



COMMISSION DE REGULATION
POUR L'ÉNERGIE EN RÉGION DE
BRUXELLES-CAPITALE

REGULERINGSKOMMISSIE
VOOR ENERGIE IN HET BRUSSELS
HOOFDSTEDELIJK GEWEST

REGULERINGSKOMMISSIE VOOR ENERGIE IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Rapport

BRUGEL-RAPPORT-20091001-06

over

**Het jaarlijkse exploitatierendement van de installaties voor
warmtekrachtkoppeling tussen 2005 en 2008**

Opgesteld in toepassing van artikel 30octies, §9, 1° van de
ordonnantie van 19 juli 2001 betreffende de organisatie van
de elektriciteitsmarkt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

16 oktober 2009

I Juridische context

De ordonnantie van 19 juli 2001 betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bepaalt in artikel 30octies, §9, 1°, het volgende:

" ...§ 9. De opdrachthouders zullen bekleed worden met de volgende taken:

1° het controleren van de jaarlijkse rendementen van de uitbating van de installaties bedoeld in artikel 2, 6°bis en het indienen van een verslag hierover bij de Commissie;"

Artikel 30bis, §2,3°, preciseert eveneens dat:

« ...§ 2. De Commissie wordt bekleed met een opdracht tot verlening van advies aan de overheid over de organisatie en de werking van de gewestelijke energiemarkt enerzijds, en met een algemene opdracht van toezicht op en controle van de toepassing van de hiermee verband houdende ordonnanties en besluiten anderzijds. De Commissie is belast met de volgende opdrachten:

...

3° het jaarlijks publiceren van een verslag betreffende de resultaten van de controle uitgevoerd door de opdrachthouders over de jaarlijkse rendementen van de uitbatingsinstallaties, bedoeld in artikel 2, 6°bis; "

2 Aantal installaties in dienst in 2008

In 2008 waren er in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 24 installaties voor warmtekrachtkoppeling in dienst, waarvan er 6 in bedrijf werden gesteld in de loop van 2008:

- Solvay Center 1
- Solvay Center 2
- De Raad van de Europese Unie – LEX 2000
- Sportcentrum van Sint-Pieters-Woluwe
- Citroën Yser
- D'leteren

Van deze 6 installaties werden de laatstgenoemde drie installaties niet in dit verslag opgenomen omdat de eerste meterstanden pas in 2009 aan Brugel werden medegedeeld.

3 Jaarrendement van de installaties voor warmtekrachtkoppeling 2008

Voor 2008 worden de jaarrendementen van de installaties voor warmtekrachtkoppeling in Brussel berekend op basis van informatie die de producenten hebben overgemaakt in het kader van de toekenning van groenestroomcertificaten. Aan het einde van elk trimester worden de meterstanden van de elektriciteitsproductie, de warmteproductie en het aardgasverbruik meegedeeld aan Brugel. De hieronder aangegeven rendementen worden bovendien berekend op basis van de netto elektriciteitsproductie en de nuttige warmteproductie.

Installaties voor warmtekrachtkoppeling	Indienststelling	Energiebron	Elektrisch rendement	Thermisch rendement	Globaal rendement
010 Aeropolis	01/11/1999	Gas	34,6%	45,9%	80,6%
007 Pacheco	01/01/2000	Gas	33,7%	45,0%	78,6%
005 Slachthuizen	01/02/2000	Gas	32,4%	51,1%	83,6%
002 Fabriekskaaï	01/11/2000	Gas	34,9%	46,3%	81,1%
006 Arts et Métiers	01/10/2001	Gas	35,5%	48,0%	83,5%
004 Muntcentrum	01/12/2001	Gas	33,6%	46,9%	80,5%
009 Villa's van Ganshoren	01/12/2001	Gas	36,5%	48,9%	85,4%
008 Brugmann	01/02/2003	Gas	35,1%	45,9%	81,0%
001 ULB Solbosch	02/02/2003	Gas	35,7%	46,2%	81,9%
011 AZ VUB	01/10/2003	Gas	35,7%	40,0%	75,8%
003 Vlaams Parlement	01/09/2004	Gas	32,6%	50,8%	83,5%
013 Militair Ziekenhuis NOH	29/06/2005	Gas	31,5%	53,6%	85,1%
021 Koninklijke militaire school	01/12/2005	Gas	32,3%	51,5%	83,8%
022 Essegem 1	01/12/2005	Gas	31,1%	53,9%	85,0%
023 Essegem 2	01/12/2005	Gas	31,6%	52,9%	84,5%
027 Hotel Amigo	14/03/2007	Gas	33,0%	52,4%	85,5%
034 La Sauvenière	23/04/2007	Koolzaad	31,5%	58,1%	89,6%
042 Jardins d'Alexandre	01/06/2007	Koolzaad	31,0%	54,0%	85,0%
018 Lex 2000	01/01/2008	Gas	32,7%	47,7%	80,4%
030 Solvay Center 1	01/01/2008	Gas	33,5%	48,8%	82,3%
030 Solvay Center 2	01/01/2008	Gas	32,6%	45,4%	78,0%
Gemiddelde 2008			33,41%	49,20%	82,61%

4 Evolutie van de rendementen ten opzichte van 2007

Het rapport over het jaarlijks exploitatierendement van de warmtekrachtkoppelingssystemen van het vorige jaar (2007) maakt het mogelijk de resultaten te vergelijken en de evolutie van de rendementen van het ene jaar naar het andere te beoordelen.

De tabel hieronder illustreert de evolutie van de rendementen tussen 2007 en 2008 uitgedrukt in de vorm van een procentuele verhoging of verlaging ten opzichte van 2007. Twee uitzonderingen niet te na gesproken (grijze achtergrond), **stellen wij vast dat het globaal rendement zeer licht stijgt.**

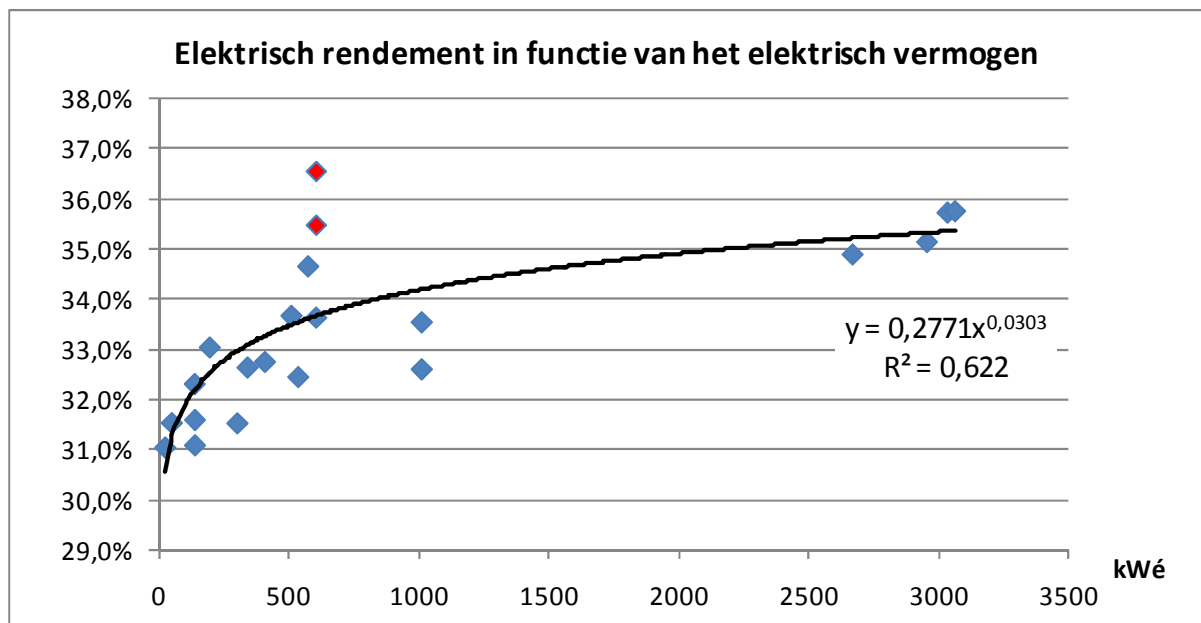
Installaties voor warmtekrachtkoppeling	Elektrisch rendement			Thermisch rendement			Globaal rendement		
	2007	2008	Δ	2007	2008	Δ	2007	2008	Δ
001 ULB Solbosch	35,8%	35,7%	0%	44,8%	46,2%	3%	80,6%	81,9%	2%
002 Fabriekskaaï	34,2%	34,9%	2%	45,8%	46,3%	1%	80,0%	81,1%	1%
003 Vlaams Parlement	32,6%	32,6%	0%	50,5%	50,8%	1%	83,1%	83,5%	0%
004 Muntcentrum	33,4%	33,6%	1%	45,4%	46,9%	3%	78,9%	80,5%	2%
005 Slachthuizen	32,7%	32,4%	-1%	50,1%	51,1%	2%	82,8%	83,6%	1%
006 Arts et Métiers	35,0%	35,5%	1%	46,9%	48,0%	2%	81,9%	83,5%	2%
007 Pacheco	33,7%	33,7%	0%	43,6%	45,0%	3%	77,3%	78,6%	2%
008 Brugmann	34,5%	35,1%	2%	44,9%	45,9%	2%	79,4%	81,0%	2%
009 Villa's van Ganshoren	36,0%	36,5%	1%	47,6%	48,9%	3%	83,6%	85,4%	2%
010 Aeropolis	32,6%	34,6%	6%	46,9%	45,9%	-2%	79,6%	80,6%	1%
011 AZ VUB	35,4%	35,7%	1%	41,1%	40,0%	-2%	76,5%	75,8%	-1%
013 Militair Ziekenhuis NOH	33,5%	31,5%	-6%	53,7%	53,6%	0%	87,2%	85,1%	-2%
018 Lex 2000		32,7%			47,7%			80,4%	
021 Koninklijke militaire school	33,5%	32,3%	-3%	47,0%	51,5%	10%	80,4%	83,8%	4%
022 Essegem 1	29,8%	31,1%	5%	55,0%	53,9%	-2%	84,8%	85,0%	0%
023 Essegem 2	30,1%	31,6%	5%	54,1%	52,9%	-2%	84,2%	84,5%	0%
027 Hotel Amigo	31,1%	33,0%	6%	50,0%	52,4%	5%	81,0%	85,5%	5%
030 Solvay Center 1		33,5%			48,8%			82,3%	
030 Solvay Center 2		32,6%			45,4%			78,0%	
034 La Sauvenière	31,9%	31,5%	-1%	57,0%	58,1%	2%	88,9%	89,6%	1%
042 Jardins d'Alexandre		31,0%			54,0%			85,0%	
Gemiddelden	33,3%	33,4%	1,1%	48,5%	49,2%	1,6%	81,8%	82,6%	1,4%

5 Evolutie van het elektrisch rendement met het vermogen van de warmtekrachtkoppeling

In het algemeen geldt, voor eenzelfde technologie: **hoe hoger het vermogen van de warmtekrachtkoppeling is, des te hoger zal het elektrisch rendement zijn.**

Grafiek I, die de evolutie van het elektrisch rendement voor 2008 weergeeft in functie van het elektrisch vermogen van de warmtekrachtkoppeling, bevestigt dit.

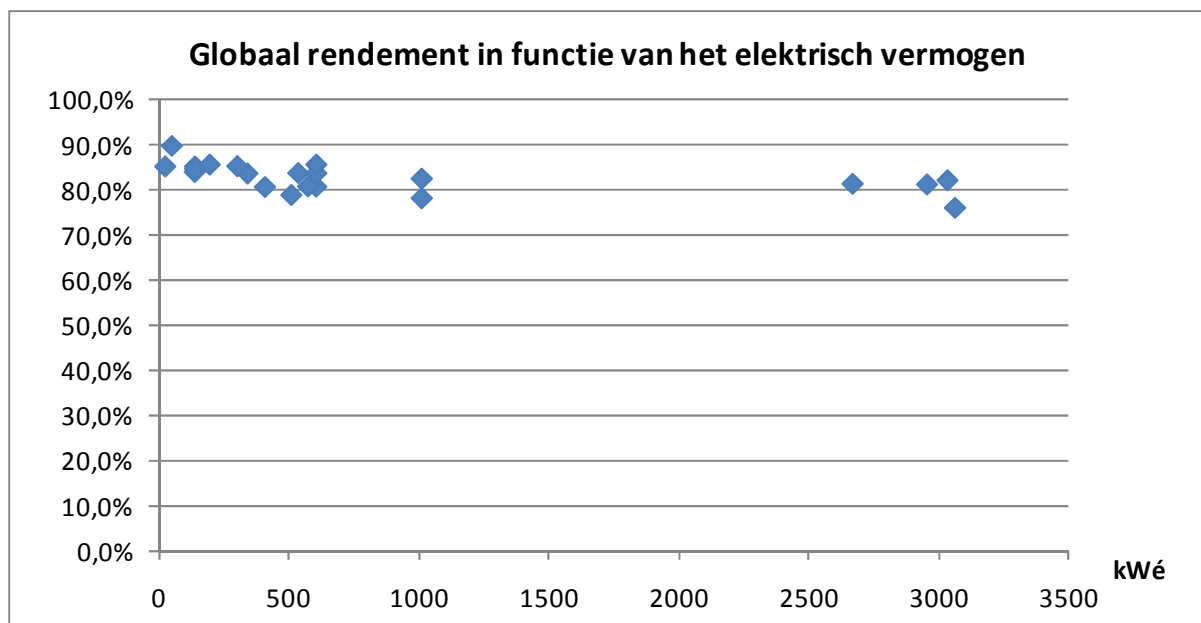
Als men de twee WKK-eenheden die een zeer hoog elektrisch rendement hebben in verhouding tot hun vermogen (Arts et Métiers en Villa's van Ganshoren), buiten beschouwing laat, dan is de factor R^2 gelijk aan 77%.



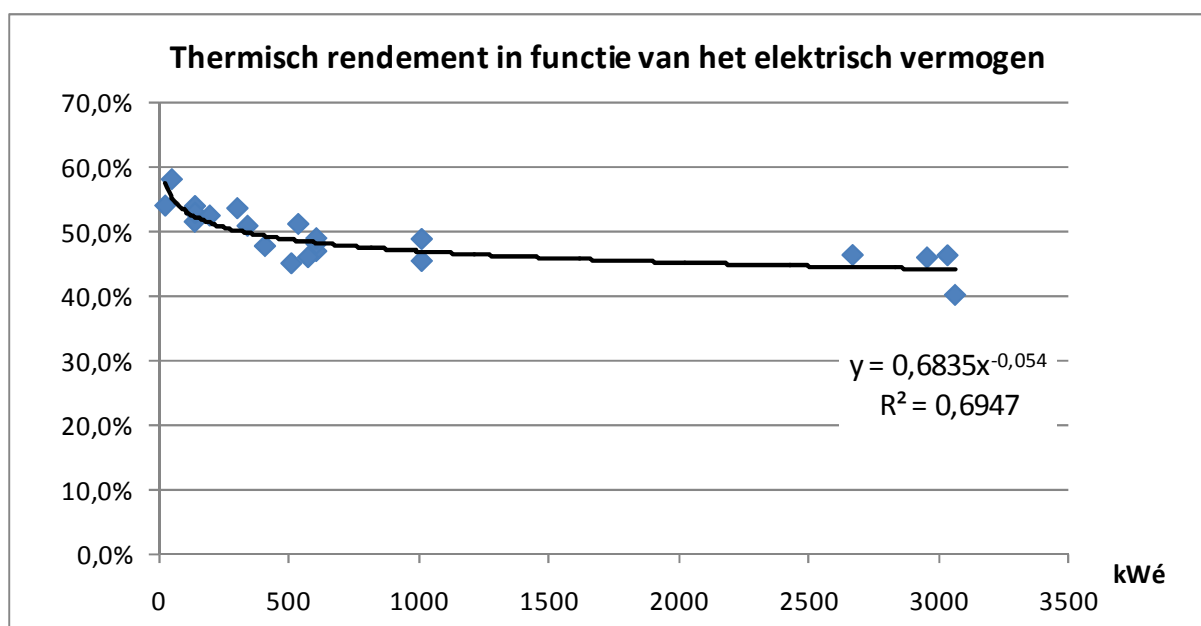
Grafiek I : Elektrisch rendement in functie van het elektrisch vermogen

6 Evolutie van het thermisch rendement met het vermogen van de warmtekrachtkoppeling

Zoals grafiek 2 illustreert, is het globaal rendement van een WKK-eenheid ongeveer constant, ongeacht het elektrisch vermogen. Naast de vaststelling dat het elektrisch rendement afneemt met het vermogen (cf. punt 5), kan men het volgende afleiden: **hoe hoger het vermogen van de warmtekrachtkoppeling is, des te lager zal haar thermisch rendement zijn**. Het aandeel van de primaire energie (brandstof) dat niet in elektriciteit kan worden omgezet, wordt afgegeven in de vorm van warmte. Voor zover deze warmte wordt teruggewonnen om een gebouw te verwarmen, is dit verlies van elektrisch rendement voor kleine vermogens op zich geen probleem. Grafiek 3, die de evolutie van het thermisch rendement voor 2008 weergeeft in functie van het elektrisch vermogen van de warmtekrachtkoppeling, bevestigt dit. De precisiefactor is gelijk aan 69%.



Grafiek 2 : Globaal rendement in functie van het elektrisch vermogen

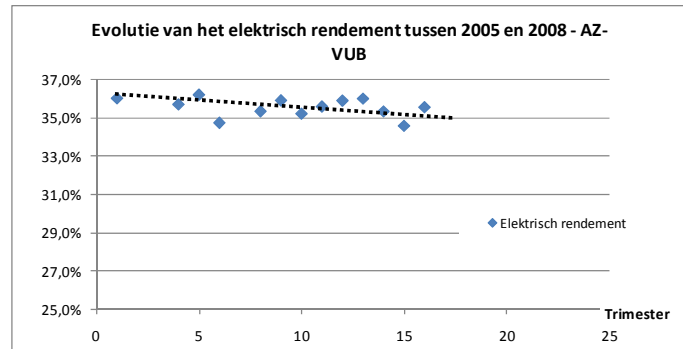


Grafiek 3 : Thermisch rendement in functie van het elektrisch vermogen

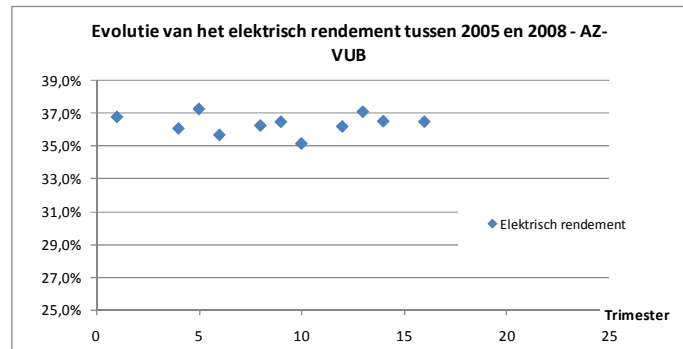
7 Evolutie van de rendementen tussen 2005 en 2008

Voor de 11 WKK-eenheden die sinds 2005 in dienst zijn (allemaal eigendom van Sibelga), is het interessant om trimester per trimester de evolutie te analyseren van de rendementswaarden en de bedrijfsuren, om hieruit enkele interessante gegevens af te leiden:

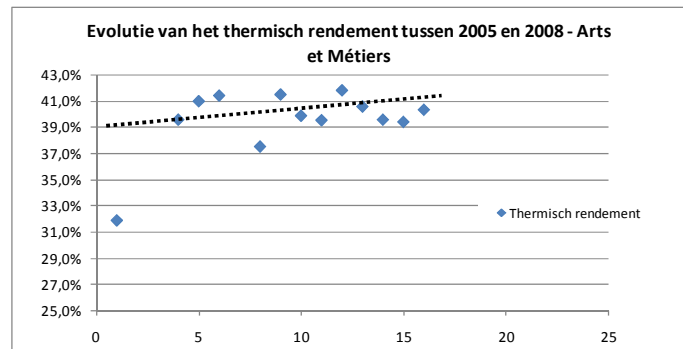
- Het netto elektrisch rendement neemt af in de tijd (ten gevolge van slijtage van de WKK-eenheid)



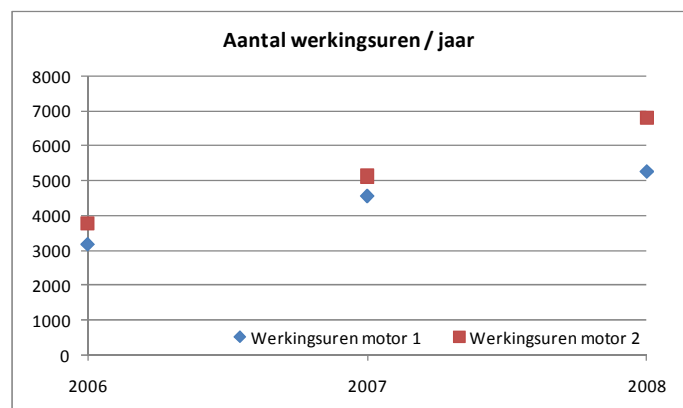
- Het netto elektrisch rendement kan stijgen in de tijd (op voorwaarde dat het elektrisch verbruik van de hulpapparaten wordt verminderd en de WKK-eenheid goed wordt onderhouden)



- Het mechanisme van de groenestroomcertificaten moedigt de beheerders van warmtekrachtkoppeling aan om de terugwinning van warmte van hun eenheid te doen toenemen.



- Het mechanisme van de groenestroomcertificaten moedigt de beheerders van installaties van warmtekrachtkoppeling aan om de werkingsduur van hun eenheid te verlengen (voorbeeld van het AZ-VUB: stopzetting gedurende 6 maanden in 2005, stopzetting gedurende 5 maanden in 2006, stopzetting gedurende 1 maand in 2007, geen stopzetting in 2008).



8 Correctiefactor van het gasdebiet

8.1 Inleiding

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is het aantal groenestroomcertificaten, dat toegekend wordt aan een installatie voor de productie van groene stroom, afhankelijk van de CO₂-uitstoot die wordt vermeden ten opzichte van de productie door referentie-installaties.

In geval van een installatie voor de productie van groene stroom op aardgas, bevat de berekening van de vermeden CO₂-uitstoot het aantal “normale” kubieke meters verbruikt gas. Om die normale kubieke meters te bekomen op basis van de gemeten kubieke meters, wordt een correctiefactor toegepast. Deze correctiefactor is afhankelijk van de temperatuur en de druk van het gas op de meetplaats.

Er bestaan gasmeters met correctie, die de temperatuur en de druk van het gas meten en automatisch een waarde geven in normale kubieke meters. Dit is op dit ogenblik evenwel niet verplicht in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, en slechts enkele installaties beschikken over een gasmeter met correctie.

Voor installaties die hierover niet beschikken, moet een correctiefactor worden toegepast die gebaseerd is op een **raming** van de temperatuur en de druk van het gas op de meetplaats.

Zoals in de volgende paragrafen wordt aangetoond, kunnen deze raming en de bijbehorende correctiefactor een aanzienlijke invloed hebben op de berekeningen van de rendementen en van de groenestroomcertificaten.

8.2 Formules

8.2.1 Correctiefactor

$$Q_{gas}^{normaal} = Q_{gas}^{gemeten} \cdot f_{corr}$$

$$f_{corr} = \left(\frac{273.15}{1.01325} \right) \cdot \left(\frac{p_{gas}}{T_{gas}} \right)$$

waarbij:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{gas} = \text{gasdebiet} \\ f_{corr} = \text{correctiefactor} \\ p_{gas} = \text{Druk van het gas op de meetplaats} \\ T_{gas} = \text{Temperatuur van het gas op de meetplaats} \end{array} \right.$$

8.2.2 Aantal groenestroomcertificaten

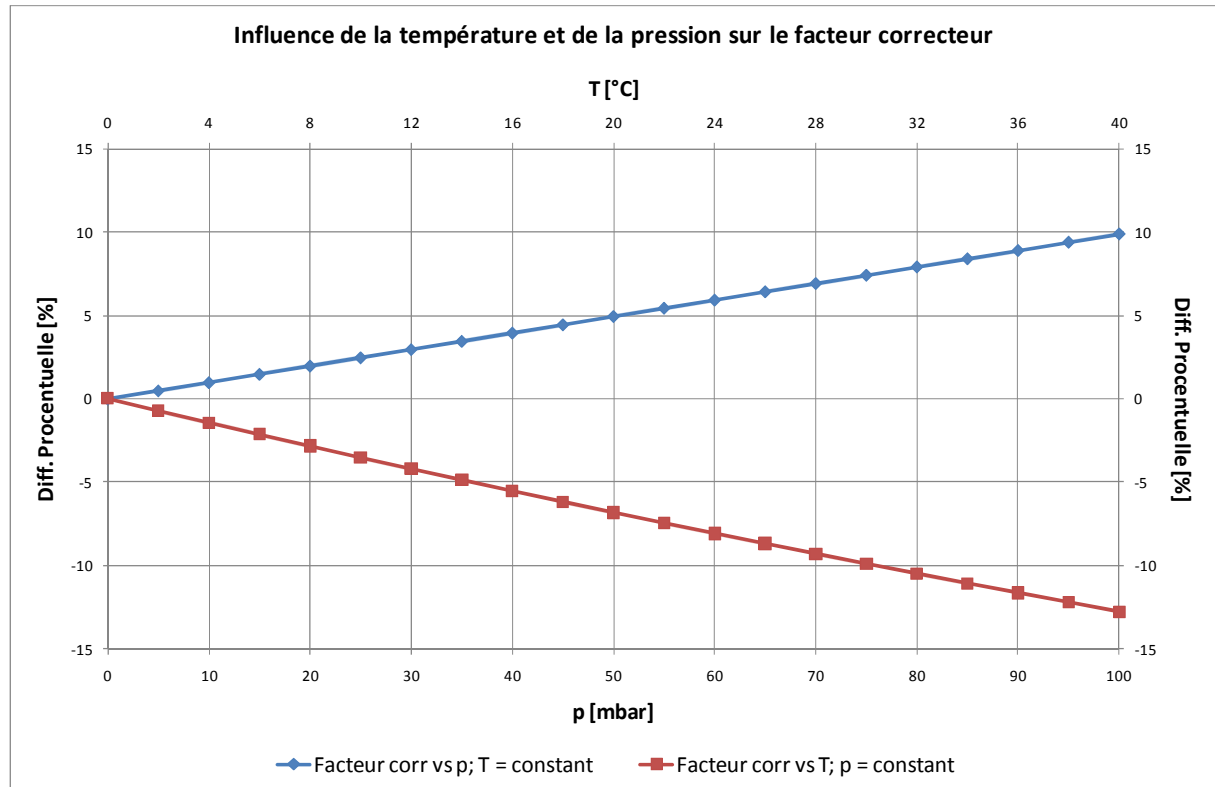
$$\begin{aligned}
 N &= \frac{CO_2^{bespaard}}{CO_2^{aardgas}} \\
 &= \frac{CO_2^{ref} - CO_2^{install}}{217 \text{ kg/Mwh}} \\
 &= \frac{(E_{netto}/0.55) \cdot 217 + (Q_{nuttig}/0.9) \cdot 217 - I_{gas} \cdot 217}{217 \text{ kg/Mwh}} \\
 &= (E_{netto}/0.55) + (Q_{nuttig}/0.9) - Q_{gas}^{normaal} \cdot PCI_{gas} \\
 &= (E_{netto}/0.55) + (Q_{nuttig}/0.9) - Q_{gas}^{gemeten} \cdot f_{corr} \cdot PCI_{gas} \\
 N &= \left(E_{netto}/0.55 \right) + \left(Q_{nuttig}/0.9 \right) - Q_{gas}^{gemeten} \cdot \left(\frac{273.15}{1.01325} \right) \cdot \left(\frac{p_{gas}}{T_{gas}} \right) \cdot PCI_{gas}
 \end{aligned}$$

waarbij:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 N = \text{Aantal groenestroomcertificaten} \\
 CO_2^{bespaard} = \text{Door de installatie vermeden } CO_2 - \text{uitstoot} \\
 CO_2^{aardgas} = \text{Hoeveelheid } CO_2 \text{ uitgestoten door de verbranding van aardgas} \\
 CO_2^{ref} = \text{Hoeveelheid } CO_2 \text{ uitgestoten door de referentie – installaties} \\
 CO_2^{install} = \text{Hoeveelheid } CO_2 \text{ uitgestoten door de installatie} \\
 E_{netto} = \text{Netto geproduceerde elektriciteit} \\
 Q_{nuttige} = \text{Nuttige warmte} \\
 I_{gas} = \text{Hoeveelheid energie in het door de installatie verbruikte gas} \\
 PCI_{gas} = \text{Onderste verbrandingswaarde van het gas}
 \end{array} \right.$$

8.3 Invloed van de temperatuur en de druk op de correctiefactor, het rendement en het aantal groenestroomcertificaten

De grafiek hieronder toont de invloed van de temperatuur en de druk op de correctiefactor.

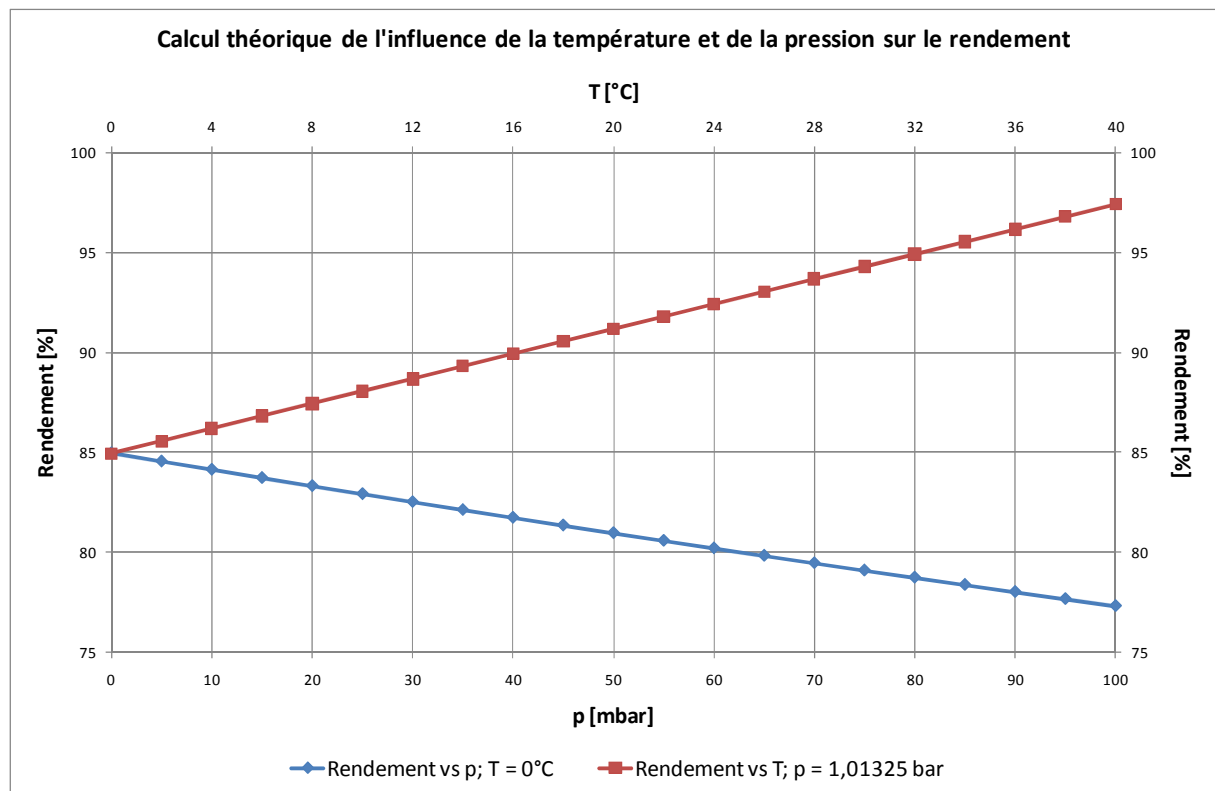


We stellen vast dat de correctiefactor kan variëren met -12,8% wanneer de temperatuur stijgt van 0 tot 40°C bij constante druk, en met +9,9% wanneer de druk stijgt van 0 tot 100 mbar bij constante temperatuur.

De grafiek hieronder toont een voorbeeld van theoretische berekening van de invloed, via de correctiefactor, die de temperatuur en de druk hebben op het rendement van een WKK-installatie.

Voor de berekening van het rendement worden de waarden netto-elektriciteit, nuttige warmte en gasverbruik gebruikt. De gegevens voor de grafiek hieronder zijn afkomstig van een bestaande installatie waarvoor Brugel in de loop van 2009 de waarden heeft ontvangen:

- $E_{\text{netto}} = 29988 \text{ kWh}$
- $Q_{\text{nuttig}} = 54000 \text{ kWh}$
- Gemeten $Q_{\text{gas}} = 10614 \text{ m}^3$
- $\text{PCI}_{\text{gas}} = 9.31356 \text{ kWh/Nm}^3$



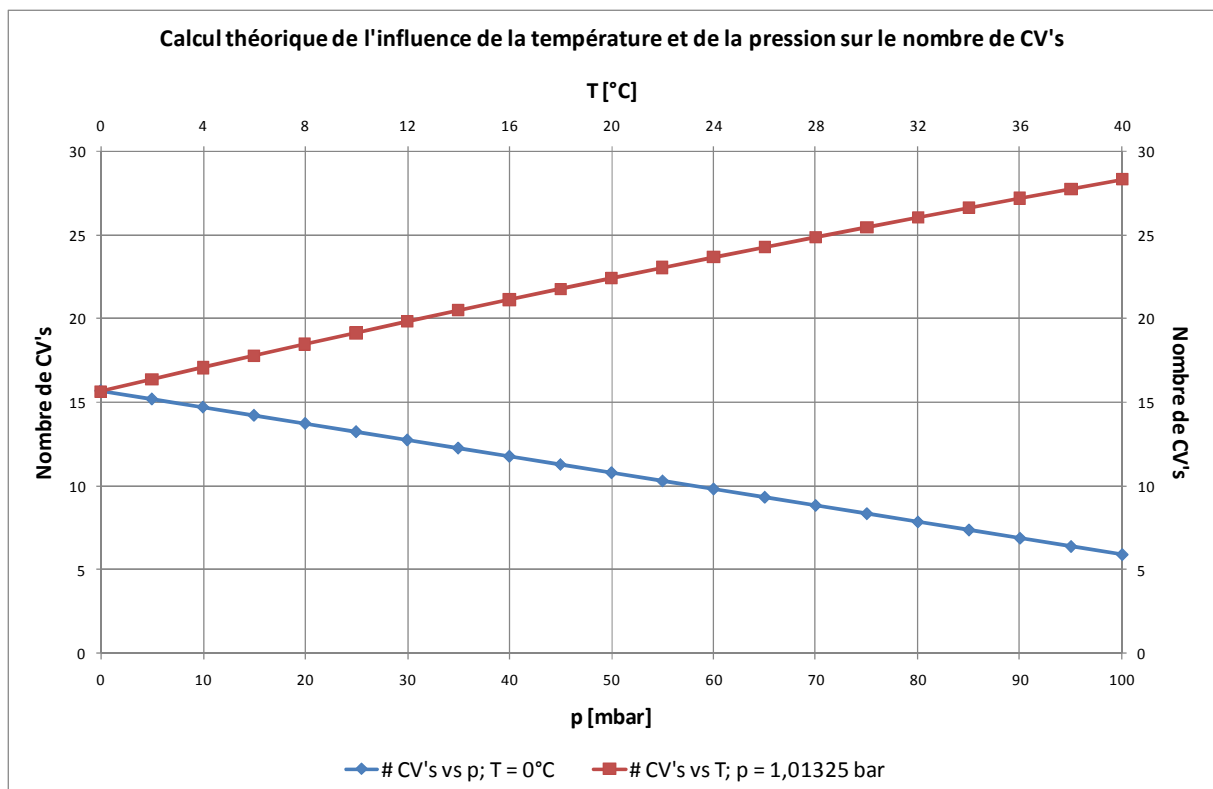
We stellen vast dat de correctiefactor een grote invloed kan hebben op het rendement van de installatie.

In dit voorbeeld varieert het rendement van 85% tot 97,4% wanneer de temperatuur stijgt van 0°C tot 40°C bij constante druk, en van 85% tot 77,3% wanneer de druk stijgt van 0 mbar tot 100 mbar bij constante temperatuur, wat overeenstemt met procentuele verschillen van +14,5% en -9%.

De grafiek hieronder toont een voorbeeld van theoretische berekening van de invloed, via de correctiefactor, die de temperatuur en de druk hebben op het aantal groenestroomcertificaten dat aan een installatie wordt toegekend (# GSC's = aantal groenestroomcertificaten).

Voor de berekening van de groenestroomcertificaten voorziet het besluit in het gebruik van de waarden netto-elektriciteit, nuttige warmte en gasverbruik. De gegevens voor de grafiek hieronder zijn afkomstig van een bestaande installatie waarvoor Brugel in de loop van 2009 de waarden heeft ontvangen:

- $E_{\text{netto}} = 29988 \text{ kWh}$
- $Q_{\text{nuttig}} = 54000 \text{ kWh}$
- Gemeten $Q_{\text{gas}} = 10614 \text{ m}^3$
- $PCI_{\text{gas}} = 9,31356 \text{ kWh/Nm}^3$



We stellen ook vast dat de correctiefactor een grote invloed kan hebben op het aantal groenestroomcertificaten van de installatie.

In dit voorbeeld varieert het aantal groenestroomcertificaten van 15,67 tot 28,3 wanneer de temperatuur stijgt van 0°C tot 40 °C bij constante druk, en van 15,67 tot 5,91 wanneer de druk stijgt van 0 mbar tot 100 mbar bij constante temperatuur, wat overeenstemt met procentuele verschillen van +80,6% en -62,3%.

8.4 Conclusie

Zoals hierboven werd aangetoond, heeft de correctiefactor een grote invloed op het rendement en het aantal groenestroomcertificaten van een installatie die groene stroom opwekt.

Tot op heden werd, behalve voor de installaties die over een meter met correctie beschikken, de correctiefactor geraamd. Deze raming kan aanleiding geven tot discussies tussen de beheerders van de installaties en Brugel.

8.5 Advies

Om het procedé voor de berekening van groenestroomcertificaten zo objectief mogelijk te maken en duidelijke en transparante regels vast te leggen, raadt Brugel aan:

- Voor nieuwe installaties met een elektrisch vermogen boven een bepaalde drempel (deze drempel moet nog worden bepaald), het plaatsen van een meter met correctie te verplichten voor de meting van het gasdebiet. Deze meter met correctie moet, rekening houdend met de temperatuur en de druk ter hoogte van de meter, de gemeten kubieke meters omzetten in normale kubieke meters, volgens de DIN 1343 norm;
- Voor alle andere installaties, d.w.z. de oude installaties en de installaties met een elektrisch vermogen onder een bepaalde drempel (deze drempel moet nog worden bepaald), de beheerder van de installatie vrij laten beslissen of hij al dan niet een meter met correctie wil installeren. Indien hij ervoor kiest dit niet te doen, past Brugel verder een geraamde correctiefactor toe.

Brugel beveelt aan om de verplichte plaatsing van een meter met correctie voor nieuwe installaties op te nemen in de berekeningscode, onder punt "5.3. Meting van productiemiddelen".