaan van een vereist positief rendement op eigen vermogen van 15%. Resulteert de onrendabele top berekening in een negatieve onrendabele top, dan is een hoger rendement op eigen vermogen voor de betreffende WKK-case naar verwachting haalbaar. Resulteert de onrendabele top berekening daarentegen in een positieve onrendabele top, dan wordt het vereist rendement van 15% niet behaald. Het *haalbare* rendement op eigen vermogen zoals dat volgt uit de onrendabele top berekening kan derhalve worden afgeleid door het rendement op eigen vermogen te bepalen waarvoor de onrendabele top op nul uitkomt.

Om een beeld te schetsen van de verwachting ten aanzien van het haalbare rendement op eigen vermogen voor de verschillende WKK-cases, zoals dat volgt uit de onrendabele top berekeningsmethodiek, is een dergelijke berekening uitgevoerd voor de periode 2009-2020. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Haalbaar rendement op eigen vermogen conform de onrendabele top berekeningen voor 2009-2020

[%]	Grote STEG	Kleine STEG	Grote GT	Kleine GT	Grote GM	Kleine GM
<b>Rendement op eigen vermogen</b>	7	n.v.t.	65	20	74	28

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de veronderstelling van een vereist rendement op eigen vermogen van 15% geldt als een redelijke schatting van het rendement op eigen vermogen dat geëist wordt voor een investering in een commerciële omgeving, waarbij men zich dient te realiseren dat er gewoonlijk ook alternatieve investeringsopties zijn. Vanuit investeringsperspectief



zal de verwachting van een positief, maar lager rendement op eigen vermogen op zichzelf niet per definitie voldoen voor een positieve beoordeling van een investeringsmogelijkheid.

## 4. Conclusie

In dit rapport zijn resultaten gepresenteerd voor de rentabiliteit van WKK op langere termijn. Voor een zestal representatieve cases worden de kosten en opbrengsten van WKK-exploitatie bepaald, waarbij is uitgegaan van een projectduur van twaalf jaar. Voor de bepaling van de te verwachten gemiddelde rentabiliteit van projecten die in 2009 starten is gebruik gemaakt van een scenario voor de commodity- en elektriciteitsprijzen behorend bij de actualisatie van de Referentieraming Energie en Emissies die in 2009 wordt uitgevoerd door ECN en PBL.

De resultaten geven aan dat de gasturbines en gasmotoren naar verwachting op lange termijn rendabel zijn. De grote STEG en de kleine STEG vertonen op langere termijn een onrendabele top.

Bij deze berekening is een verhouding van vreemd vermogen en eigen vermogen aangenomen van 80/20. De rente over vreemd vermogen is 6% en er is uitgegaan van een rendement over eigen vermogen van 15%. Als uitgegaan was van een lagere rendementseis van 7% zou de grote STEG op langere termijn wel als rendabel kunnen worden beschouwd.

Bij de berekening van de onrendabele top wordt geen rekening gehouden met meeropbrengsten als gevolg van de ontkoppeling van warmte en kracht. Dit biedt de mogelijkheid tot verbetering van de rentabiliteit door in de daluren de warmte/krachtverhouding te verhogen.

De berekeningen zijn gebaseerd op scenario's en andere aannames, die uiteraard met onzekerheden zijn omgeven. Bij de interpretatie van de numerieke resultaten dient men met het bestaan van mogelijk omvangrijke onzekerheden rekening te houden. De achtergrond van de keuze van scenario's en overige aannames zijn in dit rapport aangegeven. Een analyse van de onzekerheden maakt geen onderdeel uit van dit rapport.

## Referenties

- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (2008): *Nederlandse elektriciteitsproductie 1998-2006 en gegevens uit de statistiek Productiemiddelen elektriciteit*.
- CertiQ (2006): *Gegevens uit de WKK-databank* (vertrouwelijk).
- CertiQ (2007): *Gegevens uit de WKK-databank* (vertrouwelijk).
- Daniëls, B.W. e.a. (2009): *Actualisatie referentieramingen, Energie en emissies 2008-2020*. Nog te publiceren.
- Europese Commissie (2008): *European Energy and Transport – Trends to 2030 Update 2007*. Directorate-General for Energy and Transport, Office for Official Publications of the European Communities, 8 april 2008.
- Hers, J.S., W. Wetzels (2008): *Concept analyse categorale aanpassing SDE WKK (versie 5)*. ECN, Petten, februari 2008.
- Hers, J.S., W. Wetzels, A.J. Seebregts en A.J. van der Welle (2008): *Onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK-vermogen 2008*, ECN-E--08-016, Petten, mei 2008.
- International Energy Agency (2008): *World Energy Outlook 2008*, Parijs, november 2008
- Jacobs Consultancy (2008): *Techno-economische parameters MEP/SDE WKK, Ontwikkeling van 2008 naar 2009*, Jacobs Consultancy, Leiden, Revisie A, 19 november 2008.
- Kloot Meijburg, M. van der, T. van den Berg (2008): *Analyse van de variabiliteit van de SDE subsidie regeling voor WKKs voor 2008*, MKM consultancy en SITMO consultancy, versie 20080312-4, maart 2008.
- Marel, J. van der, E. Goudappel, B. Ebbing Wubben (2008): *Techno-economische parameters SDE WKK 2008*, Jacobs Consultancy, Leiden, 31 maart 2008.
- Noord, M. de, E. J. W. van Sambeek (2003): *Onrendabele top berekeningsmethodiek*, ECN-C-03077, Petten, augustus 2003.
- Regieorgaan EnergieTransitie Nederland (2008): *Duurzame energie in een nieuwe economische orde*, Utrecht, november 2008.
- Seebregts, A.J., B.W. Daniëls (2008): *Nederland exportland elektriciteit? Nieuwe ontwikkelingen elektriciteitscentrales en effect Schoon & Zuinig*, ECN-E-08-026, Petten, juni 2008.
- SLEA (2005): *Back-up WKK: een marktconforme kostenbepaling*. Versie 14 november 2005.
- Smit, R.W., J.A.F de Ruijter, M.F. Schrijner (2008): *Review werkzaamheden ECN voor SDE WKK 2008*, 30820087-Consulting 08-CONCEPT, Arnhem, 19 april 2008.

## Bijlage A Warmtekorting en het niet-meer-dan-anders principe

### A.1 Inleiding

Deze bijlage is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Het Ministerie van Economische Zaken geeft in haar opdracht aan dat de aanleiding voor het verzoek wordt gevormd door vragen gesteld tijdens het Algemeen Overleg SDE/WKK op 25 juni jl. door het Tweede kamerlid dhr. Hessels met betrekking tot het ‘niet-meer-dan-anders’ (NMDA) principe:

“In het Algemeen Overleg SDE/WKK van 25 juni jl. uitte het Tweede Kamerlid dhr. Hessels zijn bezwaren op het niet in aanmerking nemen van de warmtekorting bij de berekening van de rentabiliteit van WKK. Volgens dhr. Hessels was de warmtekorting nodig, omdat exploitanten van warmte aan consumenten voor de geleverde warmte die was geproduceerd met WKK-vermogen niet meer mochten rekenen dan voor warmte die was geproduceerd met gas: het zogenaamde ‘niet meer dan anders’-principe. Om te voorkomen dat de klant een hogere prijs zou moeten betalen voor warmte die is verkregen met WKK-vermogen, gold de warmtekorting. Dhr. Hessels gaf aan dat bij nieuwe WKK-projecten het ook nodig kan zijn een hogere prijs voor de WKK-warmte te vragen. In dat geval is een warmtekorting weer nodig. Dhr. Hessels vroeg dan ook om de warmtekorting te betrekken bij de berekening van de rentabiliteit van WKK.”

### A.2 Doel

De onderzoeksvraag die het Ministerie van economische Zaken voorlegt aan ECN is, op basis van de toelichting van dhr. Hessels, als volgt:

Heeft het betrekken van warmtekorting als gevolg van het NMDA-principe gevolgen voor de onrendabele top berekening?

Hierbij dient opgemerkt te worden dat warmtekorting als gevolg van het NMDA-principe een ander karakter heeft dan warmtekorting zoals die binnen de onrendabele top berekeningen gehanteerd wordt. In deze notitie zal achtereenvolgens een korte toelichting worden gegeven op de achtergrond van de warmtekorting zoals die binnen de onrendabele top gehanteerd wordt, op het NMDA-principe, en op de relatie hiertussen. Tot slot wordt in de conclusie antwoord gegeven op de gestelde onderzoeksvraag.

### A.3 NMDA en WKK

#### A.3.1 Waardering van warmte en de warmtekorting

In de onrendabele top berekening voor WKK wordt verondersteld dat WKK-exploitanten de waardering van geproduceerde warmte baseren op de kosten van alternatieve opwekking. Hierbij worden de kosten van alternatieve generatie afgeleid van de kosten van warmteproductie middels een zogenaamde (referentie)ketel. Het gaat hierbij om een referentieketel waarbij een vastgesteld ketelrendement verondersteld wordt. De kosten van productie van eenzelfde hoeveelheid warmte als geproduceerd door de betreffende WKK-case worden afgeleid door de brandstofkosten voor de betreffende referentieketel te berekenen.

Tot 2008 werd binnen de onrendabele top berekening voor bestaande WKK-installaties over deze productiekosten nog een afslag verondersteld, de zogenaamde *warmtekorting*. De warmtekorting wordt verondersteld van toepassing te zijn op grond van de notie dat een afnemer van warmte te allen tijde de keuze heeft tussen warmte afnemen van een WKK-exploitant enerzijds en plaatsing en inzet van een referentieketel anderzijds. Er kan bijvoorbeeld een voordeel worden verondersteld in inzet van een eigen ketel in die zin dat daarmee meer/volledige controle over het warmteproductieproces ligt bij de warmteafnemer.

De warmtekorting is daarom niet zozeer een reflectie van werkelijke kosten, maar een gevolg van de onderhandelingspositie. De warmteafnemer zou in staat zijn een korting te bedingen bij de warmteleverancier, omdat hij anders de voorkeur geeft aan plaatsing en exploitatie van een eigen ketel. De warmteleverancier zou dat accepteren om toch de geproduceerde warmte te kunnen afzetten. Als de warmtekorting wordt meegenomen in de berekening van de onrendabele top, wordt geaccepteerd dat de subsidie (deels) deze korting voor de warmteafnemer kan dekken. Hierbij dient opgemerkt te worden dat subsidiëring van een dergelijke korting de nodige problemen kent. Zo blijft de omvang van dergelijke marges een discussiepunt tussen sector en subsidieverlener. Verder krijgen warmteaanbieders en warmteafnemers niet de juiste prijssignalen waardoor ze suboptimaal warmte consumeren of produceren. Bovendien is er vaak geen sprake van een warmteafnemer, maar gebruikt de producent de warmte zelf. Het is dus aan te bevelen dat aan subsidiëring de conditie wordt verbonden dat waardering van warmte gerelateerd wordt aan voor de hand liggende technische alternatieven op reële kwantificeerbare kosten en dus niet met een warmtekorting gerekend wordt.

### A.3.2 Niet-meer-dan-anders principe

Het niet-meer-dan-anders (NMDA) principe is van toepassing binnen de specifieke context van kleinverbruikers die warmte afnemen van een warmtenet. Derhalve is het principe van toepassing op WKK-installaties die toegepast worden voor stadsverwarming. Het NMDA-principe stelt dat warmteprijzen voor kleinverbruikers niet hoger mogen zijn dan de kosten van warmteproductie middels een referentieketel, in dit geval een HR-ketel.

### A.3.3 NMDA-principe en warmtekorting

Indien een specifieke case voor stadsverwarming onderscheiden zou worden in de onrendabele top berekening kan opgemerkt worden dat het NMDA-principe en het al of niet toepassen van de warmtekorting binnen de onrendabele top berekening los staan van elkaar. Onafhankelijk van de referentie die gehanteerd zou worden, impliceert toepassing van het NMDA-principe dat in de onrendabele top berekening verondersteld wordt dat de waardering van warmte in de berekening niet hoger zal zijn dan de referentieprijzen van warmte.

Indien de warmtekorting niet wordt toegepast in de onrendabele top berekening, wordt de waardering van warmte in de berekening verondersteld gelijk te zijn aan de referentieprijzen van warmte. Deze veronderstelling is niet in tegenspraak met het NMDA-principe, omdat in de berekening wordt uitgegaan van een warmteprijzen die gelijk en dus niet meer dan anders is. Indien de warmtekorting wel wordt toegepast in de onrendabele top berekening, wordt de waardering van warmte in de berekening verondersteld lager te zijn dan de referentieprijzen van warmte. Derhalve geldt ook in dit geval dat de veronderstelling met betrekking tot de warmtekorting niet in tegenspraak is met het NMDA-principe, omdat dan in de berekening wordt uitgegaan van een warmteprijzen die lager is dan anders.

## A.4 Conclusie

Het NMDA-principe wordt gebruikt in situaties waar een leverancier in staat is een hogere dan de referentieprijis te vragen. De warmtekorting representeert situaties waarin de afnemer in staat is een lagere dan de referentieprijis te bedingen.

Concluderend kan gesteld worden dat de veronderstellingen en uitgangspunten met betrekking tot de waardering van warmte binnen de onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK-vermogen niet strijdig zijn met het NMDA-principe, omdat in de berekening wordt uitgegaan van een warmteprijs die gelijk is aan de referentieprijis, en dus niet meer dan anders is. Toepassing van het NMDA-principe heeft derhalve geen gevolgen voor de onrendabele top berekening voor WKK.