

(Referentietaak)

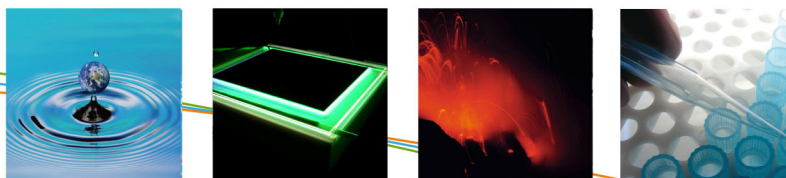
EINDRAPPORT

WKK-inventaris Vlaanderen 2008

E. Cornelis, K. Aernouts, S. Van Geel

Studie uitgevoerd in opdracht van:
2009/TEM/R/

September 2009



VITO NV

Boeretang 200 – 2400 MOL – BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 – Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be – www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 435-4508191-02 KBC (Brussel)
BE32 4354 5081 9102 (IBAN) KREDBEBB (BIC)

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

SAMENVATTING

→ Steekkaart WKK in Vlaanderen – 2008

Onderstaande tabel vat de belangrijkste cijfers over warmtekrachtinstallaties (WKK-installaties) in Vlaanderen samen.

	Motoren	Gas-turbines	STEG's	Stoom-turbines netgekoppeld	Stoom-turbines directe aandrijving	TOTAAL
Vermogen elektrisch [MW]	294	474	864	159	133	1923
Vermogen thermisch [MW]	375	590	615	865	940	3386
Verm. Elek. Kwal-WKK [MW] (°)	279	327	792		584	1982
Productie elektriciteit [PJ]	3,59	7,91	20,54	2,13	3,55	34,2
Productie kracht [PJ]						2,9
Productie warm water [PJ]	4,69	11,82	12,98	13,67	23,28	5,4
Productie stoom [PJ]						61,1
Rendement elektrisch [%]	37,8%	34,5%	45,6%	11,3%	11,0%	29,4%
Rendement thermisch [%]	49,4%	51,6%	28,8%	72,6%	72,2%	51,7%
Rendement totaal [%]	87,3%	86,1%	74,4%	84,0%	83,2%	81,1%
Gemiddelde vollasttijd [h/a]	3400	4630	6600	3730	7430	5450
Warmtekrachtbesparing [PJ]	2,89	5,62	7,56	0,66	-3,28	13,44
Rel. prim. Energiebesp. [%]	23%	20%	14%	3%	-11%	9%

(°) VREG-gegevens

→ Markantste feiten WKK in Vlaanderen – 2008

De markantste feiten over WKK in Vlaanderen anno 2008 zijn de volgende:

- Het elektrisch/mechanisch vermogen is in 2008 met 290 MW gestegen; de tweede grootste stijging van het vermogen in een jaar in de WKK-geschiedenis van Vlaanderen. T.o.v. 2007 is dit een toename van 18%. De groei situeert zich vooral bij WKK's met gasturbines (+ 141 MW; + 42%), met motoren (+99 MW; + 50%) en met stoomturbines met directe aandrijving (+ 41 MW; + 42%).
- Bij WKK's met motoren is de groei in de tuinbouw zeer uitgesproken (+ 99 MW). Door de uitbreiding en de vervangingen van de twee laatste jaar is twee derde van het opgesteld vermogen jonger dan twee jaar.
- Aardgas blijft de dominante brandstof voor WKK's in Vlaanderen. Het aandeel van hernieuwbare brandstoffen is marginaal.
- In Vlaanderen staan 14 micro-WKK-installaties opgesteld, waaronder twee met alternatieve technologieën: een stirlingmotor en een stoommotor.
- Steeds meer WKK-installaties worden in eigen beheer uitgebraat. Zelfs bij WKK's met gasturbines wordt deze tendens vastgesteld.
- Daar waar het vermogen van 2007 tot 2008 met 18% is toegenomen, steeg de door WKK geproduceerde hoeveelheid nuttige energie met 11%. Het aandeel daarin van hernieuwbare elektriciteit en warmte is marginaal.
- De totale primaire energiebesparing is in 2008 gestegen t.o.v. 2005-2007.
- Ruim de helft van de gerealiseerde primaire energiebesparing in 2008 wordt gehonoreerd met een inleverbaar WKK-certificaat.

→ **Opmerkingen i.v.m. de WKK-inventaris 2008 zelf**

De validatie van VITO berekeningen aan gegevens van de VREG heeft de betrouwbaarheid van de WKK-inventaris verbeterd. Toch treden significante verschillen op tussen beide bronnen, meer specifiek:

- De WKK-inventaris van VITO vermeldt slechts 1 micro-WKK, terwijl de VREG er 14 als kwaliteitsvol heeft erkend. In de toekomst zal het allicht een uitdaging zijn om een representatief beeld te schetsen van micro-WKK's in Vlaanderen.
- Voor WKK's met een stoomturbine komt de VREG tot hogere opgestelde vermogens en een hogere primaire energiebesparing dan VITO. In de toekomst moet verdere harmonisering van de gegevens van beide instellingen de verschillen wegwerken.

INHOUD

Samenvatting	I
Inhoud	III
Lijst van tabellen	V
Lijst van grafieken	VI
Lijst van afkortingen	VII
Hoofdstuk 1 Inleiding	1
1.1 <i>Beleidsdoelstellingen inzake warmtekrachtkoppeling</i>	1
1.2 <i>Metten is weten</i>	2
1.3 <i>Leeswijzer</i>	2
Hoofdstuk 2 Analyse opgesteld vermogen	3
2.1 <i>Evolutie opgesteld vermogen</i>	3
2.2 <i>Opgesteld vermogen per technologie</i>	4
2.2.1 <i>Evolutie park aan WKK met interne verbrandingsmotor</i>	5
2.2.2 <i>Evolutie park aan WKK met (stoom- en) gasturbines</i>	7
2.3 <i>Opgesteld vermogen per sector</i>	8
2.4 <i>Opgesteld vermogen per brandstof</i>	9
2.5 <i>Opgesteld vermogen per samenwerkingsverband</i>	10
2.6 <i>Opgesteld vermogen per kwalificatie</i>	11
2.6.1 <i>Gebaseerd op relatieve primaire energiebesparing</i>	12
2.6.2 <i>Gebaseerd op totale rendementen</i>	14
Hoofdstuk 3 Analyse door WKK geproduceerde nuttige energie	16
3.1 <i>Door WKK geproduceerde nuttige energie per soort</i>	16
3.2 <i>Door WKK geproduceerde nuttige energie per technologie</i>	18
3.3 <i>Door WKK geproduceerde nuttige energie per kwalificatie</i>	20
3.4 <i>Door WKK geproduceerde hernieuwbare energie</i>	20
Hoofdstuk 4 Analyse van (relatieve) primaire energiebesparing	23
4.1 <i>Keuze van de referentierendementen voor bepaling van (relatieve) primaire energiebesparing</i>	23
4.2 <i>Evolutie van de globale (relatieve) primaire energiebesparing</i>	23
4.3 <i>Vergelijking inschatting primaire energiebesparing VITO – VREG</i>	25

4.4	<i>Vergelijking warmtekrachtbesparing met uitreiking van inleverbare WKK-certificaten</i>	26
Hoofdstuk 5	Conclusies	29
Literatuurlijst		30

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Vergelijking opgesteld elektrisch/mechanisch WKK-vermogen per technologie (2007-2008)	5
Tabel 2: Evolutie brandstofinput van Vlaamse WKK's (2005-2008)	10
Tabel 3: Aantal door VREG erkende WKK-installaties en hun geïnstalleerd vermogen per technologie dat in aanmerking komt voor Vlaamse warmtekrachtcertificaten (2005-2008)	13
Tabel 4: Evolutie output nuttige energie per soort van Vlaamse WKK's (2005-2008)	17
Tabel 5: Toetsing van de WKK-doelstelling van Regering Letermé-Peeters I	17
Tabel 6: Productie van elektriciteit/kracht en warmte per WKK-technologie (2008)	18
Tabel 7: Hernieuwbare WKK-elektriciteit en -warmte (2006-2008)	21
Tabel 8: Evolutie van de warmtekrachtbesparing per WKK-technologie in Vlaanderen volgens VITO-inschattingen (2005-2008)	25

LIJST VAN GRAFIEKEN

Grafiek 1: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch en thermisch WKK-vermogen in Vlaanderen (1990-2008)	3
Grafiek 2: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie in Vlaanderen (1990-2008)	4
Grafiek 3: Samenstelling park aan WKK met interne verbrandingsmotor volgens installatiejaar (1990-2008)	5
Grafiek 4: Aantal WKK-toepassingen met WKK met interne verbrandingsmotor volgens geïnstalleerd vermogen per toepassing (1990, 1995, 2001, 2005, 2008)	6
Grafiek 5: Samenstelling park aan WKK's van (stoom- en) gasturbines volgens installatiejaar (1990-2008)	7
Grafiek 6: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per sector in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2005-2008)	8
Grafiek 7: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per brandstof in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2005-2008)	9
Grafiek 8: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie en beheersvorm in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2003-2008)	11
Grafiek 9: Evolutie elektrisch + mechanisch WKK-vermogen in Vlaanderen dat volgens de VREG in aanmerking komt voor de certificatenverplichting (1990-2008)	13
Grafiek 10: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie met totaal rendement boven 75% of 80% in Vlaanderen (2005-2008)	15
Grafiek 11: Evolutie output nuttige energie per soort van Vlaamse WKK's (2005-2008)	17
Grafiek 12: Productie van elektriciteit/kracht en warmte per WKK-technologie en aantal equivalente vollasturen (2005-2008)	19
Grafiek 13: Opsplitsing in WKK- en niet-WKK-elektriciteit (2005-2008)	21
Grafiek 14: Totale warmtekrachtbesparing per jaar in Vlaanderen (2005-2008)	24
Grafiek 15: Evolutie van de warmtekrachtbesparing per WKK-technologie in Vlaanderen volgens VITO-inschattingen (2005-2008)	25
Grafiek 16: Vergelijking van de inschatting van warmtekrachtbesparing per WKK-technologie volgens VITO versus volgens VREG (2007-2008)	26
Grafiek 17: Vergelijking totale warmtekrachtbesparing (staaf) met uitreiking inleverbare WKK-certificaten (lijn) (2005-2008)	27

LIJST VAN AFKORTINGEN

STEG (Elektriciteitscentrale met) Stoom- en gasturbine
WKK Warmtekrachtkoppeling

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

1.1 Beleidsdoelstellingen inzake warmtekrachtkoppeling

Warmtekrachtkoppeling (WKK) won in het midden de jaren negentig van de vorige eeuw aan belangstelling. Internationaal stond een beleid op stapel om de klimaatsverandering te lijf te gaan en om antropogene CO₂-emissies te reduceren. Warmtekrachtkoppeling werd daarin algemeen erkend als een efficiënte elektriciteitsopwekkingstechniek; de verdere ontwikkeling van warmtekrachtkoppeling maakte van dan af een vast onderdeel uit van het klimaatbeleid, zowel op internationaal als lokaal niveau.

Regering Dewael I – Somers (1999-2004) was de eerste Vlaamse regering die een doelstelling voor WKK formuleerde: in het Vlaamse Gewest moest tegen 2005 bijkomend 1200 MW_e geplaatst worden t.o.v. de 200 MW_e die reeds in 1995 opgesteld stond [i]. Daarmee wilde deze regering verder gaan dan het Nationaal Uitrustingsplan [ii], dat voor 1995-2005 voor gans België 1500 MW_e aan bijkomend vermogen voorzag. De achterliggende bedoeling was om voor 2005 het grootste deel van het marktpotentieel, dat in 1997 op 1600 MW_e was ingeschat [iii], effectief te realiseren.

Bij het uitwerken van het Klimaatbeleidsplan in 2002 [iv] werd deze doelstelling aangepast tot "... de realisatie van het economisch potentieel aan kwalitatieve WKK ten belope van 1278 MW_e in 2005 en 1832 MW_e in 2012. Dit is 295 respectievelijk 849 MW_e meer dan het vermogen dat eind 2001 stond opgesteld." Ondertussen had immers de Vlaamse Regering een besluit gevaardigd dat kwaliteitseisen aan warmtekrachtinstallaties oplegde [v]. In het Klimaatbeleidsplan is ook sprake van een eigen certificatsysteem ter ondersteuning van warmtekrachtkoppeling naast het groenestroomcertificatsysteem. De decretale basis hiervoor wordt midden 2003 gelegd in een aanpassing van het Elektriciteitsdecreet van 2000 [vi].

Regering Somers was ten slotte nog net getuige van goedkeuring van de Europese richtlijn 2004/8/EG ter bevordering van warmtekrachtkoppeling [vii].

Regering Leterme - Peeters I (2004-2009) gooide het over een andere boeg. Deze regering stelde zich in de Beleidsnota Energie en Natuurlijke Rijkdommen [viii] tot doel om tegen 2010 25% van de in Vlaanderen geleverde elektriciteit opgewekt te hebben door het gebruik van hernieuwbare energiebronnen en warmtekrachtkoppeling. Specifiek naar hernieuwbare energie uit windenergie, biomassa, zonneenergie vermeldt de Beleidsnota een streefcijfer van 6%. Hieruit laat zich een impliciete doelstelling naar aandeel WKK-stroom in het totaal van de leveringen van 19% afleiden.

Regering Leterme was ook verantwoordelijk voor de uitbouw van het ondersteuningssysteem aan warmtekrachtkoppeling. Een besluit ter zake werd op 7 juli 2006 genomen [ix]. Het WKK-besluit legt WKK-certificatenquota vast, die op hun beurt

doelstellingen opleggen m.b.t. de primaire energiebesparing te bereiken door warmtekrachtkoppeling. Deze quota stijgen tot 2012 jaar op jaar om vanaf 2013 een constante energiebesparing door WKK voorop te stellen. Even later volgt een ministerieel besluit ter vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties [X].

De huidige regering, Regering Peeters II (2009-2014), zet het beleid van de vorige regering inzake energie verder: *"We nemen de nodige maatregelen om zowel de Europese als de decretale doelstellingen voor energie-efficiëntie, warmtekrachtkoppeling en hernieuwbare energie te realiseren."* [Xi] Met de decretale doelstelling inzake warmtekrachtkoppeling verwijst de regering naar het Elektriciteitsdecreet en het WKK-besluit waarin WKK-certificatenquota zijn opgenomen. In haar beleidsnota verleent de huidige regering haar volle steun aan WKK, zonder evenwel specifieke doelstellingen naar opgesteld vermogen of aandeel WKK-elektriciteit in haar regeerakkoord op te nemen.

1.2 Meten is weten

Een doelgericht ondersteuningsbeleid voor warmtekrachtkoppeling (WKK) kan niet zonder betrouwbare statistieken over de WKK-installaties in Vlaanderen. Sinds 1990 inventariseert VITO het opgesteld WKK-vermogen in Vlaanderen. VITO werkte hiervoor in het verleden samen met BELCOGEN en met COGEN Vlaanderen.

De WKK-inventaris kende in de loop der jaren ook een ganse evolutie. In de beginperiode lag klemtoon op het bijhouden van het opgesteld vermogen van WKK-installaties en dan alleen nog van WKK-installaties met motoren en met gasturbines. In 2002 werd voor het eerst het opgesteld vermogen van WKK-installaties met stoomturbines in kaart gebracht. Tevens vermeldde de WKK-inventaris 2002 voor het eerst een inschatting van het energieverbruik en de productie van elektriciteit en warmte. In 2003 kwam daar de inschatting van de relatieve primaire energiebesparing bij.

De infogaring verbeterde ook, waardoor steeds meer en betrouwbaarder gegevens over de WKK-installaties en hun prestaties beschikbaar gesteld werden. Met deze editie van de WKK-inventaris is in dat verband een belangrijke stap gezet; VITO kon de haar beschikbare gegevens toetsen aan gegevens, die de VREG verzamelt in het kader van haar verplichtingen m.b.t. de werking van het WKK-certificatensysteem. Dat leverde onder meer een betrouwbaarder beeld op van de primaire energiebesparing, de basis voor de ondersteuning aan WKK. VITO houdt eraan de VREG te danken voor deze samenwerking en hoopt deze in de toekomst te kunnen verderzetten.

1.3 Leeswijzer

Voor deze editie van de WKK-inventaris is de gelegenheid te baat genomen om de structuur van de inventaris aan te passen. Daar waar in vorige jaren de verschillende WKK-technologieën in aparte hoofdstukken werden behandeld, beoogt de WKK-inventaris 2009 het schetsen van een globaal beeld van de evolutie van het park aan WKK-installaties in Vlaanderen. Deze editie neemt basisparameters als leidraad voor de opbouw van de inventaris.

Meer specifiek analyseert Hoofdstuk 2 het opgesteld vermogen. Hoofdstuk 3 buigt zich over de door WKK geproduceerde nuttige energie, terwijl Hoofdstuk 4 de focus legt op de (relatieve) primaire energiebesparing. Finaal trekt Hoofdstuk 5 conclusies uit voorgaande hoofdstukken.

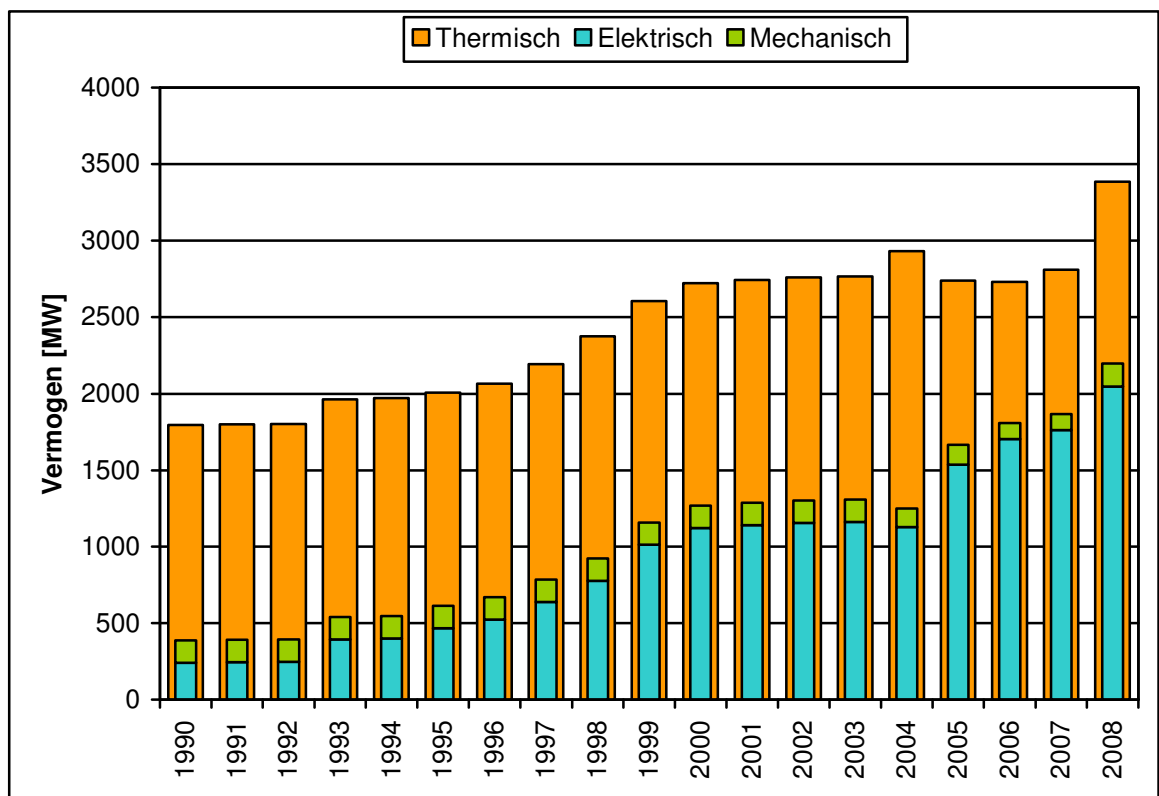
HOOFDSTUK 2 ANALYSE OPGESTELD VERMOGEN

2.1 Evolutie opgesteld vermogen

Anno 2008 staat er in Vlaanderen:

- 1923 MW_{elektrisch + mechanisch} (opsplitsing 1778 MW puur elektrisch en 133 MW mechanisch van de stoomturbines met directe aandrijving) en
- 3386 MW_{thermisch} opgesteld.

Ten overstaan van 2007 is dit een toename van 290 MW_{e/m} (of 18%) en 576 MW_{th} (of 20%), zie Grafiek 1. Hiermee wordt de heropleving van WKK, die zich vanaf 2005 manifesteert, onveranderd doorgezet.



Wegens het ontbreken van statistieken over het opgesteld vermogen aan stoomturbines (netgekoppeld en met directe aandrijving) is voor de periode 1990-2002 het opgesteld vermogen van 2003 aangenomen.

Grafiek 1: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch en thermisch WKK-vermogen in Vlaanderen (1990-2008)

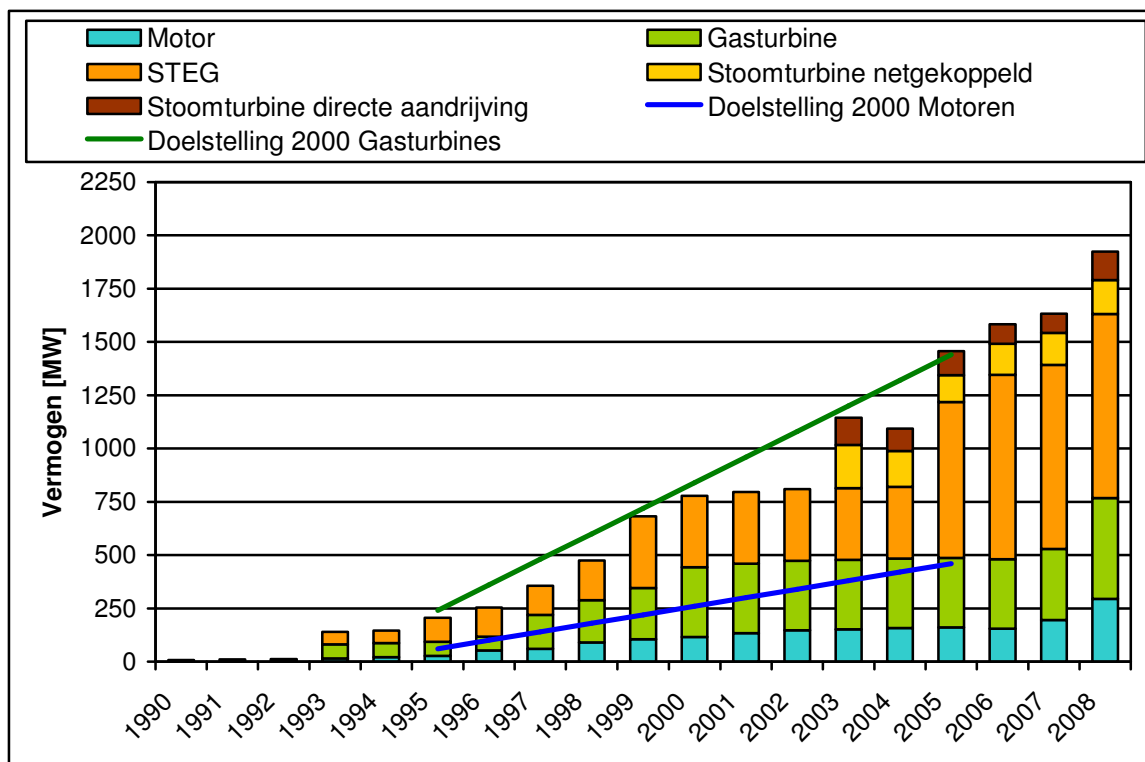
Het aantal WKK-toepassingen (sites waar WKK's staan opgesteld) steeg van 206 in 2007 naar 259 in 2008 en het aantal installaties zelf van 309 naar 376, wat aangeeft vooral kleinere WKK-installaties in aantal toenamen en de algemene groei markeren.

Om de algemene tendens te duiden splitsen we het geïnstalleerd vermogen, en dan specifiek het geïnstalleerd elektrisch/mechanisch vermogen, op:

- Per technologie,
- Per sector,
- Per brandstof,
- Per beheersvorm en
- Per kwalificatie.

2.2 Opgesteld vermogen per technologie

We beginnen met de opsplitsing per technologie, zie Grafiek 2. Hieruit valt onmiddellijk de bijdrage van motoren met inwendige verbranding op in de toename van het elektrisch/mechanisch vermogen van het WKK-park in Vlaanderen. In 2008 is het opgesteld elektrisch vermogen van WKK's met interne verbrandingsmotor met de helft toegenomen. Daarnaast is de toename van het opgesteld vermogen ook toe te schrijven aan de installatie van een nieuwe gasturbine (bij ExxonMobil) en diverse stoomturbines, zie Tabel 1.



Grafiek 2: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie in Vlaanderen (1990-2008)

Op Grafiek 8 is ook de allereerste doelstelling van 2000 inzake WKK opgenomen (zie 1.1 Beleidsdoelstellingen inzake warmtekrachtkoppeling). Deze doelstelling hoopte op een verderzetting van de tendens van 1995-2000 t.e.m. 2005. Echter, tussen 2000-2004 stabiliseerde het opgesteld vermogen, waardoor deze doelstelling dreigde niet te zou

zijn gehaald. Door de aanzienlijke investeringen in 2005, zou ze dan toch zo goed als zijn verwezenlijkt.

Tabel 1: Vergelijking opgesteld elektrisch/mechanisch WKK-vermogen per technologie (2007-2008)

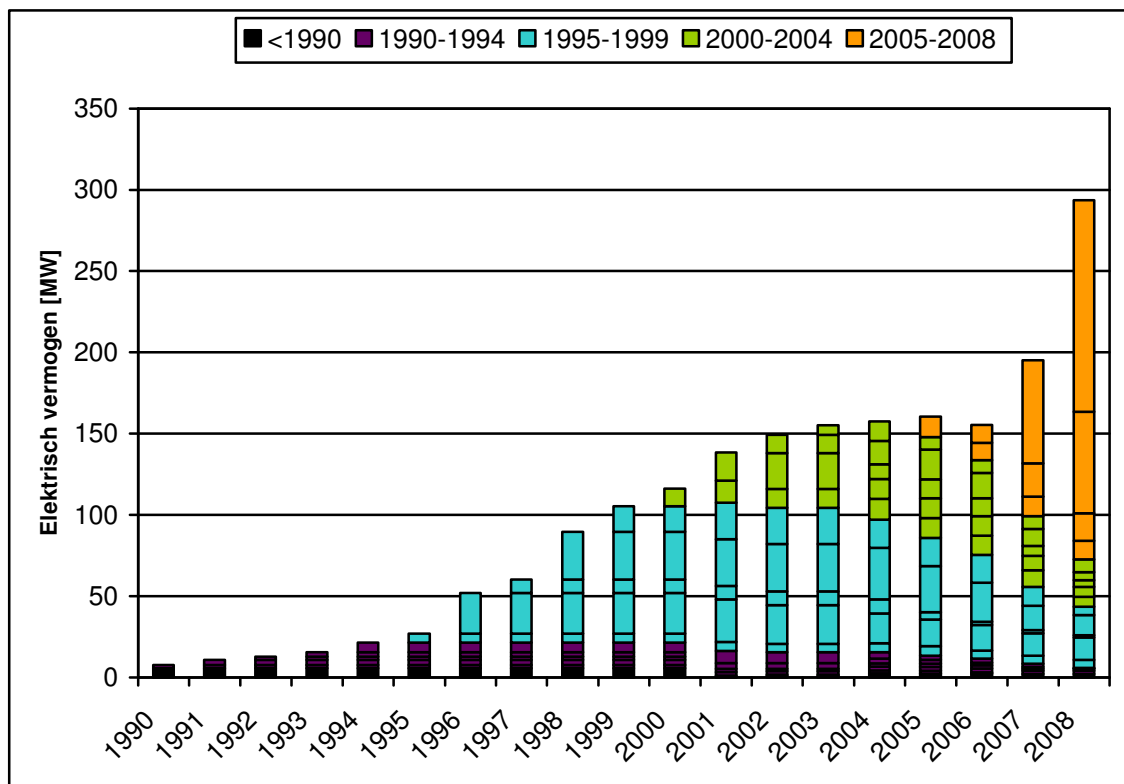
	2007 [MW _e /m]	2008 [MW _e /m]	Toename [MW _e /m]	Toename [%]
Motoren met inwendige verbranding	195	294	99	50%
Gasturbines	333	474	141	42%
STEG's	864	864	0	0%
Stoomturbines - netgekoppeld	150	159	9	6%
Stoomturbines - directe aandrijving	91	133	41	45%
SOM	1634	1923	290	18%

Om de evolutie van het opgesteld vermogen beter te begrijpen, verfijnen we de analyse voor:

- WKK's met interne verbrandingsmotor;
- WKK's met (stoom- en) gasturbines.

2.2.1 Evolutie park aan WKK met interne verbrandingsmotor

Indien we het opgesteld vermogen aan WKK met interne verbrandingsmotor opsplitsen naar het startjaar van de WKK-toepassing, zie Grafiek 3, komen andere aspecten naar boven.

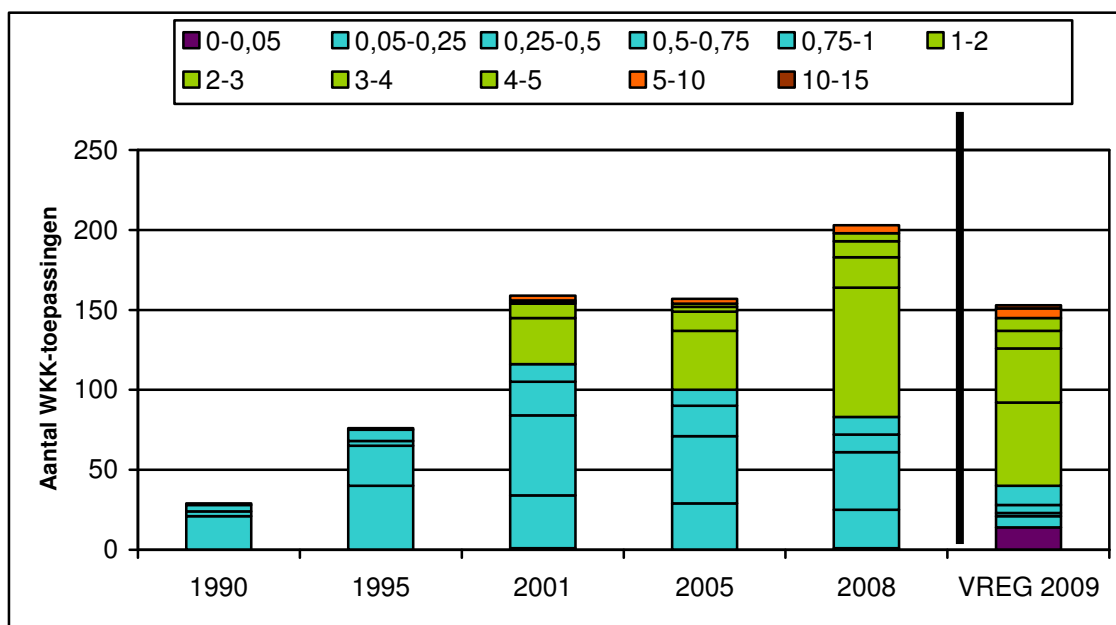


Grafiek 3: Samenstelling park aan WKK met interne verbrandingsmotor volgens installatiejaar (1990-2008)

De eerste helft van 1990 wordt gekenmerkt door voorzichtige groei van WKK's met interne verbrandingsmotoren. Deze groei versnelt vanaf 1996 en houdt aan tot zowat 2001. De periode 2002-2004 laat zich kennen door een status-quo; het totale vermogen steeg nauwelijks en er waren amper vervangingen. Vanaf 2005 zien we dat meer en meer WKK-toepassingen stilgelegd worden, terwijl er andere, nieuwe opgestart worden. In 2005-2006 blijft het totaal opgesteld vermogen hierbij nog nagenoeg constant, maar vanaf 2007 neemt de uitbreiding van het park van dit type WKK een vlucht.

Uit Grafiek 3 blijkt immers dat in 2007 voor 63 MW_e en in 2008 voor liefst 130 MW_e nieuwe WKK's (met interne verbrandingsmotoren) zijn geïnstalleerd, waarvan deels ter vervanging van oude WKK-installaties. Dat maakt dan eind 2008 2/3^{de} van de WKK-installaties met interne verbrandingsmotor niet ouder is dan 2 jaar.

Grafiek 4 laat nog een ander licht schijnen op de evolutie van WKK's met interne verbrandingsmotor. In deze grafiek zijn het aantal WKK-toepassingen verdeeld volgens het opgesteld vermogen.



De getallen geven het vermogensbereik, uitgedrukt in MW_e, groter dan de onderwaarde en kleiner of gelijk aan de bovenwaarde, waartoe een bepaalde WKK-toepassing toegewezen wordt. De cijfers van 2001, 2005 en 2008 zijn overgenomen uit de WKK-inventaris. De cijfers van 2009 van lijst met de warmtekrachtinstallaties waaraan warmtekrachtcertificaten worden toegekend, door de VREG geactualiseerd op 1/7/2009.

Grafiek 4: Aantal WKK-toepassingen met WKK met interne verbrandingsmotor volgens geïnstalleerd vermogen per toepassing (1990, 1995, 2001, 2005, 2008)

Grafiek 4 leert ons dat er een tendens is naar schaalvergroting in WKK-toepassing (per toepassing kunnen wel meer dan 1 WKK-motor staan). In begin jaren '90 werden vooral kleinere WKK-installaties in dienst genomen. Vanaf 1995 manifesteerde de groei zich in projecten met een steeds groter vermogen. Vanaf 2000 worden per jaar gemiddeld 5 toepassingen met een opgesteld vermogen lager dan 1 MW_e beëindigd, terwijl het aantal toepassingen met een opgesteld elektrisch vermogen hoger dan 1 MW_e toeneemt. Vooral de stijging in het segment gaande van 1 t.e.m. 2 MW_e valt hierbij op.

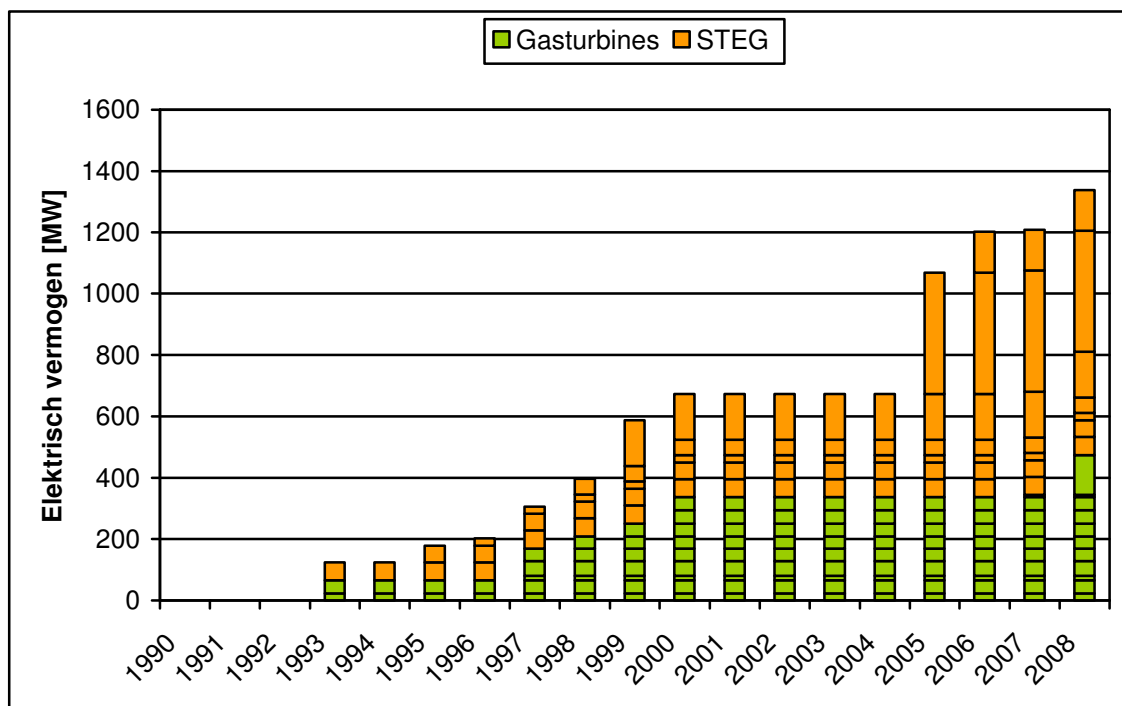
Het segment van de micro-WKK's (vermogen hoogstens 50 kW_e) vinden we nauwelijks in de WKK-inventaris terug. Deze vaststelling wordt wel tegengesproken door de statistieken van de VREG [Xii]. De lijst met de warmtekrachtinstallaties waaraan warmtekrachtcertificaten worden toegekend (situatie 1/7/2009) bevat immers 14 micro-WKK's, nl:

- 12 met motoren met interne verbranding
 - o 2 met een vermogen van 4,7 kW_e;
 - o 3 met een vermogen van 5,3 kW_e;
 - o 4 met een vermogen van 5,5 kW_e;
 - o 1 met een vermogen van 10 kW_e;
 - o 1 met een vermogen van 17 kW_e;
 - o 1 met een vermogen van 50 kW_e;
- 1 stirlingmotor met een vermogen van 5 kW_e;
- 1 stoommachine met een vermogen van 2 kW_e.

Hieruit kunnen we afleiden dat de bevraging, die aan de basis ligt van de WKK-inventaris ligt, niet sluitend is. Bij een stijgend succes in de toekomst van de micro-WKK's zal het naar verwachting des te uitdagender zijn om jaarlijks een representatief beeld van micro-WKK's te schetsen.

2.2.2 Evolutie park aan WKK met (stoom- en) gasturbines

Grafiek 5 toont de uitbreiding van de WKK's met gasturbine of met STEG van 1990 t.e.m. 2008. In deze grafiek stelt elk blokje een specifieke WKK-installatie voor, desgevallend bestaand uit een of meer turbines.



Grafiek 5: Samenstelling park aan WKK's van (stoom- en) gasturbines volgens installatiejaar (1990-2008)

De evolutie van WKK's met gasturbine of STEG is parallel aan deze van WKK's met interne verbrandingsmotoren. Door hun omvang – in 2008 vertegenwoordigen ze 70%

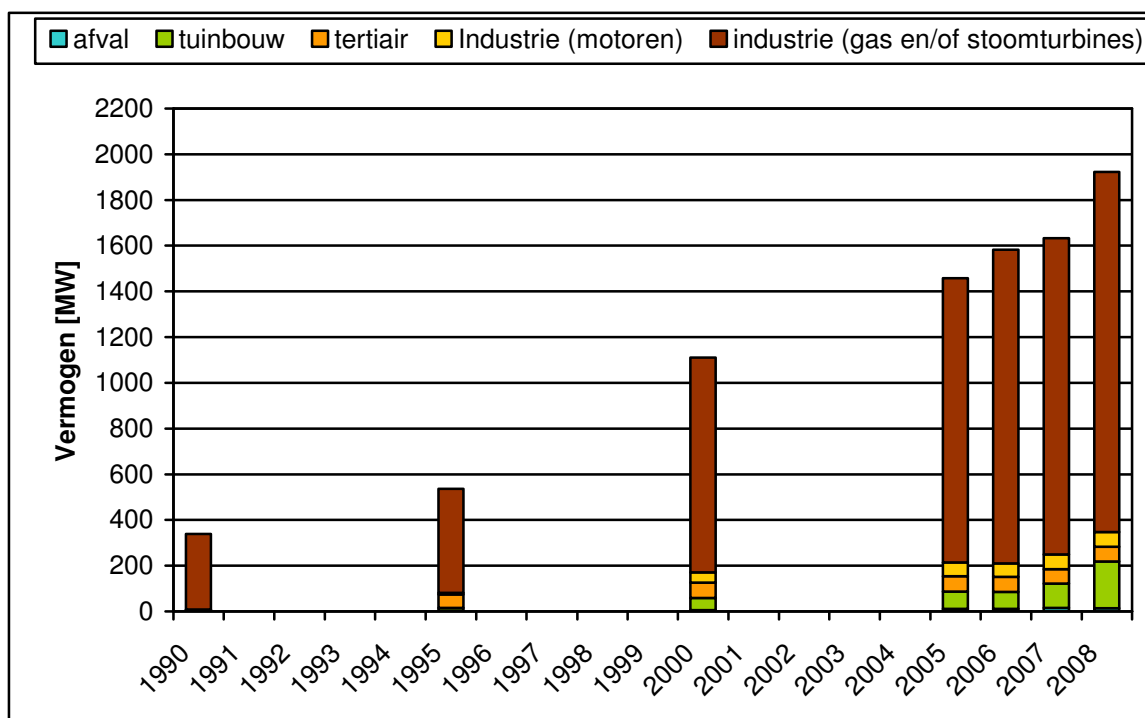
van het geïnstalleerd WKK-vermogen – domineren ze ook de algemene evolutie van het ganse WKK-park in Vlaanderen.

De eerste projecten dateren van 1993. Van dan af t.e.m. 2000, neemt het aantal projecten flink toe; het opgesteld vermogen in 2000 (673 MW_e) is meer dan vervijfvoudigd t.o.v. 1993 (124 MW_e). Het gemiddeld opgesteld vermogen per project bedraagt 48 MW_e, met 149 MW_e als uitschieter.

De groei stagneert volledig tussen 2000 en 2004. Pas in 2005 neemt het WKK-vermogen met turbines weer toe en ook fors: 395 MW_e in een keer. Ook in 2006 en 2008 komt er op twee plaatsen ongeveer 130 MW_e bij. Dat brengt het opgesteld vermogen aan WKK's met gasturbine of STEG eind 2008 op 1338 MW_e.

2.3 Opgesteld vermogen per sector

Grafiek 6 splitst het opgesteld vermogen van het WKK-park uit per sector.



Grafiek 6: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per sector in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2005-2008)

Volgende conclusies zijn eruit te trekken:

- Het valt op dat de toename van WKK's met interne verbrandingsmotoren volledig toe te schrijven is aan de tuinbouw. In 2007 steeg het opgesteld vermogen in deze sector met 33 MW_e tot 106 MW_e. In 2008 kwam daar 99 MW_e bij; dat is een toename die het drievoud bedraagt van deze in 2007. Hierdoor komen we eind 2008 op een totaal geïnstalleerd vermogen van 205 MW_e uit.
- Het opgesteld vermogen in de afvalverwerkende sector, waar biogas van waterzuiveringsinstallaties energetisch gevaloriseerd wordt, is met 14 MW_e nauwelijks zichtbaar op de grafiek.

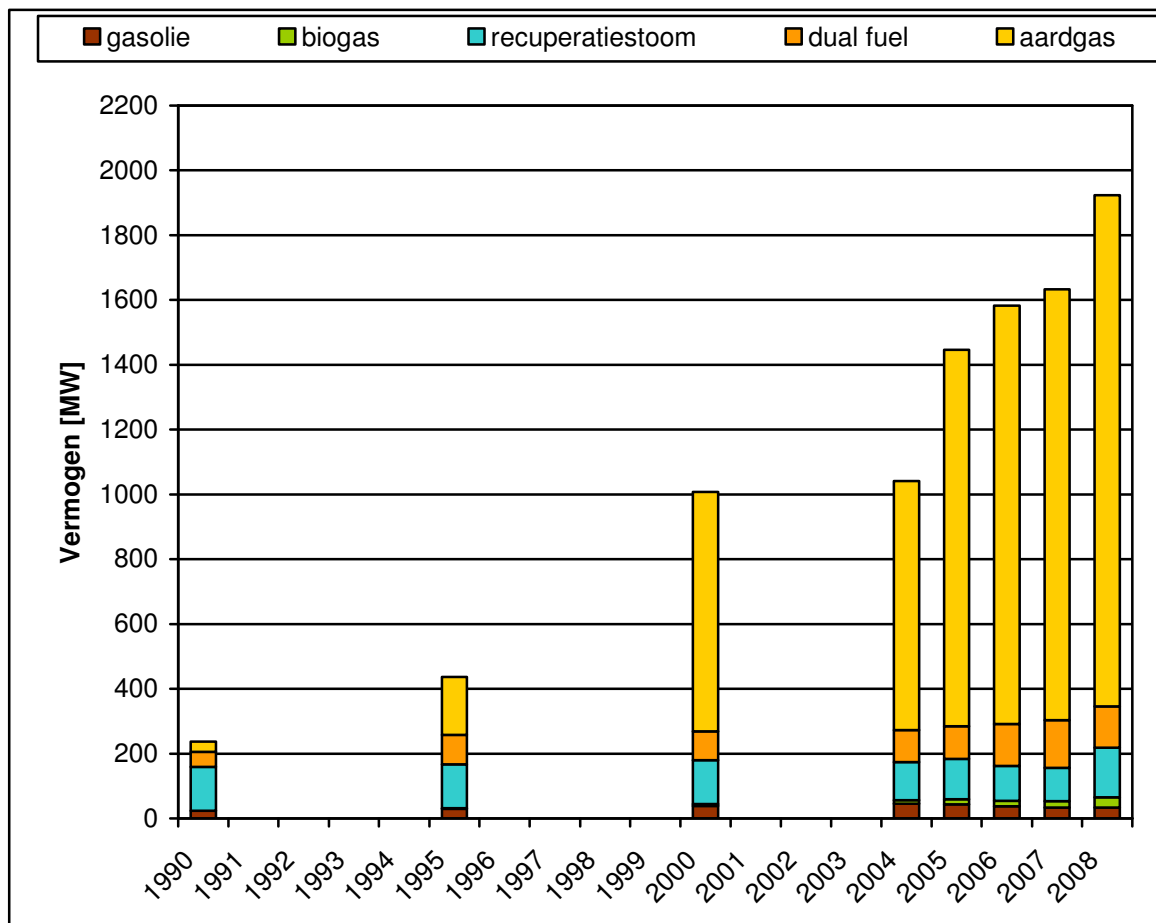
- WKK voor ruimteverwarming stabiliseert op 64 MW_e. De STEG van SPE te Gent, dat een stadsverwarmingsnet voedt, neemt daarin nog het hoofdaandeel, zijnde 54 MW_e.
- Ook bij de industrie stijgt het opgesteld vermogen aan WKK's met interne verbrandingsmotoren nauwelijks (64 MW_e), terwijl het park aan turbines (gasturbines en STEG, cfr. 2.2.2, en stoomturbines) wel uitbreiding kent.

2.4 Opgesteld vermogen per brandstof

In Grafiek 7 is een poging gedaan om het opgesteld vermogen op te splitsen volgens de volgende brandstofsoorten:

- Fossiele gasvormige brandstoffen: aardgas, raffinagegas en waterstof;
- Hernieuwbare gasvormige brandstoffen: biogas en stortgas;
- Vloeibare brandstoffen: fossiel (gasolie) als hernieuwbaar (koolzaad- en palmolie);
- Recuperatiestoom;
- Dual fuel: alle installaties op meer dan een soort brandstof werken.

Deze opsplitsing is gemaakt op basis van de brandstofverbruiken die bij de enquêteering ten behoeve voor de WKK-inventaris werden opgegeven.



Grafiek 7: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per brandstof in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2005-2008)

Uit Grafiek 7 leren we het volgende:

- De uitbreiding van het WKK-park manifesteert zich in hoofdzaak met technologieën werkend op aardgas;
- Het aandeel van WKK-installaties op vloeibare brandstoffen is marginaal en boet verder aan belang in;
- Het aandeel van WKK-installaties op biogas is even marginaal, hoewel deze brandstof in de lift zit;
- Het vermogen van stoomturbines en dual fuel-WKK-installaties is de laatste jaren licht toegenomen.

Een correcter beeld krijgen we als we naar de brandstofinput zelf kijken van de WKK's i.p.v. het vermogen toe te wijzen aan een specifieke brandstof, zie Tabel 2. Hieruit volgt een andere opsplitsing:

- 67% aardgas;
- 26% recuperatiestoom;
- 4% andere, zijnde kolen, hout, slib en afval;
- De overige 3% verdeeld over (bio-)olie, biogas, raffinagegas en waterstof.

Het aandeel van WKK op recuperatiestoom in het totaal opgesteld elektrisch/mechanisch vermogen (Grafiek 7) is lager dan het aandeel in de brandstofinput (Tabel 2) omdat stoomturbines t.o.v. WKK's op gas een lager elektrisch rendement hebben.

Uit Tabel 2 valt ook op dat de brandstofinput in 2008 significant (12%) is gestegen t.o.v. 2007. In het volgend hoofdstuk gaan we daar dieper op in.

Tabel 2: Evolutie brandstofinput van Vlaamse WKK's (2005-2008)

[TJ]	2005		2006		2007		2008	
Aardgas	73,3	67%	77,0	68%	80,4	68%	86,5	67%
Raffinagegas, H ₂	0,4	0%	0,5	0%	0,0	0%	0,4	0%
Biogas	0,7	1%	0,8	1%	0,8	1%	0,9	1%
Olie	2,5	2%	2,1	2%	2,3	2%	1,5	1%
Bio-olie	0,0	0%	0,1	0%	1,4	1%	0,7	1%
Recuperatiestoom	28,2	26%	28,3	25%	27,8	24%	33,3	26%
Andere	4,2	4%	4,7	4%	5,0	4%	5,2	4%
Som	109,4		113,5		117,7		128,5	

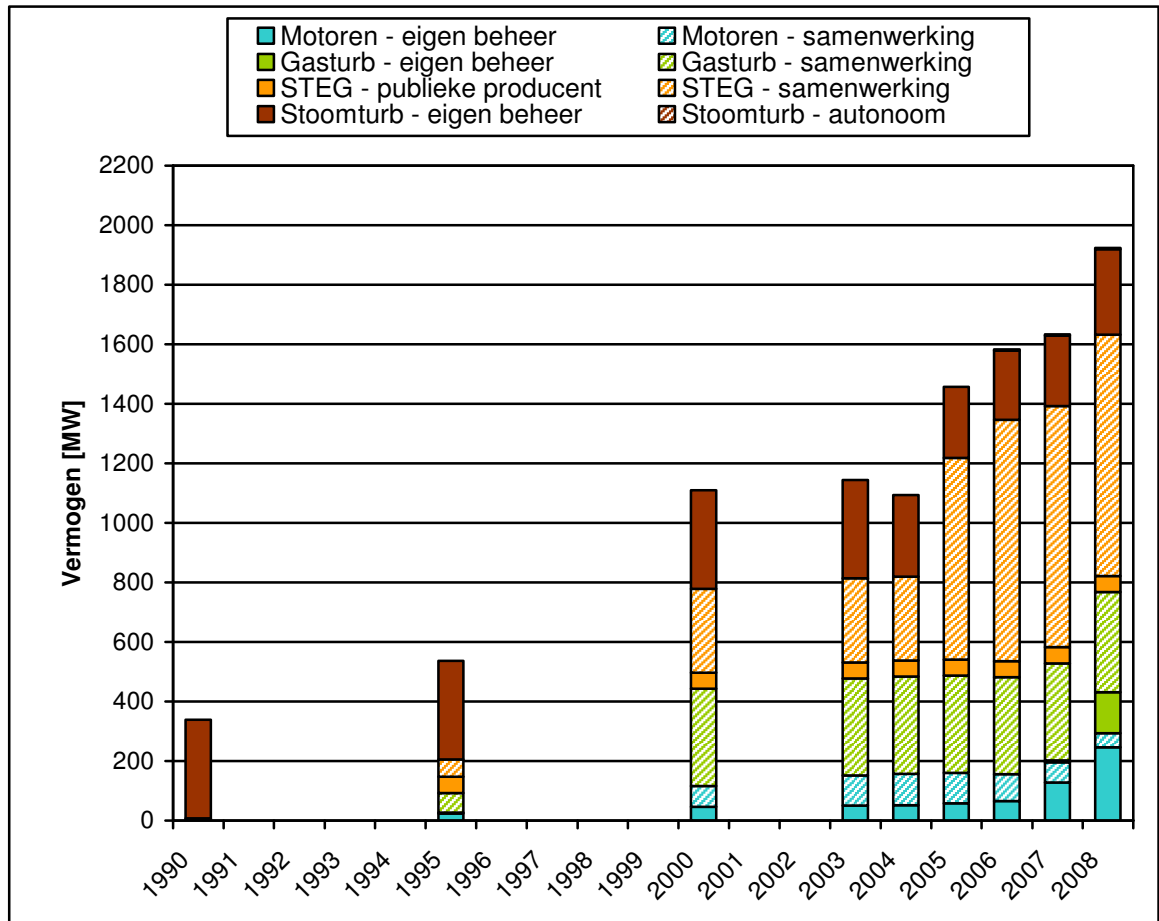
2.5 Opgesteld vermogen per samenwerkingsverband

Grafiek 8 geeft de opsplitsing het elektrisch/mechanisch vermogen per technologie en beheersvorm. Volgende tendenzen komen naar boven:

- Het aantal WKK's met motoren, dat in samenwerking met een elektriciteitsproducent wordt geëxploiteerd, is gedaald, terwijl meer en meer nieuwe of vervangen WKK's met motoren in eigen handen worden genomen. In 2008 wordt slechts nog 47 MW_e in een samenwerkingsverband geëxploiteerd; een opgesteld vermogen dat het tweede jaar op rij daalt met 20 MW_e.
- Tot voor kort werden alle gasturbines uitgebaat in samenwerking met een elektriciteitsproducent. De laatste 2 gasturbines (7 MW_e en 130 MW_e) brengen daar verandering in; deze worden in eigen beheer geëxploiteerd.
- Alle STEG's worden wel nog in samenwerkingsverband uitgebaat, met als enige uitzondering echter de STEG van SPE te Ham, Gent (54,3 MW_e), die als een 'publieke producent' wordt gecatalogeerd.

- Net de omgekeerde situatie voor alle stoomturbines, die allen in eigen beheer worden geëxploiteerd. Ook hier is er een uitzondering: de stoomturbine van de afvalverbrandingsoven IVAGO krijgt de stempel 'autonome producent' mee.

Door de wijzigende situatie bij WKK's met motoren en met gasturbines is het totaal vermogen in eigen beheer gestegen van 372 MW_e in 2007 (23% van het totaal) naar 671 MW_e in 2008 (of 35% van het totaal).



Grafiek 8: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie en beheersvorm in Vlaanderen (1990, 1995, 2000, 2003-2008)

2.6 Opgesteld vermogen per kwalificatie

In de vorige WKK-inventarissen schatte VITO het vermogen dat kwaliteitsvol of certificaatgerechtigd was zelf in. Twee criteria werden hierbij als basis genomen:

1. Richtlijn 2004/8/EG – Bijlage III: Methodologie voor de bepaling van het rendement van het warmtekrachtkoppelingproces [vii]:
 - Dit stelt als eis dat
 - o WKK-installaties met een elektrisch vermogen van 1 MW of lager een besparing van primaire energie opleveren en;
 - o WKK-installaties met een elektrisch vermogen van meer dan 1 MW een besparing van primaire energie van ten minste 10 % opleveren.

- Daarboven op stelt Art. 12 Lid 2 van deze richtlijn nog als eis dat warmtekrachtkoppelingseenheden met een groter elektrisch vermogen dan 25 MW een totale rendement moeten hebben dat hoger is dan 70 %.
2. Besluit van de Vlaamse Regering van 7 juli 2006 [ix]:
- Dit besluit neemt de kwaliteitseisen van Richtlijn 2004/8/EG – Bijlage III over en voegt in Art. 14. § 1. de eis eraan toe dat de installatie voor het eerst in dienst genomen of ingrijpend gewijzigd werd na 1 januari 2002.

Deze berekeningen steunen op een vergelijking tussen de elektrische (of mechanische) en thermische rendementen van de WKK-installatie en van een referentie-installatie. Deze laatste variëren naar gelang de constructiejaar, gebruikte brandstof, warmtetoepassing, klimatologische omstandigheden, netaansluitingsniveau en fractie van de elektriciteit die aan het openbare net wordt geleverd, zoals in het Ministerieel Besluit van 6 oktober 2006 is beschreven [x].

VITO kent niet al deze factoren voor elke individuele installatie en moet die dus inschatten. De instantie, die al deze factoren wel kent, is de VREG. De VREG vraagt er immers de gegevens van op, toch voor elke installatie die aan de kwaliteitstest wordt onderworpen ten einde uit te maken of de specifieke WKK-installatie recht krijgt op WKK-certificaten en dan nog in het bijzonder WKK-certificaten, die voor de inleververplichting bruikbaar zijn.

Jaarlijks publiceert de VREG in haar jaarverslag hoeveel WKK-installaties op basis van hun beslissingen als kwaliteitsvol bestempeld mogen worden en welk vermogen ze vertegenwoordigen [xiii, xiv, xv, xvi]. Ten einde een zo correct mogelijk profiel te schetsen van het WKK-park in Vlaanderen, is het evident om deze gegevens over te nemen.

Naast deze rekenwijze, die gebaseerd is op de relatieve primaire energiebesparing, is er nog een andere waar de specifieke elektrische/mechanische en thermische rendementen een rol spelen. Deze berekening wordt gehanteerd bij de bepaling van het WKK-gedeelte van de totale elektriciteitsproductie uit WKK-installaties. Bijlage II van Richtlijn 2004/8/EG [vii] stipuleert dat alle elektriciteit geproduceerd door:

- STEG's of aftapcondensatiestoomturbines met een totaal rendement van minstens 80% of;
- WKK-installaties van alle andere types met een totaal rendement van minstens 75%

als WKK-elektriciteit wordt aanvaard. Indien het totale rendement onder deze vastgestelde normwaarden uitkomt, moet de WKK-elektriciteit uit de nuttige WKK-warmte worden berekend aan de hand van per technologie vastgelegde warmtekrachtverhoudingen.

VITO voert in opdracht van VEA deze berekeningen uit bij het opmaken van de WKK-statistieken volgens de standaard die Richtlijn 2004/8/EG voorschrijft. Het opgesteld vermogen zal in het tweede deel van dit hoofdstuk opgesplitst worden volgens het totaal rendement (\geq of $<$ 80% voor STEG's en aftapcondensatiestoomturbines; \geq of $<$ 75% voor alle andere technologieën). Dit geeft dan een ander beeld over de 'kwaliteit' van het Vlaamse WKK-park, ook al wijkt het af van de officiële definitie.

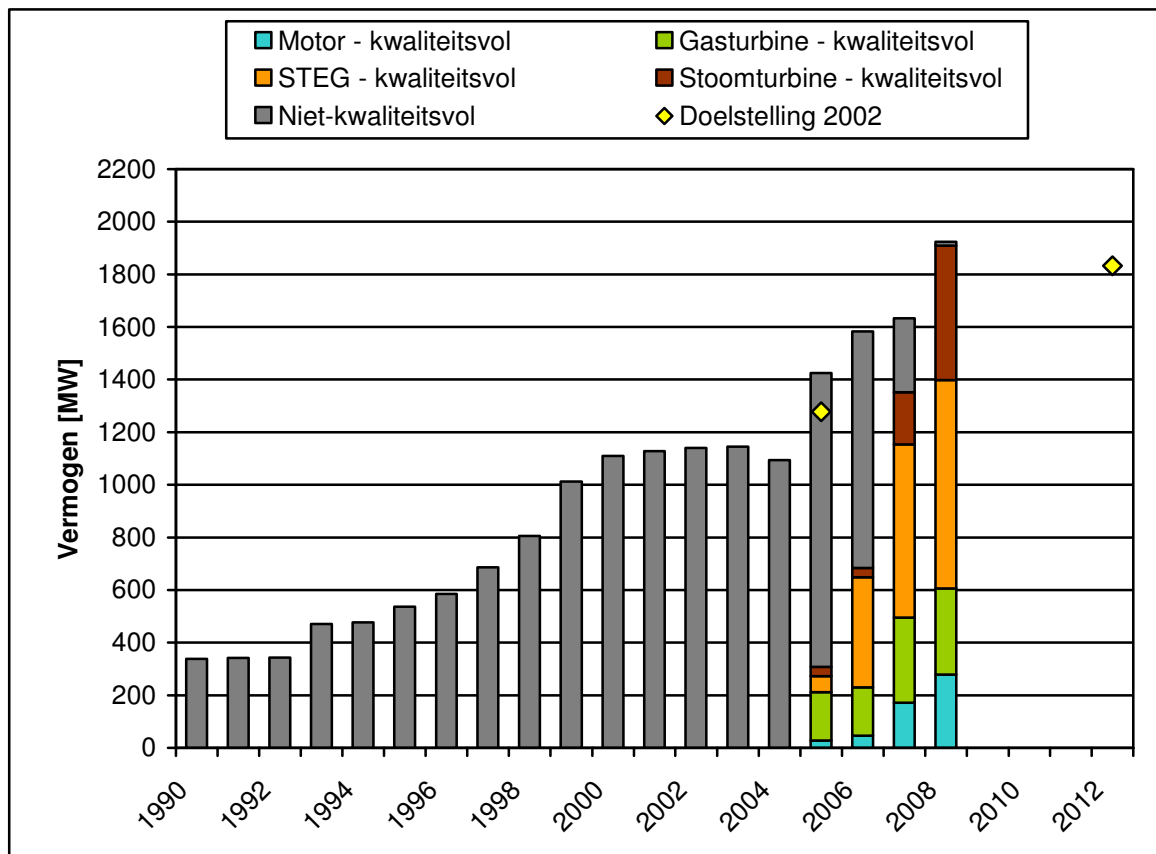
2.6.1 Gebaseerd op relatieve primaire energiebesparing

Tabel 3 geeft een overzicht van het aantal erkenningen als certificategerechtigd, dat de VREG gaf aan WKK-installaties, en het vermogen dat deze installaties vertegenwoordigen. Een van de criteria voor de erkenning is de kwaliteit van de WKK-installatie (de relatieve primaire energiebesparing bedraagt minstens 0% voor

installaties met een elektrisch vermogen tot 1 MW; voor grotere installaties bedraagt de relatieve primaire energiebesparing minstens 10%). Grafiek 9 is er dan de grafische weergave van.

Tabel 3: Aantal door VREG erkende WKK-installaties en hun geïnstalleerd vermogen per technologie dat in aanmerking komt voor Vlaamse warmtekrachtcertificaten (2005-2008)

Elektrisch/mechanisch vermogen / Aantal	2005		2006		2007		2008	
	[MW]	#	[MW]	#	[MW]	#	[MW]	#
Interne verbrandingsmotor	28,270	21	45,986	36	171,050	74	279,151	125
Stirlingmotor					0,003	1	0,003	1
Stoommachine							0,002	1
Gasturbine	184,000	3	184,000	3	323,974	4	326,706	5
STEG	60,030	1	419,030	2	659,030	2	791,930	3
Tegendrukstoomturbine	35,130	3	35,130	3	197,733	4	511,090	7
Aftapcondensatieturbine							73,390	1
TOTAAL Kwaliteitsvol	307,430	28	684,146	44	1351,790	85	1982,272	143
Certificaatgerechtigd	75,400	25	452,116	41		81		139



Grafiek 9: Evolutie elektrisch + mechanisch WKK-vermogen in Vlaanderen dat volgens de VREG in aanmerking komt voor de certificatenverplichting (1990-2008)

Vooraf uit Grafiek 9 blijkt duidelijk dat het aandeel installaties, die als kwaliteitsvol bestempeld mag worden, pijlsnel stijgt. Ze wekt zelf de illusie dat nagenoeg 100% van het Vlaamse WKK-park aan deze eis voldoet. Voorzichtigheid is echter geboden. Wanneer we de cijfers van Tabel 3 vergelijken met de totaal opgestelde vermogens, weergegeven door Tabel 1, merken we een significant verschil in de vermogens aan

stoomturbines. De VREG komt uit op een totaal geïnstalleerd kwaliteitsvol vermogen van 584 MW, terwijl uit de WKK-inventaris slechts 291 MW naar boven komt. Een diepgaander analyse ter verklaring van dit verschil gaf geen uitsluitsel over de precieze oorzaak.

Het is daarom aangewezen om enkel te kijken naar WKK's met motoren, gasturbines en STEGs. Van deze groep van WKK-installaties bedraagt het opgesteld vermogen 1632 MW, waarvan 1398 MW of 86% als certificaatgerechtigd is erkend.

Erkenning als kwaliteitsvol of certificaatgerechtigd betekent nog niet dat de certificaten ook inwisselbaar zijn voor de inleververplichting van de elektriciteitsleveranciers. Hiertoe moet de installaties ook na 1/1/2002 in dienst zijn genomen of ingrijpend gewijzigd. In 2005 behoorden 3 installaties tot deze categorie, samen goed voor 232 MW_e. Hun aantal steeg in 2007 en 2008, maar uit de jaarverslagen van de VREG is niet op te maken welk vermogen ze vertegenwoordigen.

Grafiek 9 vergelijkt ook het opgesteld kwaliteitsvol WKK-vermogen met de doelstelling uit het Klimaatbeleidsplan van 2002 [iv]. Door de stagnatie in 2000-2004 werd de intermediaire doelstelling van 1278 MW_e kwaliteits-WKK niet gehaald. De finale doelstelling, die ondertussen werd verlaten, om tegen 2012 in Vlaanderen 1832 MW_e kwaliteitsvol WKK te hebben, zou reeds in 2008 zijn bereikt.

Dus, als conclusie kunnen we stellen dat:

- We enkel over WKK's met motoren of gasturbines en STEG's een duidelijk beeld hebben van de kwaliteit van de installaties omdat de cijfers over vermogen aan stoomturbines van de VREG en de WKK-inventaris niet overeenstemmen;
- 1398 MW_e of 86% van het totale vermogen van deze installaties door de VREG als certificaatgerechtigd is erkend;
- daarvan minstens 232 MW_e wel als kwalitatief wordt bestempeld, maar geen certificaten krijgt die inwisselbaar zijn voor de inleververplichting omdat ze voor 1/1/2002 in dienst werden genomen of ingrijpend werden gewijzigd.

2.6.2 Gebaseerd op totale rendementen

Grafiek 10 geeft per technologie aan welk vermogen op jaarbasis een totaal rendement (elektriciteits- en warmteproductie samen t.o.v. de brandstofinput) haalt van minstens 80% voor STEG's en aftapcondensatiestoomturbines en 75% voor alle andere technologieën. Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk beschreven, is dit een stap in de geijkte rekenwijze voor de berekening van WKK-elektriciteit uit WKK-installaties.

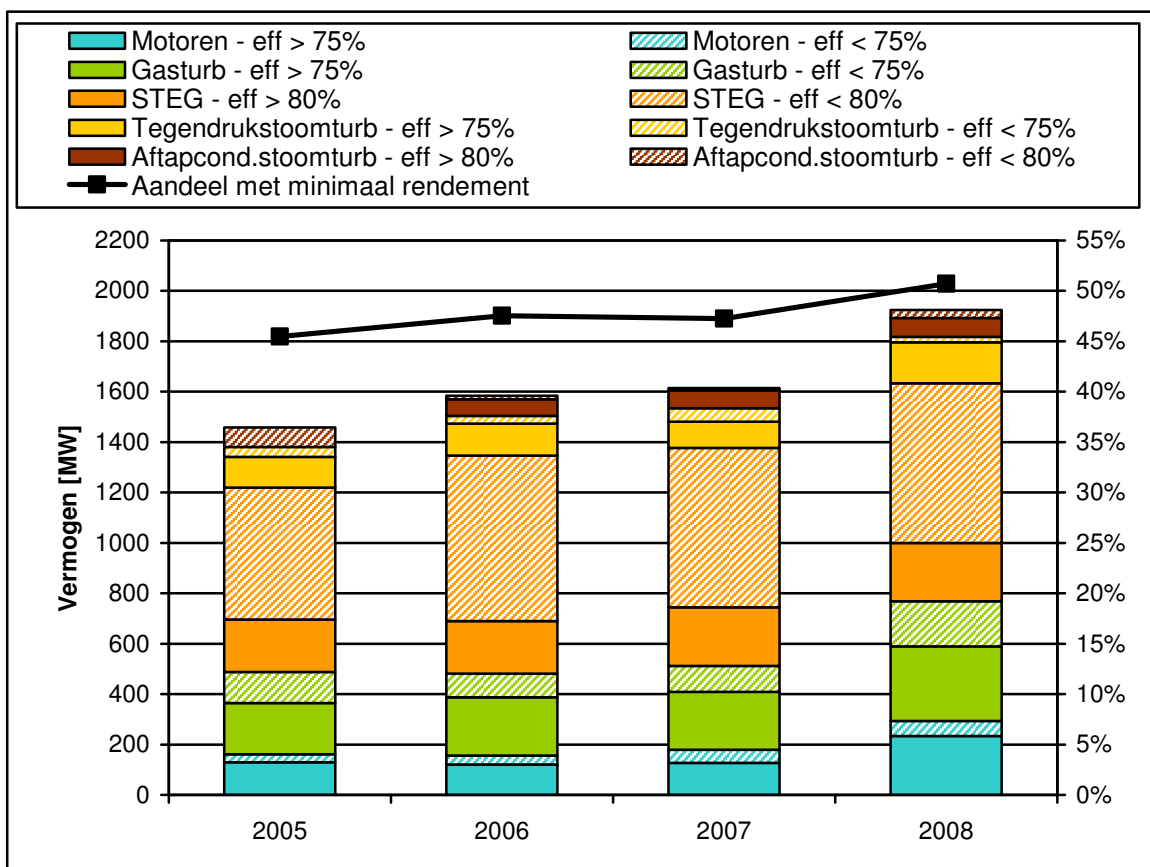
Het is een andere manier om naar de kwaliteit van installaties te kijken. De kwaliteitsbepaling, die de VREG uitvoert en in het bovenstaande punt 2.6.1 beschreven wordt, is eerder een momentopname. Deze methode kijkt naar de prestaties die door de respectievelijke WKK-installaties elk jaar opnieuw worden neergezet. Een installatie kan dan wel bij de aanvraag als certificaatgerechtigd zijn aanvaard, toch is het mogelijk dat het totale rendement op jaarbasis varieert en het ene jaar wel boven het vereiste minimum uitkomt en het andere jaar weer niet.

Grafiek 10 laat dit ook zien, vooral bij de gasturbines, STEGs en tegendrukstoomturbines. Globaal heeft in 2008 50% van het geïnstalleerd vermogen een totaal rendement dat hoger is dan het minimum. Dat aandeel is gestegen van 47,5% in 2006-2007 en van 45% in 2005.

Er zijn wel grote verschillen tussen de technologieën:

- Bij motoren heeft 80% een totaal rendement dat hoger is dan 75%;
- Bij gasturbines varieert dit tussen de 62 en 71%;
- Ongeveer een kwart van de STEG haalt meer dan 80% nuttige energie uit de brandstof, een cijfer dat van jaar tot jaar slechts licht schommelt;
- Bij tegendrukstoomturbines is het heel wisselend: van 75% in 2005 naar 80% in 2006, weer naar 66% in 2007 en dan naar 88% in 2008;
- In 2005 had geen enkel aftapcondensatiestoomturbine een totaal rendement hoger dan 80%, in 2006-2008 varieert dat aandeel van het geïnstalleerd elektrisch/mechanisch vermogen tussen 70 en 88%.

Gemiddeld over het ganse WKK-park in Vlaanderen bedraagt het totale rendement toch wel 80%, een cijfer dat van 2005 tot 2008 weinig veranderde. Volgend hoofdstuk gaat hier dieper op in.



Grafiek 10: Evolutie opgesteld elektrisch + mechanisch WKK-vermogen per technologie met totaal rendement boven 75% of 80% in Vlaanderen (2005-2008)

HOOFDSTUK 3 ANALYSE DOOR WKK GEPRODUCEERDE NUTTIGE ENERGIE

Bij de analyse van het opgesteld vermogen per brandstof (Tabel 2) konden we al opmaken dat alle WKK's in Vlaanderen in 2008 in totaal 128,5 PJ brandstof en recuperatiestoom verbruikten. In dit hoofdstuk gaan we na hoeveel warmte en kracht de WKK-installaties hieruit genereerden; hoe die hoeveelheid op te splitsen is over het soort warmte en kracht, welke de verschillen zijn per type installatie en per kwalificatie. Ook gaan we na hoeveel WKK-elektriciteit en -warmte als hernieuwbaar bestempeld mag worden.

Deze analyse wordt uitgevoerd voor de jaren 2005, 2006, 2007 en 2008. Van de vorige jaren zijn geen betrouwbare cijfers beschikbaar om eenzelfde analyse uit te voeren.

3.1 Door WKK geproduceerde nuttige energie per soort

In 2008 produceerden alle WKK-installaties gezamenlijk 104,2 PJ nuttige energie. Deze hoeveelheid is 11% hoger dan in 2007; het is ook het eerste jaar dat de kaap van 100 PJ overschreden werd.

Tabel 4, alsook Grafiek 11, splitst deze hoeveelheid geproduceerde nuttige energie op in:

- Warm water
- Stoom
- Elektriciteit
- Kracht: zijnde de directe aandrijving van machines.

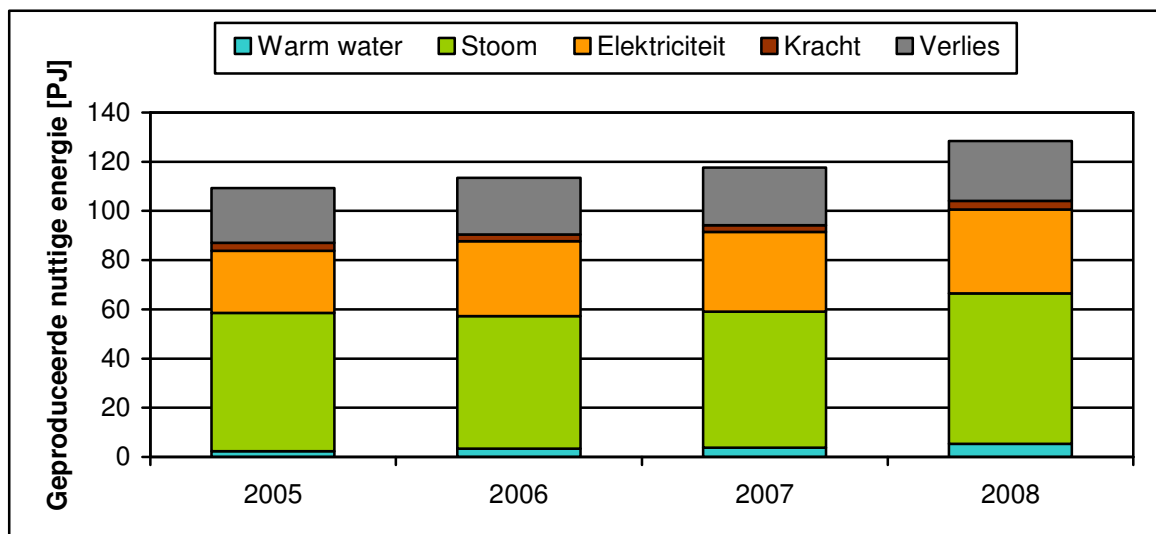
We kunnen er volgende conclusies uit trekken:

- Bijna de 60% van de nuttige warmte wordt geleverd in de vorm van stoom. Hoewel alle WKK-installaties in 2008 10% meer stoom produceerden dan in 2007, merken we toch dat het aandeel van stoom van 2005 t.e.m. 2008 daalt.
- De tweede belangrijkste energievorm is elektriciteit, goed voor ongeveer een derde van de nuttige output. Van 2005 t.e.m. 2007 wisten de WKK-installaties telkens meer elektriciteit te produceren per eenheid brandstof. In 2008 volgt een ommekeer en daalt het aandeel elektriciteit van 34% naar 33%.
- De geproduceerde hoeveelheid warm water daarentegen stijgt jaar op jaar, hoewel deze vorm slechts 5% van de totale hoeveelheid nuttige energie vertegenwoordigt. In 2008 was deze hoeveelheid met 1,7 PJ of 45% toegenomen t.o.v. 2007. De uitgesproken toename van WKK-installaties met motoren ligt hier aan de basis van; volgende punt gaat hier dieper op in.
- Ook de hoeveelheid kracht of mechanische energie is significant gestegen in lijn met de uitbreiding van de WKK-installaties met stoomturbine.
- Ten slotte merken we op dat het gemiddelde totaalrendement van de WKK-installaties hoog is: 81%. Deze is vrij constant over de jaren 2005-2007 om in 2008 met ongeveer 1% te verbeteren.

Tabel 4: Evolutie output nuttige energie per soort van Vlaamse WKK's (2005-2008)

[PJ]	2005		2006		2007		2008	
In	109,4		113,5		117,7		128,5	
Warm water	2,3	2,7%	3,3	3,7%	3,7	3,9%	5,4	5,2%
Stoom	56,2	64,6%	53,9	59,6%	55,4	58,8%	61,1	58,6%
Elektriciteit	25,2	29,0%	30,4	33,6%	32,3	34,3%	34,2	32,8%
Kracht	3,3	3,8%	2,8	3,1%	2,8	2,9%	3,6	3,4%
Som (°)	87,0	100,0%	90,4	100,0%	94,2	100,0%	104,2	100,0%
Verlies (*)	22,3	20,4%	23,0	20,3%	23,5	20,0%	24,3	18,9%

(°): Aandelen warm water, stoom, elektriciteit en kracht: t.o.v. totaal nuttige output - (*): Verhouding verlies: t.o.v. input.



Grafiek 11: Evolutie output nuttige energie per soort van Vlaamse WKK's (2005-2008)

Met de gegevens uit Tabel 4 kunnen we nagaan of 19% van de leveringen ingevuld wordt door WKK-stroom, zoals de vorige regering zich tot doel stelde, zie Tabel 5.

Allereerst valt op dat de leveringen via het net jaar op jaar dalen; dit dankzij inspanningen inzake energie-efficiëntie en -besparingen, maar ook ten gevolge het succes van decentrale elektriciteitsproductie. Deze laatste maakt elektriciteit op de plaats waar ze wordt verbruikt, waardoor er minder elektriciteit via het net aangevoerd moet worden. Om die reden ook maakt Tabel 5 de verhouding tussen de hoeveelheid opgewekte WKK-stroom en de hoeveelheid elektriciteit geleverd, zonder zich af te vragen of die WKK-stroom ook effectief over het net werd geleverd.

Uit de tabel blijkt alvast dat deze doelstelling voor 2010 reeds in 2008 wordt gehaald.

Tabel 5: Toetsing van de WKK-doelstelling van Regering Leterme-Peeters I

	2005	2006	2007	2008
Elektriciteitsleveringen [TWh]	49,074	48,873	48,373	48,07 (°)
WKK-stroom [TWh]	7,01	8,45	8,98	9,49
WKK-stroom / Leveringen [%]	14,3%	17,3%	18,6%	19,7%

(°): inschatting door middel van lineaire extrapolatie van de leveringen van 2005-2007

3.2 Door WKK geproduceerde nuttige energie per technologie

Tabel 6 geeft een overzicht van de hoeveelheid nuttige energie die de WKK-installaties in Vlaanderen in 2008 produceerden. In deze tabel zijn de gegevens van elektriciteits- en krachtproductie, alsook van warm water- en stoomproductie, gesommeerd, om zo de betrouwbaarheid van de installatiespecifieke gegevens te vrijwaren.

Tabel 6: Productie van elektriciteit/kracht en warmte per WKK-technologie (2008)

	Motoren	Gas-turbines	STEG	Stoom-turbines – netgekoppeld	Stoom-turbines – directe aandrijving
Productie Elektriciteit/kracht [PJ]	3,59	7,91	20,54	2,13	3,55
Elektr./mech. efficiëntie [%]	37,8%	34,5%	42,5%	11,3%	11,0%
Productie Warmte [PJ]	4,69	11,82	12,98	13,67	23,28
Thermische efficiëntie [%]	49,4%	51,6%	26,9%	72,6%	72,2%
Totale efficiëntie [%]	87,3%	86,1%	69,4%	84,0%	83,2%
Gemiddelde vollasttijd [h/a]	3400	4630	6600	3730	7430

Een tiende van de WKK-elektriciteit wordt door *WKK-installaties met motoren* (met inwendige verbranding) geproduceerd. Gemiddeld gezien hebben ze ook een hoog totaal rendement, nl. 87%. Dit rendement is ook significant gestegen t.o.v. vorige jaren toen het schommelde tussen 80 – 82%. Enerzijds is het elektrisch rendement met 3% gestegen van 35% naar 38%; anderzijds is het thermisch rendement met 4% toegenomen.

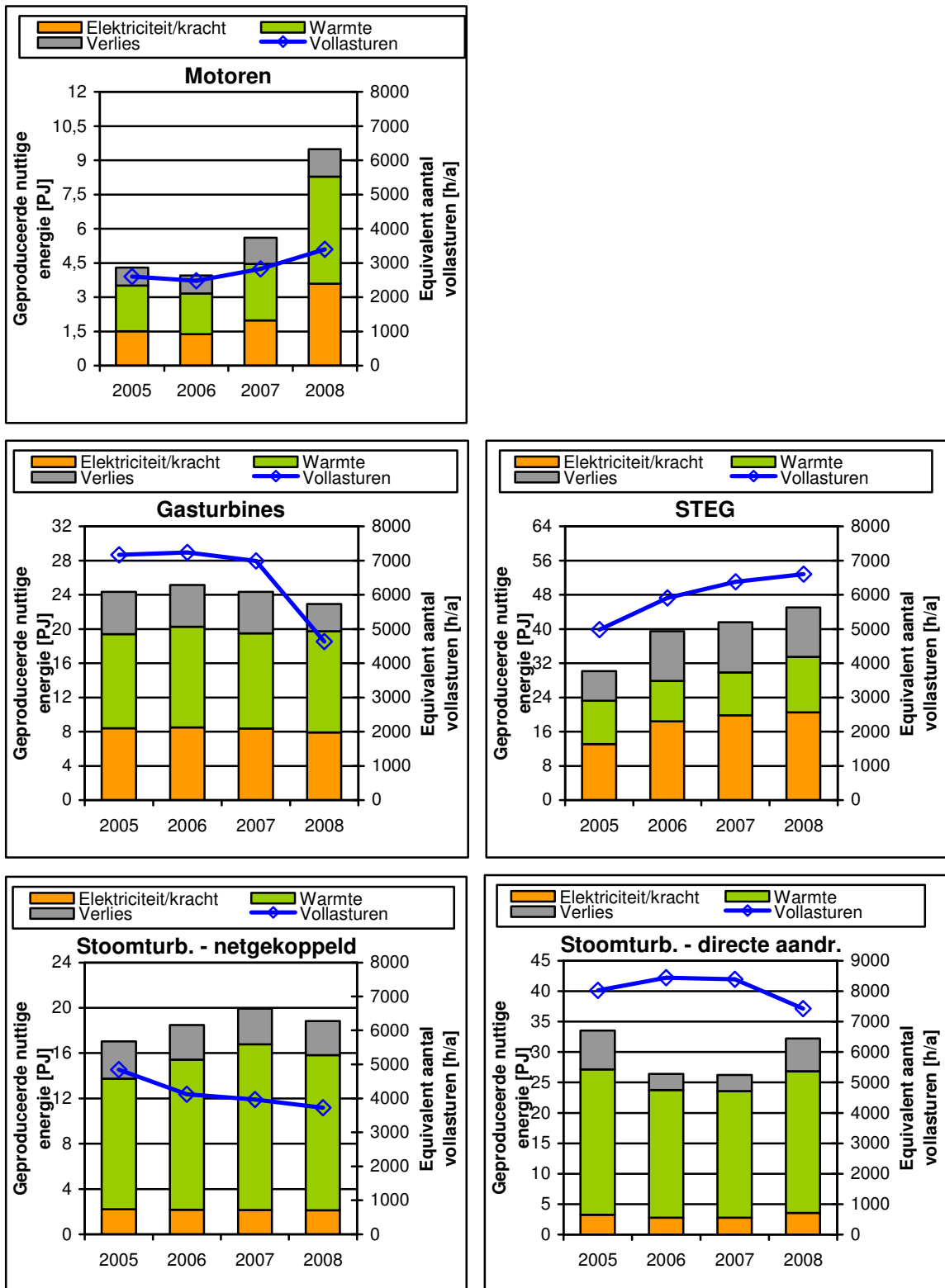
Aan de stijging van het elektrisch rendement ligt de ver doorgedreven verjonging, die zich in dit WKK-segment heeft afgespeeld – zie 2.2.1 – , er aan de basis van. De reden voor de toename van het thermisch rendement moet gezocht worden in de uitbreiding van dit type WKK's in de tuinbouw – zie 2.3. In de tuinbouw is het gebruikelijk om de rookgassen na reiniging in de serres te blazen zodat de planten de CO₂ eruit kunnen benutten om te groeien. In dit geval wordt de nuttige warmte met 10% verhoogd. Daarenboven wordt de energie, die de waterdamp in de rookgassen bij condensatie aan de productieruimte afstaat als nuttig warmte erkend [XVII].

WKK-installaties met een gasturbine hebben een totaal rendement dat dit van WKK's met motoren evenaart. Ook daar is een gelijkaardige stijging in 2008 t.o.v. 2005-2007 (gemiddeld totaal rendement toen 80%). De toename manifesteert zich uitsluitend aan de thermische kant, terwijl de elektrische efficiëntie min of meer constant blijft of 35%. Dat is eigenlijk een vertekening van de situatie, want de cijfers van 2008 worden fel beïnvloed door de nieuwe installatie die in 2008 in dienst werd genomen en die in dat jaar nog niet op volle krachten heeft gedraaid. Daarom ook dat het aantal equivalente draaiuren een duik neemt naar 4630 h/jaar, daar waar het de vorige jaren 7000 à 7200 h/jaar bedroeg, zie Grafiek 12 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**

WKK's met gasturbines stonden in 2008 in voor 21% van totale hoeveelheid WKK-elektriciteit en 18% van de totale hoeveelheid nuttige WKK-warmte.

De grootste bijdrage aan de totale hoeveelheid WKK-elektriciteit wordt geleverd door *STEG's*, nl. 54%. Hun aandeel in de totale productie van nuttige WKK-warmte is daarentegen bescheidener: 20%. Een STEG is en blijft immers een technologie om zoveel mogelijk elektriciteit uit brandstof te puren. Als keerzijde hebben STEG's t.o.v. de andere WKK-technologieën wel het laagste totaal rendement, nl. 74%. Dat totaal rendement is een verbetering t.o.v. het rendement in 2006 (70%) en 2007 (72%).

De gemiddelde vollasttijd voor STEG's bedroeg in 2008 ongeveer 6600 uur, wat voor het derde jaar op rij significant is gestegen.



Grafiek 12: Productie van elektriciteit/kracht en warmte per WKK-technologie en aantal equivalente vollasturen (2005-2008)

In tegenstelling tot STEG's hebben *stoomturbines* juist een laag elektrisch rendement; deze bedraagt ongeveer 11%. Hun hoog thermisch rendement compenseert dit dan weer, waardoor ze een totaal rendement halen van 83-84%. Er is weinig verschil in rendement tussen WKK-installaties met stoomturbines die netgekoppeld zijn of die directe mechanische energie leveren. Ze verschillen wel qua vollasttijd: netgekoppelde WKK's hebben een gemiddelde vollasttijd die ongeveer de helft bedraagt van deze van WKK's met directe aandrijving. De vollasttijd van het eerste type is ook jaar op jaar gedaald. De gemiddelde vollasttijd van WKK's met directe aandrijving is vooral in 2008 significant gedaald t.o.v. in 2006-2007. Toen bedroeg die ongeveer 8400 uur per jaar.

3.3 Door WKK geproduceerde nuttige energie per kwalificatie

Bij de analyse van het opgesteld WKK-vermogen per kwalificatie (zie 2.6) werden twee verschillende parameters als basis genomen; enerzijds de relatieve primaire energiebesparing, anderzijds het totale rendement. De eerste parameter laat toe te bepalen of een WKK-installatie kwaliteitsvol is; de tweede parameter komt tussen in de bepaling van de WKK-elektriciteit volgens Europese maatstaven. Bij de bepaling van de door WKK geproduceerde nuttige energie per kwalificatie beperken we ons hier tot de rekenwijze met het totale rendement als basis, enkel toegepast op elektriciteit.

Zoals in 2.6 reeds is aangegeven mag volgens Bijlage II van Richtlijn 2004/8/EG [vii] alle elektriciteit geproduceerd door:

- STEG's of aftapcondensatiestoomturbines met een totaal rendement van minstens 80% of;
- WKK-installaties van alle andere types met een totaal rendement van minstens 75%

als WKK-elektriciteit wordt aanvaard. Voor installaties met een lager totaal rendement moet de WKK-elektriciteit uit de nuttige WKK-warmte worden berekend aan de hand van per technologie vastgelegde warmtekrachtverhoudingen. Deze bedragen voor:

- WKK's met een interne verbrandingsmotor: 0,75
- WKK's met gasturbine: 0,55
- STEG's: 0,95
- WKK's met stoomturbines: 0,45

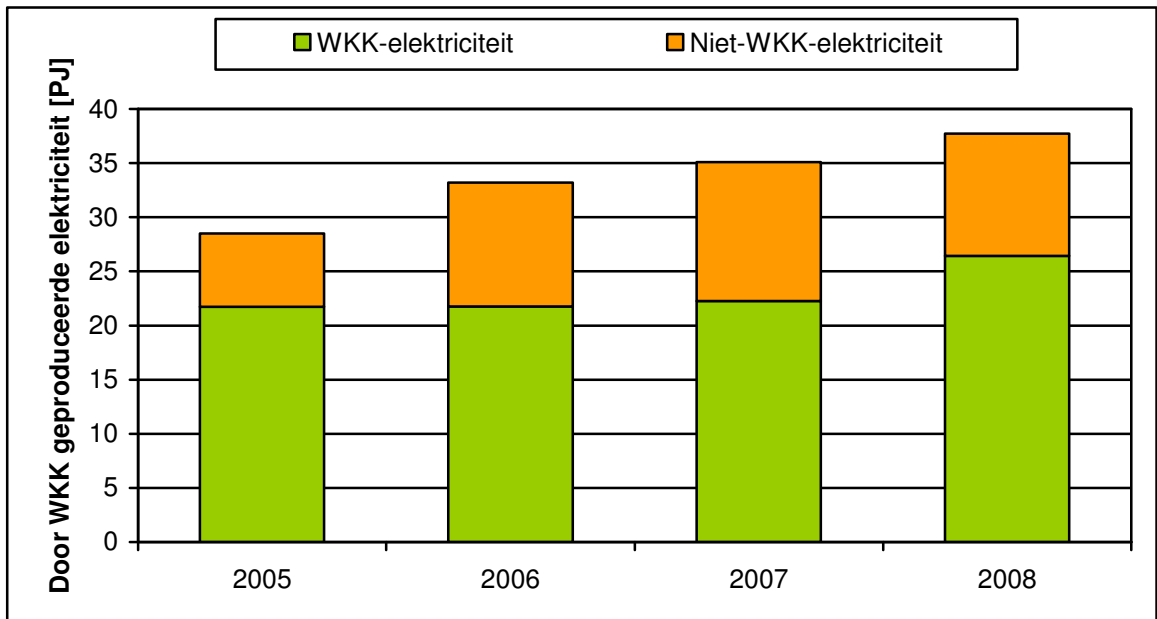
Toepassing van deze criteria en warmtekrachtverhoudingen levert een opsplitsing op tussen WKK- en niet-WKK-elektriciteit, zoals door Grafiek 13 wordt gegeven.

Uit deze grafiek blijkt dat de WKK-elektriciteit in 2005-2007 ongeveer constant bleef op 21,7 – 22,2 PJ om dan in 2008 te stijgen tot 26,4 PJ. De hoeveelheid niet-WKK-elektriciteit steeg van 6,7 PJ in 2005 naar 11,4 PJ in 2006 om van dan af ongeveer stabiel te blijven.

3.4 Door WKK geproduceerde hernieuwbare energie

Een deel van de nuttige energie, die WKK's produceren, is hernieuwbaar. Voor de opvolging van beleidsdoelstellingen inzake WKK en hernieuwbare energie is het belangrijk om dit deel te kennen teneinde dubbeltellingen te vermijden.

Dat is hier ingeschat op basis de brandstofinput voor de jaren 2006, 2007 en 2008. Tabel 7 geeft het resultaat.



Grafiek 13: Opsplitsing in WKK- en niet-WKK-electriciteit (2005-2008)

Tabel 7: Hernieuwbare WKK-electriciteit en -warmte (2006-2008)

[TJ]	2006	2007	2008
Hernieuwbare WKK-electriciteit [TJ]	987	740	820
Hernieuwbare WKK-warmte [TJ]	3560	2693	2143
Aandeel in totale nuttige WKK-energie [%]	5,0%	3,6%	2,8%

Het valt op dat de hoeveelheid WKK-electriciteit niet uitgesproken stijgt, terwijl we bij de analyse van het opgesteld vermogen per brandstof in 2.4 nog tot de vaststelling kwamen dat het geïnstalleerd vermogen op biogas stijgt. De hoeveelheid hernieuwbare WKK-warmte daalt is zelfs het tweede jaar op rij met 20 à 25% gedaald. Hierdoor is het aandeel hernieuwbare nuttige WKK-energie t.o.v. de totale hoeveelheid nuttige WKK-energie nagenoeg gehalveerd van 5,0% in 2006 naar 2,8% in 2008.

De hoeveelheid hernieuwbare WKK-warmte is ongeveer het drie- à viervoud van de hoeveelheid hernieuwbare WKK-electriciteit omdat een specifieke stoomturbine (op hernieuwbare brandstof) het leeuwenaandeel van de hernieuwbare WKK-energie levert.

HOOFDSTUK 4 ANALYSE VAN (RELATIEVE) PRIMAIRE ENERGIEBESPARING

4.1 Keuze van de referentierendementen voor bepaling van (relatieve) primaire energiebesparing

Om te kunnen inschatten hoeveel primaire energie een warmtekrachtkoppelingsinstallatie bespaart, moet eerst bepaald worden met welk referentierendement diezelfde hoeveelheid elektriciteit en warmte in gescheiden opwekkingsmodus gegenereerd zou worden. De WKK-inventarisen 2005-2006-2007 namen hierbij drie sets van referentierendementen in rekening:

1. de referentierendementen, zoals vastgelegd in Art. 10 §7 en §8 van het WKK-besluit [ix] (*"Primaire energiebesparing op basis van Vlaamse referentierendementen"*);
2. diezelfde referentierendementen voor WKK's met motoren, gasturbines en STEGs, maar voor de stoomturbines aannemend dat de stoom werd opgewerkt in een ketel met een rendement van 85% (*"Primaire energiebesparing op basis van Vlaamse referentierendementen met fictief stoomopwekkingsrendement"*);
3. de referentierendementen, zoals vastgelegd in het Ministerieel Besluit van 6 oktober 2006 [x] (*"Primaire energiebesparing op basis van Europese referentierendementen"*).

Deze berekening werd dan ook nog eens twee keer uitgevoerd; eenmaal voor alle WKK-installaties en een tweede keer voor enkel de kwaliteitsvolle WKK-installaties. Dat leverde in totaal zes inschattingen op voor de (relatieve) primaire energiebesparing of warmtekrachtbesparing (WKB).

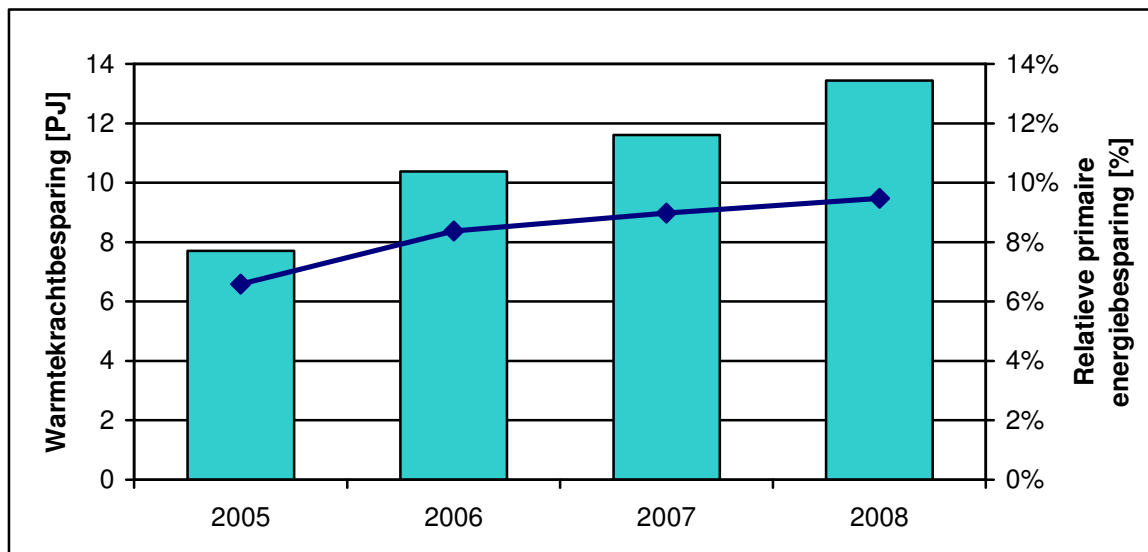
Voor de inschatting van de (relatieve) primaire energiebesparing voor deze editie van de WKK-inventaris kreeg VITO echter inzage in de inschatting, die de VREG uitvoert voor de bepaling van het aantal uit te reiken WKK-certificaten. Hierbij hanteert de VREG de tweede van de drie hierboven vermelde sets van referentierendementen.

Teneinde conform te zijn met de uitvoering van het huidig WKK-beleid, weerhoudt de WKK-inventaris 2009 bijgevolg enkel deze set van referentierendementen. Dit levert een eenduidige reeks op, wat toelaat conclusies te trekken i.v.m. de tendenzen.

4.2 Evolutie van de globale (relatieve) primaire energiebesparing

Grafiek 14 toont de warmtekrachtbesparing (WKB) en de relatieve primaire energiebesparing per jaar tussen 2005 en 2008 in Vlaanderen, door VITO ingeschat zonder gebruik te maken van de VREG-gegevens.

Het valt onmiddellijk op dat de stijgende trend van 2005-2007 in 2008 doorgezet wordt.



Grafiek 14: Totale warmtekrachtbesparing per jaar in Vlaanderen (2005-2008)

De globale primaire energiebesparing uit Grafiek 14 wordt in Tabel 8 en Grafiek 15 verder opgebroken per technologie. Mee komen tendenzen naar boven die we reeds in punt 3.2 tegenkwamen en dan zeer specifiek bij de bespreking van de totaalrendementen. Het totaalrendement en de relatieve primaire energiebesparing staan immers in relatie tot elkaar.

Specifiek per technologie komt het volgende tot uiting:

- De warmtekrachtbesparing van WKK's met interne verbrandingsmotor neemt sterk toe. Ook de relatieve primaire energiebesparing steeg significant en blijft daarmee de hoogste van alle WKK-technologieën. Zowel van 2007 naar 2008 verdubbelde de warmtekrachtbesparing. Deze stijging is te wijten aan de toename van het WKK-vermogen met motoren, in Vlaanderen gedurende 2007 en 2008.
- De (relatieve) primaire energiebesparing van WKK-installaties met gasturbines kent van 2005 tot 2007 een stabiel verloop, waarna dit in 2008 een plotse stijging vertoont.
- STEG's kenden een terugval van (relatieve) primaire energiebesparing van 2005 naar 2006, maar van 2006-2008 is een stijgende trend merkbaar.
- Voor netgekoppelde stoomturbines blijft de (relatieve) energiebesparing binnen bepaalde grenzen constant.
- Het blijkt vooral de stoomturbines met directe aandrijving te zijn die de globale (relatieve) primaire energiebesparing drukken.

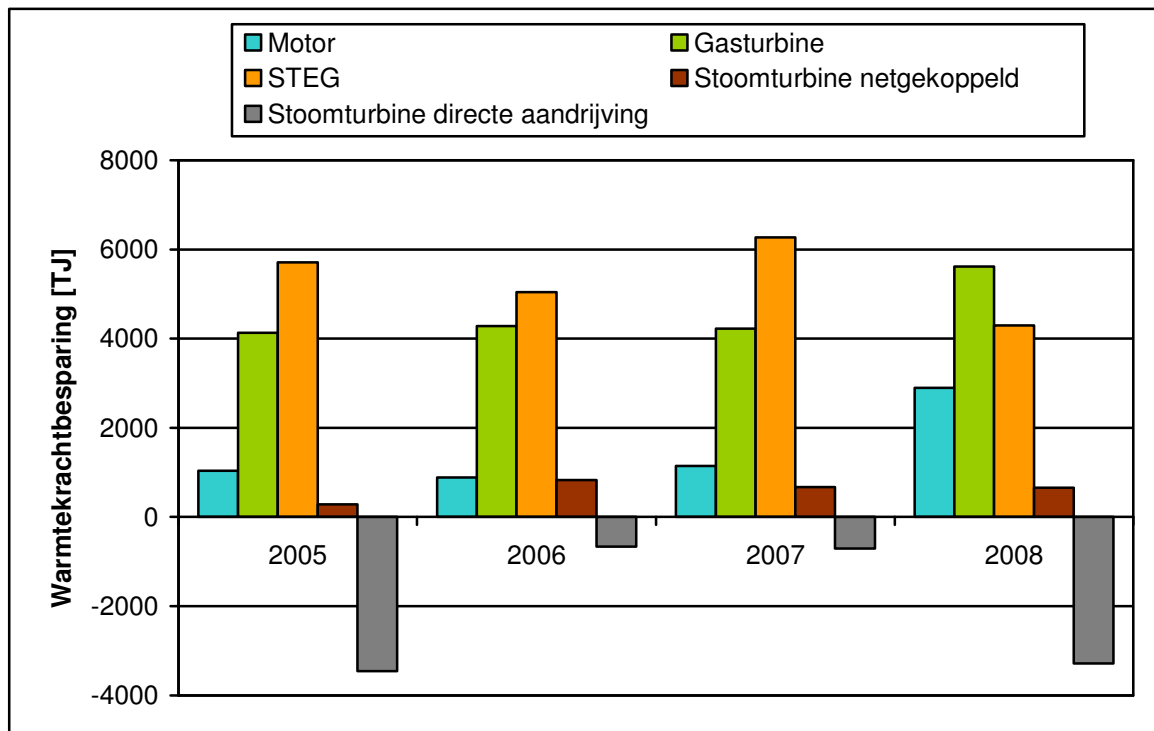
In 2008 werden een aantal stoomturbines vervangen, alsook een aantal nieuwe bij geplaatst. Dit (ver)nieuw(d) vermogen maakt twee derde uit van het totaal opgesteld vermogen aan dit type WKK. Allicht werkten ze in 2008 nog niet op volle kracht, waardoor ze nog niet de verwachte (relatieve) primaire energiebesparing hebben gerealiseerd.

De stijging van de (relatieve) primaire energiebesparing van 2005 naar 2006 is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het stilleggen van stoomturbines met een slecht elektrisch rendement.

Hoe dan ook, zelfs in 2006 en 2007 is de (relatieve) primaire energiebesparing van stoomturbines met directe aandrijving negatief.

Tabel 8: Evolutie van de warmtekrachtbesparing per WKK-technologie in Vlaanderen volgens VITO-inschattingen (2005-2008)

	2005		2006		2007		2008	
	WKB [TJ]	RPEB [%]	WKB [TJ]	RPEB [%]	WKB [TJ]	RPEB [%]	WKB [TJ]	RPEB [%]
Motoren	1037	19%	886	18%	1142	17%	2893	23%
Gasturbines	4133	15%	4284	15%	4226	15%	5619	20%
STEG's	5713	16%	5044	11%	6273	13%	7559	14%
Stoomturb. - netgek.	284	2%	828	4%	668	3%	656	3%
Stoomturb. - dir. aandr.	-3456	-11%	-662	-3%	-705	-3%	-3284	-11%
ALLE	7711	7%	10379	8%	11603	9%	13442	9%

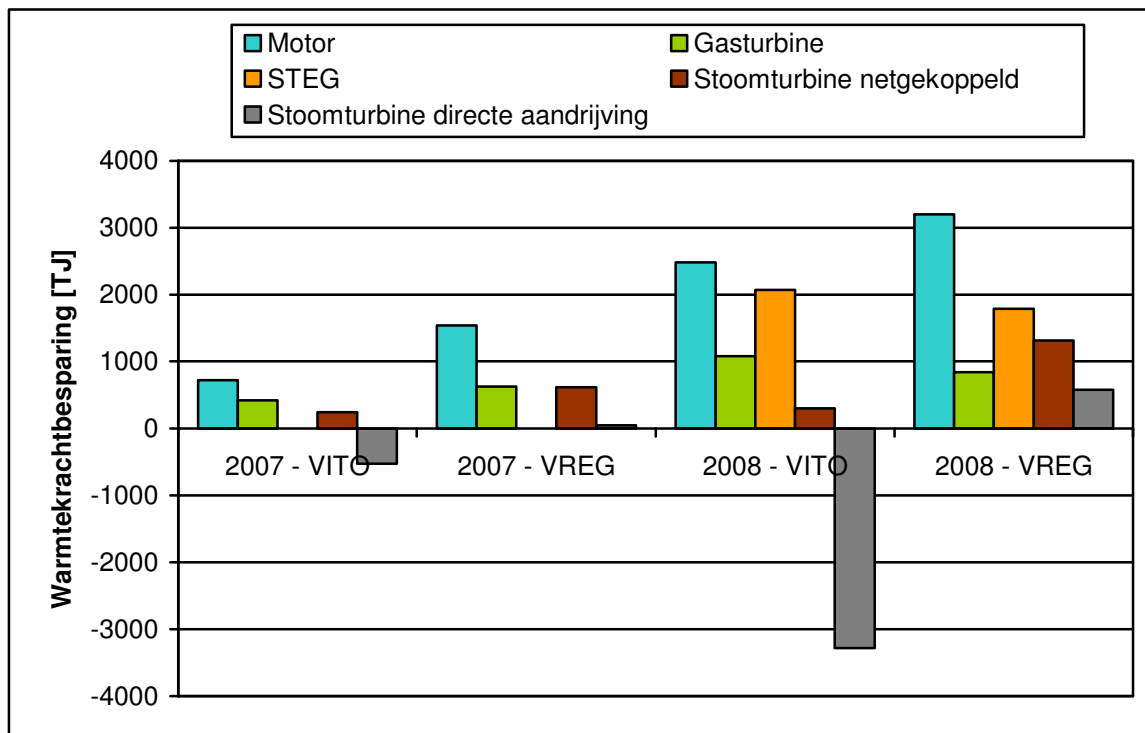


Grafiek 15: Evolutie van de warmtekrachtbesparing per WKK-technologie in Vlaanderen volgens VITO-inschattingen (2005-2008)

4.3 Vergelijking inschatting primaire energiebesparing VITO – VREG

Wanneer de VITO-inschattingen van de warmtekrachtbesparing gevalideerd worden aan de berekeningen van de VREG, althans voor die installaties die aan het WKK-certificatensysteem deelnemen – zie Grafiek 16, valt het op dat de VREG-berekeningen doorgaans hoger zijn dan de VITO-inschattingen.

Dit klopt zeker voor WKK's met motoren, waar de VREG van een half tot een dubbel zo hoger primaire energiebesparing uitkomt, alsook voor netgekoppelde stoomturbines. Voor WKK's met gasturbines en met STEG's komen beide berekeningen ongeveer met elkaar overeen.



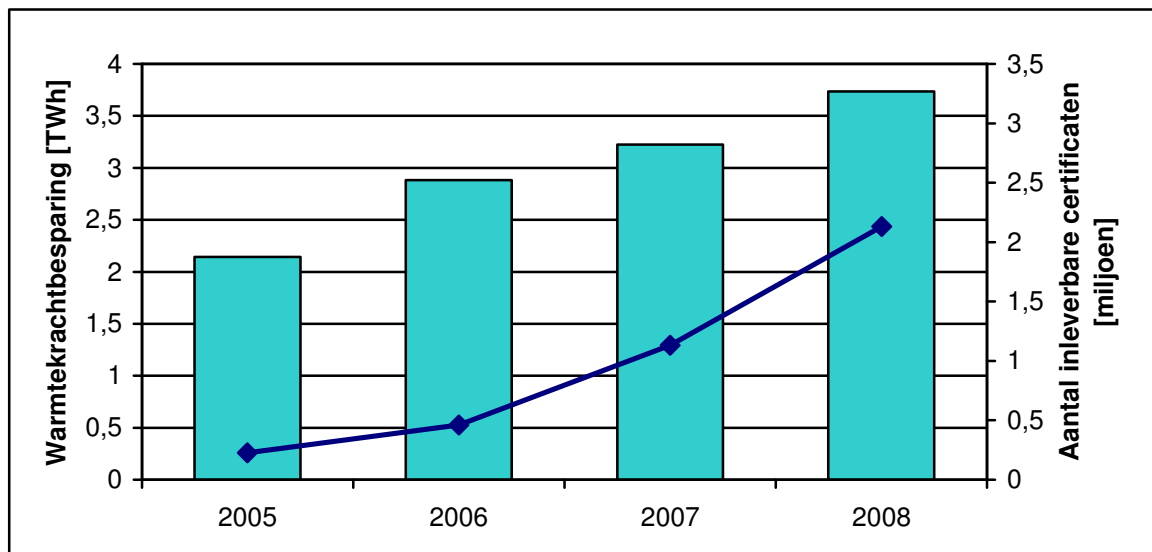
Grafiek 16: Vergelijking van de inschatting van warmtekrachtbesparing per WKK-technologie volgens VITO versus volgens VREG (2007-2008)

Het grootste verschil is merkbaar bij stoomturbines met directe aandrijving. VITO komt tot negatieve primaire energiebesparing, terwijl de VREG tot positieve komt. Mogelijks neemt de VREG van de vernieuwde stoomturbines enkel de gegevens na de keuring mee in rekening, terwijl VITO verder werkt met gegevens over een gans kalenderjaar, inclusief de periode waarin deze installaties proefdraaien.

4.4 Vergelijking warmtekrachtbesparing met uitreiking van inleverbare WKK-certificaten

Grafiek 17 ten slotte zet de warmtekrachtbesparing, dit maal uitgedrukt in TWh, naast het aantal inleverbare WKK-certificaten, die de VREG van 2005 t.e.m. 2008 uitreikte [xiii, xiv, xv, xvi]. Certificaatgerechte WKK-installaties krijgen per gerealiseerde MWh primaire energiebesparing immers een WKK-certificaat. Of dit certificaat inleverbaar is, hangt van hoe lang het geleden is dat de installatie voor het eerst in dienst is genomen. Vanaf het vijfde jaar na de indienstname is er volgens Art. 14 van het WKK-besluit [ix] maandelijks een fractie die niet aanvaardbaar is voor de certificatenverplichting.

Grafiek 17 geeft aan dat het aantal uitgereikte certificaten sneller stijgt dan de primaire energiebesparing omdat ook meer WKK-installaties in het certificatenstelsel worden opgenomen. Meer dan de helft (57% om precies te zijn) van de gerealiseerde primaire energiebesparing wordt in 2008 met een inleverbaar WKK-certificaat gehonoreerd.



Grafiek 17: Vergelijking totale warmtekrachtbesparing (staaf) met uitreiking inleverbare WKK-certificaten (lijn) (2005-2008)

HOOFDSTUK 5 CONCLUSIES

Uit de analyses van voorgaande hoofdstukken komt duidelijk naar voren dat warmtekrachtkoppeling in Vlaanderen in 2008 zijn opmars verder heeft gezet. In dat jaar is er niet minder dan 290 MW_{elektrisch + mechanisch} bijgekomen. In de WKK-geschiedenis van Vlaanderen is dat de tweede grootste toename van het opgesteld vermogen in een jaar tijd. Enkel in 2005 was de toename ten gevolge van de indienstname van twee STEG-centrales nog groter. Het ondersteuningsbeleid heeft hiermee zijn effectiviteit bewezen; de doelstellingen van de vorige regeringen zijn immers vroeger dan voorzien gehaald.

Het meest in het oog springend is de toename van de WKK's met interne verbrandingsmotor en dan nog in het bijzonder in de tuinbouwsector. Maar ook in de industrie was er nog ruimte voor de installatie van een WKK met een groot vermogen. Dat wijst aan dat dit potentieel nog niet volledig is ingevuld.

Of in de eerstkomende jaren dit potentieel verder ingevuld zal worden moet nog blijken. Het wordt immers uitkijken naar de effecten van de economische crisis en naar de stabiliteit van het ondersteuningstelsel.

In het segment van de micro-WKK daarentegen kunnen we wel een verdere groei verwachten. Eind 2008 zijn er in Vlaanderen 14 micro-WKK-installaties, die de voorzichtige groei van het segment markeren.

WKK wint ook aan maturiteit. Enerzijds verbetert de kwaliteit van de installatie; ze slagen er jaar op jaar in meer nuttige energie uit de brandstof te puren. Anderzijds groeit het vertrouwen in WKK aangezien meer en meer WKK's in eigen beheer worden uitgebaat.

Wat de WKK-inventaris zelf betreft, maakt de validatie van de VITO-inschattingen aan berekeningen van de VREG duidelijk dat het een uitdaging is om een representatief beeld te schetsen van het WKK-park in Vlaanderen. Vooral voor de micro-WKK's en de stoomturbines waren de verschillen tussen beide bronnen groot. Hopelijk kan in de toekomst de samenwerking tussen beide instellingen verdergezet worden teneinde in 2010 en later tot een eensluitende WKK-inventaris te komen.

LITERATUURLIJST

- i Beleidsbrief Energie: Beleidsprioriteiten 2000-2001, ingediend door de heer Steve Stevaert, Vlaams minister van Mobiliteit, Openbare Werken en Energie. Stuk 459 (2000-2001) – Nr. 1, Zitting Vlaams Parlement 6 november 2000
- ii Nationaal uitrustingsprogramma inzake de middelen voor productie en transport van elektrische energie 1995-2005. Beheerscomité der elektriciteitsondernemingen. Oktober 1995.
- iii Energetisch potentieel warmtekrachtkoppeling in België, VITO i.s.m. Institut Wallon. Maart 1997
- iv Vlaams Klimaatbeleidsplan 2002 – 2005, Vlaamse Regering, 2002.
- v Besluit van de Vlaamse regering tot bepaling van de voorwaarden waaraan een kwalitatieve warmtekrachtinstallatie moet voldoen. 7 september 2001.
- vi Decreet houdende wijziging van het Elektriciteitsdecreet van 17 juli 2000, wat de invoering van een systeem van warmtekrachtcertificaten betreft. 10 juli 2003.
- vii Richtlijn 2004/8/EG van het Europees Parlement en de Raad van 11 februari 2004 inzake de bevordering van warmtekrachtkoppeling op basis van de vraag naar nuttige warmte binnen de interne energiemarkt en tot wijziging van Richtlijn 92/42/EEG.
- viii Beleidsnota 2004 – 2009 Energie en Natuurlijke Rijkdommen, ingediend door de heer Kris Peeters, Vlaams minister van Openbare Werken, Energie, Leefmilieu en Natuur. 2004.
- ix Besluit van de Vlaamse Regering ter bevordering van de elektriciteitsopwekking in kwalitatieve warmtekrachtinstallaties. 7 juli 2006.
- x Ministerieel besluit inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties. 6 oktober 2006.
- xi Vlaanderen 2009-2014: Een daadkrachtig Vlaanderen in beslissende tijden. Voor een vernieuwende, duurzame en warme samenleving, Vlaamse Regering, 9 juli 2009.
- xii Lijst met de warmtekrachtinstallaties waaraan warmtekrachtcertificaten worden toegekend, zie: <http://www.vreg.be/vreg/documenten/statistieken/57736.pdf>, laatst geactualiseerd op 1/7/2009, VREG, Brussel.
- xiii Jaarverslag 2005. VREG, Brussel.
- xiv Jaarverslag 2006. VREG, Brussel.
- xv Jaarverslag 2007. VREG, Brussel.
- xvi Jaarverslag 2008. VREG, Brussel.
- xvii Mededeling MEDE-2008-3 van de VREG met betrekking tot de bepaling van de warmte-inhoud van WKK-rookgassen die in een tuinbouwserra geïnjecteed worden voor CO₂ bemesting, voor de berekening van het aantal toe te kennen WKK-certificaten. VREG, Brussel, 22 juli 2008.