VLAAMS
ENERGIEAGENTSCHAP

RAPPORT 2016/1

Deel 1: Ontwerprapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2017

Vlaanderen
is energie

www.energiesparen.be

INHOUD

Leeswijzer 9
Inleiding 10

Bandingfactoren 11
1 Berekeningsmethodiek 11
2 Toepassing bandingfactor 11
3 Maximale bandingfactor 11

Verdere procedure 13

Lijst representatieve projectcategorieën 14
Representatieve projectcategorieën GS 14
Representatieve projectcategorieën WKK 14

Overzicht bandingfactoren 17
Overzicht OT/Bf voor groenestroominstallaties 17
Overzicht OT/Bf voor biogasinstallaties t.e.m. 5MW$_e$ 17
Overzicht OT/Bf voor biogasinstallaties van 5 t.e.m. 20 MW$_e$ 17
Overzicht OT/Bf voor verbrandingsinstallaties 17
Overzicht OT/Bf voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas 18
Overzicht OT/Bf kwalitatieve warmte-krachtkoppeling 19

Berekeningen onrendabele toppen en bandingfactoren 20
4 Financieel-economische parameters 20
4.1 Bepaling van de jaarlijkse prijsstijging 20
4.2 Bepaling van de marktprijs aardgas 20
4.3 Elektriciteitsprijs 20
4.3.1 Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0 20
4.3.2 De marktwaarde elektriciteit bij verkoop in jaar 0 20
4.4 Financiering 21
4.4.1 Bepaling van de jaarlijkse interestvoet op de banklening 21
4.4.2 Aandeel eigen vermogen in de totale investering 21
4.5 Belastingtarieven 21
4.5.1 Bepaling van de tarieven van de vennootschapsbelasting 21
4.5.2 Bepaling van de investeringsaftrek en het gedeelte dat hiervoor in aanmerking komt 21
5 Technisch-economische parameters en resultaten voor PV-installaties 22
5.1 PV-installaties tot en met 10 kW AC vermogen (GS cat. 1) 22
5.2 GS 10 kW AC vermogen < PV-installatie ≤ 250 kW AC vermogen (GS cat. 2) 22

5.2.1 Keuze van de referentie-installatie: PV-installatie van 60 kW_{piek} 22
5.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 22
5.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 23
5.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 25
5.3 GS 250 kW AC vermogen < PV-installatie ≤ 750 kW AC vermogen (GS cat. 3) 25
5.3.1 Keuze van de referentie-installatie: PV-installatie van 400 kW_{piek} 25
5.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 26
5.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie. 26
5.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 28
6 Technisch-economische parameters en resultaten voor windturbines ≤ 4 MW_e (GS cat. 4) 29
6.1.1 Keuze van de referentie-installatie: windturbine van 2,3 MW_e 29
6.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 29
6.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 30
6.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 34
7 Technisch-economische parameters en resultaten voor nieuwe biogasinstallaties 35
7.1 Nieuwe biogasinstallaties t.e.m. 5 MW_e voor vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen (GS cat. 5) 35
7.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.400 kW_e op 100% biogas 35
7.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 35
7.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 36
7.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 39
7.2 Nieuwe biogasinstallaties t.e.m. 5 MW_e voor de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie (GS cat. 6) 39
7.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e op 100% biogas 39
7.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 39
7.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 40
7.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 41
7.3 Nieuwe biogasinstallaties t.e.m. 5 MW_e voor de recuperatie van stortgas (GS cat. 7) 42
7.3.1 Keuze van de referentie-installatie: recuperatie van stortgas met een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op 100% biogas 42
7.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 42
7.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 43
7.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 44
7.4 Nieuwe biogasinstallaties t.e.m. 5 MW_e voor de vergisting van rioolwaterzuiverings (RWZI) slib (GS cat. 8) 44
7.4.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 290 kW_e op 100% biogas 44
7.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 44
7.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 45
7.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 46
7.5 Nieuwe biogasinstallaties t.e.m. 5 MW_e: overige vergisters (GS cat. 9) 47

7.5.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.000 kW_e op 100% biogas 47
7.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 47
7.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 48
7.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 49
7.6 Nieuwe biogasinstallaties groter dan 5 MWe t.e.m. 20 MWe voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouw-gerelateerde stromen (GS cat. 10) 50
7.6.1 Keuze van de referentie-installatie: vergistingsinstallatie van land- en tuinbouwgerelateerde stromen met een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e op 100% biogas 50
7.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 50
7.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 51
7.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 53
7.7 Nieuwe biogasinstallaties groter dan 5 MWe t.e.m. 20 MWe voor de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie (GS cat. 11) 54
7.7.1 Keuze van referentie-installatie: GFT-vergistingsinstallatie met interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e op 100% biogas 54
7.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 54
7.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 55
7.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 56
7.8 Nieuwe biogasinstallaties groter dan 5 MW_e t.e.m. 20MW_e voor de recuperatie van stortgas (GS cat. 12) 56
7.8.1 Keuze van de referentie-installatie: recuperatie van stortgas met een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e op 100% biogas 56
7.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 56
7.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 57
7.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 58
7.9 Nieuwe biogasinstallaties groter dan 5 MW_e t.e.m. 20 MW_e voor de vergisting van rioolwaterzuivering (RWZI) slib (GS cat. 13) 58
7.9.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e op biogas 58
7.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 58
7.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 59
7.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 60
7.10 Nieuwe biogasinstallaties groter dan 5 MW_e t.e.m. 20 MW_e: overige vergisters (GS cat. 14) 61
7.10.1 Keuze van de referentie-installatie: vergisting van organisch biologische afvalstromen met een interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op biogas 61
7.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 61
7.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 62
7.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 63
8 Technisch-economische parameters en resultaten voor verbrandingsinstallaties 64
8.1 Nieuwe installaties voor de verbranding van vaste biomassa met een maximaal vermogen tot en met 20 MW_e (GS cat. 15) 64
8.1.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine met een vermogen van 9,22 MW_e op vaste biomassa 64

8.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 64
8.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 65
8.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 66
8.2 Nieuwe installaties voor de verbranding van vloeibare biomassa met een maximaal vermogen tot en met 20 MW_e (GS cat. 16) 66
8.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 800 kW_e op zuiver plantaardige olie (PPO) 66
8.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 67
8.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 68
8.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 69
8.3 Nieuwe installaties voor de verbranding van biomassa-afval met maximaal vermogen tot en met 20 MW_e (GS cat. 17) 69
8.3.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 9,22 MW_e op de verbranding van biomassa gesorteerd of selectief ingezameld afval 69
8.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 69
8.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 70
8.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 72
8.4 Nieuwe installaties voor de verbranding van huishoudelijk of bedrijfsafval met een maximaal vermogen tot en met 20 MW_e (GS cat. 18) 72
8.4.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 7,12 MW_e op de verbranding van huishoudelijk afval 72
8.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 73
8.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 73
8.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 75
9 Technisch-economische parameters en resultaten voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas 76
9.1 WKK op biogas uit vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen t.e.m. 5 MWe (WKK cat. 5.a.1 en 5.b.1) 76
9.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.400 kW_e op 100 % biogas 76
9.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 76
9.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 77
9.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 78
9.2 WKK op biogas uit GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie t.e.m. 5 MW_e (WKK cat. 5.a.2 en 5.b.2) 78
9.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e op 100% biogas 78
9.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 78
9.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 79
9.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 80
9.3 WKK op biogas uit de recuperatie van stortgas t.e.m. 5 MW_e (WKK cat. 5.a.3 en 5.b.3) 81
9.3.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op 100% biogas 81
9.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 81
9.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 82

9.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 82
9.4 WKK op biogas t.e.m. 5 MW_e op biogas uit vergisting van RWZI-slib (WKK cat. 5.a.4 en 5.b.4) 83
9.4.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 290 kW_e op 100% biogas 83
9.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 83
9.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 84
9.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 85
9.5 WKK op biogas t.e.m. 5 MW_e op biogas uit vergisting van overige stromen (WKK cat. 5.a.5 en 5.b.5) .. 85
9.5.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2 MW_e op biogas 85
9.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 85
9.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 86
9.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 87
9.6 WKK op biogas uit vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen groter dan 5 MW_e t.e.m. 20 MW_e (WKK cat. 6.a.1 en 6.b.1) 88
9.6.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas 88
9.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 88
9.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 88
9.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 90
9.7 WKK op biogas uit GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie groter dan 5 MW_e t.e.m. 20 MW_e (WKK cat. 6.a.2 en 6.b.2) 90
9.7.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas 90
9.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 90
9.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 91
9.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 92
9.8 WKK op biogas uit de recuperatie van stortgas groter dan 5 MW_e t.e.m. 20 MW_e (WKK cat. 6.a.3 en 6.b.3) 92
9.8.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e op 100% biogas 92
9.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 93
9.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 93
9.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 94
9.9 WKK op biogas groter dan 5 t.e.m. 20 MW_e op biogas uit vergisting van RWZI-slib (WKK cat. 6.a.4 en 6.b.4) 95
9.9.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e op 100% biogas 95
9.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 95
9.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 95
9.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 97
9.10 WKK op biogas groter dan 5 t.e.m. 20 MW_e op biogas uit vergisting van overige stromen (WKK cat. 6.a.5 en 6.b.5) 97
9.10.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas 97
9.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 97
9.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 98
9.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 99

10 Technisch-economische parameters en resultaten voor kwalitatieve warmte-krachtkoppeling 100
10.1 WKK ≤ 10 kW_e (WKK cat. 1.a en 1.b) 100
10.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5 kW_e op aardgas 100
10.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 100
10.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 101
10.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 102
10.2 WKK 10 kW_e - 200 kW_e (WKK cat. 2.a en 2.b) 103
10.2.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 70 kW_e op aardgas 103
10.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 103
10.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 104
10.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 106
10.3 WKK 200 kW_e - 1 MW_e (WKK cat. 3.a en 3.b) 106
10.3.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op aardgas 106
10.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 106
10.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 107
10.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 109
10.4 WKK motor 1 MW_e - 5 MW_e (WKK cat. 4.a en 4.b) 109
10.4.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2 MW_e op aardgas 109
10.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 109
10.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 110
10.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 112
10.5 WKK motor 5 MW_e - 10 MW_e (WKK cat. 4/1.a en 4/1.b) 112
10.5.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 6,4 MW_e op aardgas 112
10.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 112
10.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 113
10.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 115
10.6 WKK 1 MW_e < Gasturbine ≤ 20 MW_e (WKK cat. 7.a.1 en cat. 7.a.2) 115
10.6.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 7 MW_e op aardgas 115
10.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 115
10.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 116
10.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 118
10.7 WKK 1 MW_e < Stoomturbine ≤ 20 MW_e (WKK cat. 7.b.1 en cat. 7.b.2) 118
10.7.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 5 MW_e op aardgas 118
10.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 118
10.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 119
10.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor 121
10.8 WKK 1 MW_e < GT en ST ≤ 20 MW_e (WKK cat. 7.c.1 en 7.c.2) 121
10.8.1 Keuze referentie-installatie: gasturbine van 7 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 2 MW_e, op aardgas 121
10.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie 121

10.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 122
10.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor..... 124
10.9 WKK 20 MW_e < Gasturbine ≤ 50 MW_e (cat. 8.a.1 en cat.8.a.2)..... 124
10.9.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 30 MW_e op aardgas..... 124
10.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie..... 124
10.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 125
10.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor..... 127
10.10 WKK 20 MW_e < Stoomturbine ≤ 50 MW_e (WKK cat. 8.b.1 en cat. 8.b.2) 127
10.10.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 30 MW_e op aardgas..... 127
10.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie..... 127
10.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 128
10.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor..... 129
10.11 WKK 20 MW_e < GT en ST ≤ 50 MW_e (Cat. 8.c.1 en cat.8.c.2)..... 129
10.11.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 30 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 7 MW_e op aardgas..... 129
10.11.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie..... 130
10.11.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie 130
10.11.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor..... 132

Overzicht parametertabellen 133

Referenties

LEESWIJZER

In dit document wordt in de eerste plaats duiding gegeven bij de methodiek voor de toepassing van de steunmechanismen voor groene stroom en warmte-krachtkoppeling. De keuze voor de referentie-installatie, de onrendabele top-berekening en de voorgestelde bandingfactor worden per projectcategorie geduid.

Het VEA heeft in het voorjaar van 2016 opnieuw een grootschalige marktbevraging georganiseerd en de gegevens die hieruit zijn voortgekomen, verwerkt in dit rapport. Overige parameters zijn gebaseerd op precieze referentiewaarden, of op (in)schattingen en aannames. Daar voor deze parameters nooit exacte resultaten bekomen kunnen worden, werden de waarden afgerond vooraleer ze in het rekenmodel werden ingevoerd. Bewerkingen op de parameterwaarden die niet tot uiting komen in de afgeronde waarden, worden verondersteld niet-significant te zijn t.a.v. de algemene onzekerheid op de parameterbepaling.

Voor de bepaling van de wettelijk vastgelegde parameters verwijzen we naar de bijlagen bij het Energiebesluit.

Op het einde van dit document worden alle parameters nog eens samengevat per projectcategorie weergegeven.

Dit rapport werd opgesteld aan de hand van gegevens die met de grootste zorg werden verzameld. Het Vlaams Energieagentschap en zijn aangestelden kunnen evenwel niet aansprakelijk worden gesteld door de gebruiker voor eventuele fouten, onnauwkeurigheden of onvolledigheid die tot directe of indirecte, materiële of immateriële schade aanleiding zou geven. De gebruiker neemt kennis van deze informatie 'as is' en blijft eindverantwoordelijke voor het eventuele verder gebruik ervan.

Inleiding

De omschakeling naar meer milieuvriendelijke energieproductie is noodzakelijk om de uitstoot van broeikasgasemissies en andere schadelijke stoffen te verminderen en om minder afhankelijk te worden van fossiele brandstoffen. Het Energiedecreet stelt daarom wat betreft het luik bruto groene stroom als doelstelling voorop om tegen 2020 20,5% van de certificaatplichtige electriciteitsleveringen te betrekken uit hernieuwbare energiebronnen. De Vlaamse hernieuwbare energiedoelstelling bedraagt 25.074 GWh tegen 2020. Door het ondersteunen van de ontwikkeling van kwalitatieve warmte-krachtkoppelingen, wordt een hoge graad van primaire energiebesparing in Vlaanderen nagestreefd. De ondersteuning van de sector geeft Vlaanderen ook uitzicht op toekomstgerichte economische groei, technologische innovatie en groene jobs. Om deze doelstelling te halen, is een performant steunmechanisme voor investeerders in hernieuwbare energiebronnen en kwalitatieve warmte-krachtkoppeling noodzakelijk.

Het huidig regelgevend kader voor de verschillende certificatensystemen voor ondersteuning van hernieuwbare energiebronnen en kwalitatieve warmte-krachtkoppeling wordt voor het Vlaamse Gewest gevormd door het Energiedecreet van 8 mei 2009 en het Energiebesluit van 19 november 2010.

De bandingfactoren voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2013 werden eerder gepubliceerd in het ministerieel besluit van 22 maart 2013 houdende vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor 2013 II (*BS* 29 maart 2013). De bandingfactoren voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2014 werden op hun beurt gepubliceerd in het ministerieel besluit van 25 september 2013 houden actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor projecten die geen gebruik maken van zonne-energie met een startdatum vanaf 2014 (*BS* 11 oktober 2013), in het ministerieel besluit van 25 september 2013 houdende vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten voor projecten die gebruik maken van zonne-energie met een startdatum vanaf 2014 (*BS* 31 oktober 2013) en in het ministerieel besluit van 6 februari 2014 houdende vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten voor groenestroomprojecten die gebruik maken van zonne-energie met een startdatum vanaf 1 juli 2014 (*BS* 3 maart 2014). De bandingfactoren voor projecten met een startdatum in 2015 werden gepubliceerd in het ministerieel besluit van 9 december 2015 houdende actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor projecten met een startdatum vanaf 2015 (*BS* 23 december 2014) en het ministerieel besluit van 17 juni 2015 houdende actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten voor groenestroomprojecten die gebruik maken van zonne-energie met een startdatum vanaf 1 juli 2015 (*BS* 25 juni 2015). De bandingfactoren voor projecten met een startdatum in 2016 tenslotte, werden gepubliceerd in het ministerieel besluit van 18 december 2015 houdende actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor projecten met een startdatum vanaf 2016 (*BS* 30 december 2015).

Dit onderdeel van het rapport bevat de berekeningen voor de projecten die vallen binnen de representatieve projectcategorieën met een startdatum vanaf 1 januari 2017.

Bandingfactoren

1 BEREKENINGSMETHODIEK

In de huidige ondersteuningsmechanismen staan de begrippen 'onrendabele top' (OT) en 'bandingfactor' (Bf) centraal. De onrendabele top van een investering is gedefinieerd als het productieafhankelijke gedeelte van de inkomsten dat nodig is om de netto-contante waarde van een investering op nul te doen uitkomen. De bandingfactor bepaalt daarnaast het aantal certificaten dat men bekomt per opgewekte hoeveelheid groene stroom en/of gerealiseerde eenheid primaire energiebesparing en is onderhevig aan aanpassingen ten gevolge van de evolutie van de investeringskosten, brandstofprijzen, elektriciteitsprijs …

Onrendabele top (OT) = het bedrag per MWh groenestroomproductie of warmte-krachtbesparing dat bijgelegd moet worden zodat de investering over de levensduur het vereiste rendement behaalt.

De bandingfactor (Bf), die jaarlijks wordt bepaald (halfjaarlijks voor PV) = de verhouding onrendabele top (OT) tegenover de bandingdeler:
Bf = OT / BD.

Bandingdeler groene stroom = 97€
Bandingdeler warmte-krachtkoppeling = 35€

De berekeningsmethodiek voor de onrendabele top is vervat in de bijlagen bij het Energiebesluit. Bij deze methodiek werd rekening gehouden met een aantal algemene parameters. Er wordt een zo divers mogelijk aanbod van verschillende marktpartijen, sectorvertegenwoordigers, overheidsinstanties … geconsulteerd om een zicht te krijgen op de werkelijke kosten voor de ontwikkeling van groenestroom- en WKK-projecten in Vlaanderen.

2 TOEPASSING BANDINGFACTOR

Overeenkomstig het bepaalde in artikel 7.1.1., §2, 4^{e} lid van het Energiedecreet is het aantal groenestroomcertificaten dat wordt toegekend voor elke 1.000 kWh elektriciteit die wordt opgewekt uit hernieuwbare energiebronnen (in installaties met startdatum vanaf 1 januari 2013) gelijk aan 1, vermenigvuldigd met de van toepassing zijnde bandingfactor. In artikel 7.1.2., §2, 3^{e} lid wordt bepaald dat het aantal warmte-krachtcertificaten (voor installaties met startdatum vanaf 1 januari 2013) wordt toegekend voor elke 1.000 kWh primaire energiebesparing d.m.v. kwalitatieve WKK gelijk is aan 1, vermenigvuldigd met de van toepassing zijnde bandingfactor.

Een voorbeeld kan dit verduidelijken: stel dat voor projectcategorie X (groene stroom) een onrendabele top wordt bepaald van 75 €, dan zal de bandingfactor voor deze projectcategorie gelijk zijn aan 0,77 (75 = onrendabele top, gedeeld door 97 = bandingdeler). De producent ontvangt dan voor elke 1.000 kWh groene stroom die hij produceert 0,77 groenestroomcertificaten. Anders uitgedrukt: wanneer hij 1.299 kWh groene stroom heeft opgewekt, ontvangt hij 1 certificaat.

3 MAXIMALE BANDINGFACTOR

Het Energiedecreet voorziet daarnaast in de laatste regel van artikel 7.1.4/1, §4 dat deze maximale bandingfactor in ieder geval nooit meer dan 1,25 kan bedragen.

In het Energiebesluit wordt voor installaties met een startdatum in 2013 een aftopping van de bandingfactor vastgelegd op 1. Dit betekent dat voor deze installaties de Bf nooit hoger kan zijn dan 1, ongeacht de uitkomst van de berekening van de onrendabele top. Overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2/1.1, tweede lid, wordt de maximaal toegelaten bandingfactor jaarlijks door de minister vastgelegd, in het kader van het vastleggen

van de bandingfactoren. Voor 2014 en 2015 werden de maximale bandingfactoren door de minister eveneens telkens op 1 gelegd[1].

Met het besluit van de Vlaamse Regering van 10 juli 2015 houdende wijziging van het Energiebesluit van 19 november 2010, wat betreft diverse bepalingen inzake energie (*BS* 20 augustus 2015) werd een systeem ingevoerd van verschillende maximale bandingfactoren, afhankelijk van de voor die projectcategorie (wettelijk bepaalde) afschrijvingstermijnen.

Voor nieuwe projecten, i.e. projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2016, worden door de minister nu aparte maximaal toegelaten bandingfactoren vastgelegd. In het MB van 18 december 2015 werden de maximale bandingfactoren bepaald die gelden voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2016:

- representatieve projectcategorieën met een afschrijvingstermijn van tien jaar: $Bf_{max} = 1$;
- representatieve projectcategorieën met een afschrijvingstermijn van vijftien jaar: $Bf_{max} = 0{,}800$.

Het VEA vertrekt vanuit deze reeds bepaalde maximale bandingfactoren om de aftoppingen die in dit rapport worden opgenomen, door te voeren. De Vlaamse minister, bevoegd voor het energiebeleid, kan evenwel andere maximale bandingfactoren bepalen, voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2017.

[1] Ministerieel besluit van 25 september 2013 houden actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor projecten die geen gebruik maken van zonne-energie met een startdatum vanaf 2014 (*BS* 11 oktober 2013) en ministerieel besluit van 9 december 2015 houdende actualisatie van de huidige bandingfactoren en vastlegging van de bandingfactoren van groenestroomcertificaten en warmte-krachtcertificaten voor projecten met een startdatum vanaf 2015 (*BS* 23 december 2014).

Verdere procedure

Het voorliggende ontwerprapport wordt ter consultatie aan de stakeholders voorgelegd. Na verzameling van alle opmerkingen zal het Vlaams Energieagentschap deze bestuderen en – indien aangewezen – verwerken in de finale versie die aan de minister wordt voorgelegd. In eerste instantie zal het VEA hiervoor enkel de rechtstreeks betrokken stakeholders (sectorvertegenwoordigers en belangengroepen) aanschrijven. Andere geïnteresseerden kunnen het ontwerprapport downloaden en mogen hun opmerkingen formuleren.

Om de schriftelijke reacties in overweging te kunnen nemen, dienen deze verzonden te worden aan:

Vlaams Energieagentschap
t.a.v. Luc Peeters
Koning Albert II-laan 20 bus 17
1000 Brussel

Reageren kan ook via energie@vlaanderen.be met als onderwerp "Reactie ontwerprapport OT & Bf 2016(1)". De reacties moeten uiterlijk **op vrijdag 10 juni 2016** aan het VEA worden bezorgd. Hierbij gebruikt men het meegeleverde sjabloon.

Na dit stakeholderoverleg zal het VEA het rapport voor de minister finaliseren.

De minister zal de onrendabele toppen en bandingfactoren definitief vastleggen in een ministerieel besluit.

Lijst representatieve projectcategorieën

REPRESENTATIEVE PROJECTCATEGORIEËN GS

1° ZONNE-ENERGIE: nieuwe installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s)	
a. [...][2]	
b. van 10kW tot 250kW	cat. 2
c. van 250kW tot 750kW	cat. 3
2° WINDENERGIE OP LAND: nieuwe installaties met een maximaal vermogen per turbine	
tot en met 4MWe	cat. 4
3° BIOGAS: nieuwe installaties met een maximaal vermogen **tot en met 5 MWe**	
a. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen	cat. 5
b. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie	cat. 6
c. voor recuperatie van stortgas	cat. 7
d. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib	cat. 8
e. overige vergisters	cat. 9
4° BIOGAS: nieuwe installaties met een maximaal vermogen **groter dan 5 MWe tot en met 20 MWe**	
a. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen	cat. 10
b. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie	cat. 11
c. voor recuperatie van stortgas	cat. 12
d. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib	cat. 13
e. overige vergisters	cat. 14
BIOMASSA: nieuwe installaties met een maximaal vermogen **tot en met 20 MWe**	
5° voor de verbranding van vaste biomassa	cat. 15
6° voor de verbranding van vloeibare biomassa	cat. 16
7° voor de verbranding van biomassa-afval	cat. 17
8° voor de verbranding van huishoudelijk of bedrijfsafval	cat. 18

REPRESENTATIEVE PROJECTCATEGORIEËN WKK

1° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES: voor zover ze niet behoren tot 5°, met een bruto nominaal vermogen **tot en met 10 kWe**	
volledig nieuwe installatie	cat. 1.a

[2] Op 4 juni 2015 werd het besluit van de Vlaamse Regering houdende wijziging van het Energiebesluit van 19 november 2010, wat betreft de representatieve projectcategorieën voor groene stroom en kwalitatieve warmte-krachtkoppeling, in het Belgisch Staatsblad gepubliceerd. In dit besluit wordt de schrapping van de representatieve projectcategorie voor nieuwe PV-installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s) tot en met 10 kW doorgevoerd. Dit betekent dat er geen bandingfactor meer geldt voor nieuwe PV-installaties tot en met 10 kW.

ingrijpende wijziging	cat. 1.b
2° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES: voor zover ze niet behoren tot 5°, met een bruto nominaal vermogen **groter dan 10 kWe tot en met 200 kWe**	
volledig nieuwe installatie	cat. 2.a
ingrijpende wijziging	cat. 2.b
3° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES: voor zover ze niet behoren tot 5°, met een bruto nominaal vermogen **groter dan 1 MWe tot en met 5 MWe**	
volledig nieuwe installatie	cat. 3.a
ingrijpende wijziging	cat. 3.b
4° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES: voor zover ze niet behoren tot 5°, met minimaal een motor en een bruto nominaal vermogen **groter dan 5 MWe tot en met 10 MWe**	
volledig nieuwe installatie	cat. 4.a
ingrijpende wijziging	cat. 4.b
4°/1 KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES: voor zover ze niet behoren tot 5°, met minimaal een motor en een bruto nominaal vermogen **groter dan 5 MWe tot en met 10 MWe**[3]	
volledig nieuwe installatie	cat. 4°/1.a
ingrijpende wijziging	cat. 4°/1.b
5° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES OP BIOGAS met een maximaal bruto nominaal vermogen **tot en met 5 MWe**	
volledig nieuwe installatie: 1. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen 2. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie 3. voor recuperatie van stortgas 4. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib 5. overige vergisters	 cat.5.a.1 cat.5.a.2 cat.5.a.3 cat.5.a.4 cat.5.a.5
ingrijpende wijziging aan een bestaande installatie: 1. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen 2. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie 3. voor recuperatie van stortgas 4. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib 5. overige vergisters	 cat.5.b.1 cat.5.b.2 cat.5.b.3 cat.5.b.4 cat.5.b.5
6° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES OP BIOGAS met een maximaal bruto nominaal vermogen groter dan **5 MWe tot en met 20 MWe**	
volledig nieuwe installatie: 1. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen 2. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie 3. voor recuperatie van stortgas 4. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib 5. overige vergisters	 cat.6.a.1 cat.6.a.2 cat.6.a.3 cat.6.a.4 cat.6.a.5

ingrijpende wijziging aan een bestaande installatie: 6. voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen 7. voor GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie 8. voor recuperatie van stortgas 9. voor vergisting van rioolwaterzuiveringsslib 10. overige vergisters		cat.6.b.1 cat.6.b.2 cat.6.b.3 cat.6.b.4 cat.6.b.5
7° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES met een bruto nominaal vermogen **groter dan 1 MWe tot en met 20 MWe met turbines op**		
a. gas	volledig nieuwe installatie	cat. 7.a.1
	ingrijpende wijziging	cat. 7.a.2
b. stoom	volledig nieuwe installatie	cat. 7.b.1
	ingrijpende wijziging	cat. 7.b.2
c. beide	volledig nieuwe installatie	cat. 7.c.1
	ingrijpende wijziging	cat. 7.c.2
8° KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES met een bruto nominaal vermogen **groter dan 20 MWe tot en met 50 MWe met turbines op**		
a. gas	volledig nieuwe installatie	cat. 8.a.1
	ingrijpende wijziging	cat. 8.a.2
b. stoom	volledig nieuwe installatie	cat. 8.b.1
	ingrijpende wijziging	cat. 8.b.2
c. beide	volledig nieuwe installatie	cat. 8.c.1
	ingrijpende wijziging	cat. 8.c.2

Overzicht bandingfactoren

Onderstaand overzicht geeft de resultaten weer van de (ontwerp)berekeningen voor wat betreft de onrendabele toppen, de bandingfactoren en – waar van toepassing – de aftopping[4] voor projecten met een startdatum vanaf **1 januari 2017**.

OVERZICHT OT/BF VOOR GROENESTROOMINSTALLATIES

	GS cat 2	GS cat 3	GS cat 4
OT	39,8	41,0	62,3
Bf	0,410	0,423	0,642
Bf (max)	0,410	0,423	0,642

OVERZICHT OT/BF VOOR BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5MW$_e$

	GS cat 5	GS cat 6	GS cat 7	GS cat 8	GS cat 9
OT	117	295	53,8	-18,7	273
Bf	1,21	3,04	0,555	0,00	2,81
Bf (max)	1,00	1,00	0,555	0,00	1,00

OVERZICHT OT/BF VOOR BIOGASINSTALLATIES VAN 5 T.E.M. 20 MW$_e$

	GS cat 10	GS cat 11	GS cat 12	GS cat 13	GS cat 14
OT	107	205	37,7	-30,6	223
Bf	1,10	2,11	0,389	0,00	2,30
Bf (max)	1,00	1,00	0,389	0,00	1,00

OVERZICHT OT/BF VOOR VERBRANDINGSINSTALLATIES

	GS cat 15	GS cat 16	GS cat 17	GS cat 18
OT	231	191	120	2,89
Bf	2,38	1,97	1,24	0,0298
Bf (max)	1,00	1,00	1,00	0,0298

[4] Voor de opmaak van dit rapport wordt uitgegaan van eenzelfde maximale bandingfactor als voor projecten met een startdatum in 2016 (zie ook hoofdstuk 3). Bf_{max} is dus gelijk gesteld aan 1 (projecten met afschrijvingstermijn gelijk aan 10 jaar) of 0,8 (projecten met afschrijvingstermijn gelijk aan 15 jaar). De Minister kan andere Bf_{max} bepalen.

OVERZICHT OT/BF VOOR KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES OP BIOGAS

	WKK cat 5.a.1	WKK cat 5.a.2	WKK cat 5.a.3	WKK cat 5.a.4	WKK cat 5.a.5
OT	78,8	201	429	-18,0	193
Bf	2,25	5,74	12,3	0,00	5,51
Bf (max)	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00

	WKK cat 5.b.1	WKK cat 5.b.2	WKK cat 5.b.3	WKK cat 5.b.4	WKK cat 5.b.5
OT	76,6	196	193	-50,3	189
Bf	2,19	5,60	5,51	0,00	5,40
Bf (max)	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00

	WKK cat 6.a.1	WKK cat 6.a.2	WKK cat 6.a.3	WKK cat 6.a.4	WKK cat 6.a.5
OT	72,8	158	14,2	-29,5	162
Bf	2,08	4,51	0,406	0,00	4,63
Bf (max)	1,00	1,00	0,406	0,00	1,00

	WKK cat 6.b.1	WKK cat 6.b.2	WKK cat 6.b.3	WKK cat 6.b.4	WKK cat 6.b.5
OT	71,0	154	-8,03	-53,5	158
Bf	2,03	4,40	0,00	0,00	4,51
Bf (max)	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00

OVERZICHT OT/BF KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTKOPPELING

	WKK cat 1.a	WKK cat 1.b	WKK cat 2.a	WKK cat 2.b	WKK cat 3.a	WKK cat 3.b	WKK cat 4.a	WKK cat 4.b
OT	241	170	78,3	49,7	34,3	14,9	26,3	18,1
Bf	6,89	4,86	2,24	1,42	0,980	0,426	0,751	0,517
Bf (max)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,980	0,426	0,751	0,517

	WKK cat 4/1.a	WKK cat 4/1.b	WKK cat 7.a.1	WKK cat 7.a.2	WKK cat 7.b.1	WKK cat 7.b.2	WKK cat 7.c.1	WKK cat 7.c.2
OT	23,1	16,4	24,2	-3,43	-,0277	-9,01	34,5	2,35
Bf	0,660	0,469	0,691	0,00	0,00	0,00	0,986	0,0671
Bf (max)	0,660	0,469	0,691	0,00	0,00	0,00	0,986	0,0671

	WKK cat 8.a.1	WKK cat 8.a.2	WKK cat 8.b.1	WKK cat 8.b.2	WKK cat 8.c.1	WKK cat 8.c.2
OT	42,9	9,29	15,1	-2,59	95,3	39,4
Bf	1,23	0,265	0,431	0,00	2,72	1,13
Bf (max)	1,00	0,265	0,431	0,00	1,00	1,00

Berekeningen onrendabele toppen en bandingfactoren

4 FINANCIEEL-ECONOMISCHE PARAMETERS

4.1 BEPALING VAN DE JAARLIJKSE PRIJSSTIJGING

De jaarlijkse prijsstijging voor de komende 10 of 15 jaar wordt vastgesteld op een algemene, **jaarlijkse indexatie van 2%** op basis van referentiewaarden van het **Federaal Planbureau** en streefcijfers van de **ECB**.

Deze index wordt toegepast voor de bepaling van algemene prijsstijgingen over de verschillende projectcategorieën heen.

4.2 BEPALING VAN DE MARKTPRIJS AARDGAS

De marktprijs aardgas wordt bepaald op basis van **EUROSTAT-gegevens voor industriële gebruikers** in België [EUROSTAT, 2016] en op basis van **ENDEX TTF** voor de industriële grootverbruikers.

De jaarlijkse prijsstijging voor de komende 10 jaar wordt vastgesteld op een algemene, jaarlijkse indexatie van 0% op basis van waarden bepaald door VITO.[5]

4.3 ELEKTRICITEITSPRIJS

4.3.1 Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0

De marktprijs stroom wordt per projectcategorie bepaald op basis van **EUROSTAT** [EUROSTAT, 2016] en **ENDEX** (voor grote industriële afnemers), alsook de tarieven zoals goedgekeurd door de CREG.

De jaarlijkse prijsstijging voor de komende 10 of 15 jaar wordt vastgesteld op een algemene, jaarlijkse indexatie van 3,5%, op basis van waarden bepaald door VITO.

De stijging van de distributienettarieven voor de referentieperiode vertaalt zich hoofdzakelijk bij stijgende kosten voor “kleine” verbruikers [VREG, 2016]. Het VEA stelt daarnaast vast dat de energieprijzen op de groothandelsmarkt momenteel een sterk dalende trend vertonen, met een versnelling in deze trend sinds november 2015. Die daling zal volgens het VEA doorwerken in de verbruikersprijs van de bedrijven. Het lijkt dan ook niet aannemelijk dat de EUROSTAT-cijfers voor 2015 t.a.v. de berekening voor 2017 gestegen zouden zijn, waardoor voor de berekeningen uitgegaan wordt van deze EUROSTAT-waarden van 2015, zonder indexering. Daarom wordt de gemiddelde prijs voor 2015 overgenomen als vermeden elektriciteitsprijs voor het jaar 2017.

4.3.2 De marktwaarde elektriciteit bij verkoop in jaar 0

De **marktwaarde elektriciteit** bij verkoop in jaar 0 wordt bepaald op basis van de ENDEX cal n+1, conform artikel 3.1.4 van Bijlage III/2. Het gemiddelde over de periode van een jaar wordt gehanteerd. Deze periode sluit zo dicht mogelijk aan bij de startdatum 2017. Deze waarde is **0,0370 €/kWh**.

De jaarlijkse prijsstijging van de marktwaarde elektriciteit bij verkoop voor de komende 10 of 15 jaar wordt vastgesteld op een algemene, jaarlijkse indexatie van 2,0% op basis van referentiewaarden van het **Federaal Planbureau** en streefcijfers van de **ECB**.

[5] Het VEA liet door het VITO een actualisatie van deze waarden berekenen in Q1 2016, om rekening te kunnen houden met recente evoluties en vaststellingen in dit kader.

4.4 FINANCIERING

4.4.1 Bepaling van de jaarlijkse interestvoet op de banklening

De **interestvoet op de banklening** wordt vastgelegd op **3,4% op jaarbasis**. Deze rentevoet wordt bepaald op basis van een herziene methodologie, waarbij het gemiddelde over de afgelopen twaalf maanden van de "Euro interest rate swap op 10 jaar" tot en met april 2016 wordt genomen, gesommeerd met een actueel gehanteerde commerciële marge voor financiering van projecten met een BBB-risicoprofiel en een *fixing cost*. Deze kosten worden bepaald op basis van referentiebronnen en gevalideerd door de gegevens uit de marktbevraging.

Deze rentevoet wordt toegepast voor de bepaling van de rentevoet over de verschillende projectcategorieën heen.

4.4.2 Aandeel eigen vermogen in de totale investering

Voor de bepaling van het aandeel eigen vermogen wordt voor alle projectcategorieën uitgegaan van een **aandeel eigen vermogen van 20%** (80% vreemd vermogen).

Het aandeel eigen vermogen werd bepaald op basis van geaggregeerde gegevens uit de financiële sector en gevalideerd voor de huidige financieel-economische omstandigheden.

4.5 BELASTINGTARIEVEN

4.5.1 Bepaling van de tarieven van de vennootschapsbelasting

Het **tarief van de vennootschapsbelasting** wordt vastgelegd volgens het basistarief dat geldt overeenkomstig het bepaalde in artikel 215 van het Wetboek der Inkomstenbelasting (W.I.B. 92) en bedraagt **33,99%**.

4.5.2 Bepaling van de investeringsaftrek en het gedeelte dat hiervoor in aanmerking komt

Investeringen die aan de wettelijke voorwaarden voldoen geven recht op een investeringsaftrek die gelijk is aan een bepaald percentage van de aanschaffings- of beleggingswaarde van die investeringen.

Het deel van de investering dat in aanmerking komt voor **investeringsaftrek**, alsook het percentage van deze investeringsaftrek worden vastgelegd via het bepaalde in artikel 69 van het Wetboek der Inkomstenbelasting (W.I.B. 92), respectievelijk **100% (investeringsgedeelte)** en **13,5% (investeringsaftrek)**.

5 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR PV-INSTALLATIES

5.1 PV-INSTALLATIES TOT EN MET 10 KW AC VERMOGEN (GS CAT. 1)

Op 4 juni 2015 werd het besluit van de Vlaamse Regering houdende wijziging van het Energiebesluit van 19 november 2010, wat betreft de representatieve projectcategorieën voor groene stroom en kwalitatieve warmte-krachtkoppeling, in het Belgisch Staatsblad gepubliceerd. In dit besluit werd de schrapping van de representatieve projectcategorie voor nieuwe PV-installaties met een maximaal AC-vermogen van de omvormer(s) tot en met 10 kW doorgevoerd.

Dit betekent dat er geen bandingfactor meer geldt voor nieuwe PV-installaties tot en met 10 kW.

5.2 GS 10 KW AC VERMOGEN < PV-INSTALLATIE ≤ 250 KW AC VERMOGEN (GS CAT. 2)

5.2.1 Keuze van de referentie-installatie: PV-installatie van 60 kW_{piek}

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten gerealiseerd zijn.

Op basis van gegevens van de VREG over de installaties die in dienst genomen zijn sinds januari 2014, wordt gekozen voor een PV-installaties van **60 kW_{piek}**.

5.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

5.2.2.1 Jaarlijks aantal vollasturen

Afbakening van de referentie-installatie
De referentie-installatie wordt geplaatst op een plat dak. In geval van een plat dak, zal steeds gekozen worden voor een oriëntatie naar het zuiden. De helling is in het ideale geval circa 35°. De minimale helling bedraagt 15°. Voor platte daken berekenen we het gemiddeld aantal vollasturen voor de oriëntaties vanaf 15° tot en met 35°.

Inschatting van het aantal equivalente vollasturen
Het jaarlijks aantal equivalente vollasturen werd in de eerste plaats bepaald aan de hand van de resultaten van de CM SAF PV GIS-tool van het JRC (Joint Research Centre) van de Europese Commissie [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php]. Via deze tool kan voor elke gemeente in Vlaanderen afgeleid worden wat de opbrengst is van een PV-installatie in termen van equivalente vollasturen. In de eerste plaats bepaalt de tool voor elke plaats in Vlaanderen de globale instraling per m^2. Vervolgens wordt de elektriciteitsproductie bepaald op basis van deze instraling. Er wordt hiervoor uitgegaan van gemiddelde systeemverliezen zoals standaard ingevuld staat in de tool. Met behulp van deze tool werd een gewogen gemiddeld aantal equivalente vollasturen bepaald voor de referentie-installatie zoals hierboven afgebakend. Er wordt aangenomen dat de resultaten van deze tool op dit ogenblik de best mogelijke inschatting geven van de vollasturen voor de komende 15 jaar. Dit blijkt ook uit de vergelijking van deze resultaten met de gemiddelde productie van bestaande PV-installaties in België (http://www.pvlogging.be). Het zijn hoofdzakelijk installaties die gelegen zijn in Vlaanderen. Enkel de installaties overeenkomstig de voorwaarden voor de referentie-installaties qua helling en oriëntatie werden meegenomen in deze vergelijking[6]. Voor gebruik van deze productiedata werd rekening gehouden met een correctie van de meetgegevens van de omvormer en het rendementsverlies, te wijten aan ouderdom. Deze berekeningen bevestigen het resultaat, afkomstig van de CM SAF PV GIS-tool.

[6] De installaties op de website www.PVlogging.be zijn particuliere installaties. In eerste instantie werd de vergelijking uitgevoerd voor de referentie-installatie van categorie 1. Op basis van deze vergelijking werd besloten dat de CM SAF PV GIS-tool bruikbaar was om de vollasturen te bepalen, voor de 3 categorieën van PV-installaties.

De simulaties met de CM SAF PV GIS-tool werden uitgevoerd voor 41 gemeenten verspreid over de verschillende netbeheerders. Per netbeheerder wordt een gemiddeld aantal equivalente vollasturen berekend. Vervolgens wordt een gemiddelde berekend over gans Vlaanderen, op basis van de gemiddelden per netbeheerder.

De resultaten worden gecorrigeerd voor het rendementsverlies te wijten aan ouderdom. Volgens een NREL-studie uit 2010 [D.C. Jordan et al., 2010] kan aangenomen worden dat het verlies aan opbrengst jaarlijks 0,8% bedraagt. Uitgaande van de opbrengst van een nieuwe installatie en het jaarlijks gemiddelde rendementsverlies berekenen we een constant jaarlijks aantal equivalente vollasturen voor de afschrijvingstermijn van 15 jaar: **899 uren**.

5.2.2.2 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik (EVel) van de referentie-installatie is gelijk aan **0,0%**.

5.2.2.3 Bepaling van de zelfafname

De aanname voor het aandeel zelfafname wordt vastgelegd in het Energiebesluit, en bedraagt **65%**.

5.2.2.4 Constructieperiode

De constructieperiode (T_c) voor PV-installaties, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **0 jaar**.

5.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

5.2.3.1 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

Voor het vorige rapport [VEA, 2015] werd ervoor gekozen om EUROSTAT-gegevens te gebruiken voor de bepaling van de vermeden elektriciteitskosten. Voor de referentie-installatie van 60 kW_{piek} wordt de gemiddelde elektriciteitsprijs zonder B.T.W. van verbruikerscategorie IB (20 MWh < verbruik < 500 MWh) volgens [EUROSTAT, 2016] gebruikt voor de bepaling van de vermeden elektriciteitskosten. Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: **0,145 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

Deze verbruikerscategorie is gekozen op basis van de vermeden elektriciteitsprijzen van bedrijven met een PV-installatie. Deze vermeden elektriciteitsprijzen zijn afgeleid van de elektriciteitsfacturen van de bedrijven. Enkel de variabele kostprijs wordt in rekening genomen in de mate van het mogelijke. De huidige distributie- en transportkosten bestaan voor een groot deel uit een vaste kost. Deze wordt verrekend aan de hand van het maximaal gebruikte vermogen. Een PV-installatie gaat dit vermogen normaal gezien niet significant laten afnemen. Er kan daarom besloten worden dat deze vaste kost niet vermeden kan worden door toedoen van de PV-installatie. Als we echter de totale elektriciteitsprijs van deze bedrijven berekenen, dan komt deze “gemiddeld” een stuk hoger uit.

De EUROSTAT-prijzen zijn totale kostprijzen. We gebruiken verbruikerscategorie IB omdat deze prijs correct is als vermeden elektriciteitskost voor de generieke installatie, maar in feite zitten deze bedrijven eerder in verbruikerscategorie IA. Omdat EUROSTAT enkel de totale kostprijs, en enkel de “gemiddelde” kostprijs voor België geeft, is het nodig om in de toekomst de vermeden elektriciteitsprijs op een andere manier te bepalen. Een vermeden kostprijs van 0,145 €/MWh voor categorie 2 voor deze berekening is zeker correct.

5.2.3.2 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

Basisprijs
Voor de geïnjecteerde elektriciteit wordt uitgegaan van de gemiddelde ENDEX-prijs, meer bepaald van de *year ahead* prijs. Voor het jaar 2017 wordt uitgegaan van de cal 2017 prijzen die bepaald zijn in april 2016 (zie hoofdstuk 4).

Procentuele afslag ten opzichte van de gemiddelde jaarprijs
De basisprijs die gebruikt wordt in de OT-berekeningen is een prijs voor een *base load* profiel. Het is de gemiddelde jaarprijs (*year ahead* cal 2017). Dat wil zeggen dat de stroom evenredig verdeeld wordt over de ganse dag. Stroom van PV-panelen wordt niet geproduceerd volgens een *base load* profiel.

Om te weten hoeveel de eigenaars of uitbaters krijgen voor de geïnjecteerde stroom, verzamelt het VEA zo recent mogelijke contracten voor de verkoop van geïnjecteerde stroom. Tot vorig jaar voerde het VEA continu een bevraging uit bij eigenaars van PV-installaties. Het gaat om PV-installaties waarvoor momenteel een dossier wordt ingediend voor verhoogde investeringsaftrek. Sinds vorig jaar werden deze contracten ook opgevraagd via een marktbevraging bij de eigenaars of uitbaters van PV-installaties die het voorbije jaar in dienst genomen zijn (voor dit rapport: sinds 1 januari 2015). Uit de ontvangen contracten blijkt dat de prijs voor geïnjecteerde stroom berekend wordt in functie van de ENDEX *quarter ahead* prijzen, en in mindere mate ook de Belpex prijs.

De jaarprijzen liggen vast bij de start van het jaar. De kwartaalprijzen en de Belpexprijzen worden (gedeeltelijk) bepaald in het jaar zelf. Het is daarom niet mogelijk om te berekenen hoeveel de PV-eigenaars zullen krijgen voor de geïnjecteerde elektriciteit als ze een contract hebben op basis van de kwartaalprijzen, de maandprijzen of de Belpex-prijzen. In de eerdere rapporten werd uitgegaan van de elektriciteitsprijzen uit recente jaren waarvoor alle prijzen beschikbaar zijn. Dit is een complexe berekeningsmethode. Vanaf dit jaar passen we een vereenvoudigde methodologie toe. We gaan uit van de cal 2017 om de afslag te bepalen. Voor contracten, die gebaseerd zijn op jaarprijzen, kwartaalprijzen of maandprijzen, wordt de formule toegepast op de jaarprijs in plaats van op de prijs die in het contract staat. Dit eenvoudiger en transparanter. Ook voor contracten op basis van de Belpex passen we deze methode toe. In principe zouden we de Belpex-prijs eerst moeten corrigeren voor eventuele profielkosten. Het is echter niet mogelijk om dit te doen, omdat het injectieprofiel niet noodzakelijk lijkt op het productieprofiel. In het algemeen spelen profielkosten niet zo erg mee als bij windturbines. Een deel van de contracten is daarenboven gebaseerd op de gemiddelde Belpex-prijs. Hier speelt sowieso de profielkost geen rol. Voor deze oefening wordt aangenomen dat de profielkosten geen significante invloed hebben op de inkomsten uit geïnjecteerde elektriciteit.

De berekende afslag wordt eveneens gebruikt voor de actualisatie van de bandingfactoren van lopende projecten. Omdat lopende projecten niet jaarlijks een nieuw PPA afsluiten, wordt ervoor gekozen om de komende jaren telkens een “middelste” waarde te bepalen uitgaande van de PPA’s die nog van toepassing zijn. Dit jaar gaan we daarom uit van de PPA’s die vorig jaar en dit jaar zijn opgevraagd en die in 2017 nog geldig zijn. Contracten die niet meer van toepassing zijn, worden gaandeweg weggelaten. Deze berekeningsmethode zorgt er naar alle waarschijnlijkheid voor dat de afslag niet sterk zal variëren de komende jaren.

Op basis van de contracten die afgesloten zijn in 2014 of 2015, die in 2017 nog van toepassing zijn, wordt voor de cal 2017 ter waarde van 0,037 €/kWh een afslag berekend van **19,2%**.

Injectietarief

Er wordt aangenomen dat de referentie-installatie van 60 kW_{piek} de vaste kost betaalt voor een MMR-meter. Er is een verplichting tot AMR-meter, met bijhorende hogere vaste kost, vanaf een vermogen van 100 kW. De gemiddelde variabele injectiekosten worden ook overgenomen van de laagspanningscategorie. Het variabele injectietarief voor laagspanning bedraagt voor 2016 **0,00581 €/kWh**. De vaste injectiekosten worden verrekend tot een vaste jaarlijkse kost.

5.2.3.3 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost werd gebaseerd op facturen van eigenaars of uitbaters van PV-installaties. De opgevraagde facturen omvatten:

- De aankoop en de plaatsing van de zonnepanelen;
- De aankoop en de plaatsing van het montagesysteem;
- Bekabeling van de installatie;
- De aankoop en de plaatsing van de omvormers;
- Keuring van de installatie;

- Netaansluitingskosten;
- Kosten voor projectbegeleiding door studiebureau (optioneel).

Alle eigenaars of uitbaters van installaties in dienst genomen vanaf 1 januari 2015 werden bevraagd in 2016. In totaal werd informatie ontvangen van 34 installaties die onder categorie 2 vallen. Voor de referentie-installatie van 60 kW_{piek} werd op basis van de ontvangen data de totale specifieke investeringskost vastgelegd op **1.340 €/kW_{piek}**. Dit is een iets lager bedrag dan in het vorige rapport [VEA, 2015]. De vorige investeringskost was gebaseerd op een gelijkaardig aantal gegevens. De kostprijzen voor PV-installaties liggen steeds ver uit elkaar. Dat blijkt ook uit de resultaten van deze bevraging.

5.2.3.4 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

Voor installaties in de categorie 10 kW < PV-installatie ≤ 250 kW worden onderhoudskosten in rekening gebracht. Opnieuw hebben we de onderhoudskosten gebaseerd op de marktbevraging van de eigenaars of uitbaters van PV-installaties, in dienst genomen sinds januari 2015. Uit de resultaten blijkt dat veel eigenaars of uitbaters standaard geen vast jaarlijks onderhoudscontract afsluiten. De eerste jaren kan een garantie gelden die een onderhoud overbodig maakt. In andere gevallen kiest men ervoor om het onderhoud in regie te laten uitvoeren. Dat wil wel zeggen dat de onderhoudskosten in die gevallen niet op voorhand bepaald kunnen worden. Vergeleken met de investeringskost, is er – net als vorig jaar - een beperkter aantal gegevens beschikbaar. Vorig jaar waren er 5 gegevens. Dit jaar zijn er 9 gegevens. Daarom nemen we de mediaan van de gegevens van vorig jaar en dit jaar samen. Op basis van de onderhoudscontracten die ontvangen zijn, wordt op die manier voor de referentie-installatie een kost van 12,6 €/kW_{piek} bepaald.

Hier wordt nog het vaste injectietarief bij opgeteld. Installaties tot en met 100 kW zijn niet verplicht om een AMR-meter te plaatsen. Bijgevolg betalen ze de prijs voor een MMR-meter. Deze jaarlijkse kost bedraagt 153 €/jaar. Omgerekend gaat het om een vaste jaarlijkse kost van 2,55 €/kW_{piek}.

Dat levert samen een totale vaste kost in jaar 0 op van **15,1 €/kW_{piek}**.

5.2.3.5 Vervangingsinvestering omvormers

De gemiddelde periode voor vervanging wordt ingeschat op 12 jaar. Er wordt aangenomen dat deze kost niet gewijzigd is ten opzichte van eind 2012. Recentere kostengegevens werden niet verzameld via de laatste marktbevraging. Daarom wordt dezelfde aanname gebruikt als in het VEA-rapport 2012 [VEA, 2013]: 149 €/kWpiek. De vervangingsinvestering wordt ingevoerd in het model als een kost per kW_{piek}.

5.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 2	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	39,8
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	0,410

5.3 GS 250 KW AC VERMOGEN < PV-INSTALLATIE ≤ 750 KW AC VERMOGEN (GS CAT. 3)

5.3.1 Keuze van de referentie-installatie: PV-installatie van 400 kW_{piek}

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten gerealiseerd zijn.

Sinds 1 januari 2013 werden volgens gegevens van de VREG slechts weinig bijkomende installaties binnen deze categorie aangemeld. Daarom wordt de referentie-installatie overgenomen uit het vorig rapport, namelijk een PV-installatie van **400 kW_{piek}** [VEA, 2015/1].

5.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

5.3.2.1 Jaarlijks aantal vollasturen

Voor deze installaties wordt eveneens uitgegaan van de PV GIS tool. Ook hier bedraagt het aantal vollasturen **899 uren**. Voor meer informatie, zie de beschrijving voor PV-installaties categorie 10 kW < PV- installatie ≤ 250 kW op pagina 22.

5.3.2.2 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik van de referentie-installatie is gelijk aan **0,0%**.

5.3.2.3 Bepaling van de zelfafname

De aannames voor het aandeel zelfafname worden vastgelegd in het Energiebesluit en bedraagt voor deze categorie **65%**.

5.3.2.4 Constructieperiode

De constructieperiode (Tc) voor PV-installaties, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op 0 jaar.

5.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie.

5.3.3.1 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De elektriciteit die zelf gebruikt wordt door het bedrijf, zorgt ervoor dat minder elektriciteit van het net afgenomen moet worden. Voor het vorige rapport [VEA, 2015] werd ervoor gekozen om EUROSTAT-gegevens te gebruiken voor de bepaling van de vermeden elektriciteitskosten. Voor de referentie-installatie van 60 kW_{piek} wordt de gemiddelde elektriciteitsprijs zonder B.T.W. van verbruikerscategorie IC (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh) volgens [EUROSTAT, 2016] gebruikt voor de bepaling van de vermeden elektriciteitskosten. Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20. Het zijn gemiddeld grotere bedrijven die dergelijke installaties plaatsen. De uitgespaarde elektriciteitskosten zijn in dat geval lager, maar anderzijds kan het aandeel zelfafname wel hoger zijn. Om dit vast te stellen, moeten deze installaties minstens een jaar in dienst zijn. Dan pas kan het aandeel injectie en zelfafname bepaald worden voor een gans jaar.

Aangezien er binnen deze categorie slechts weinig installaties werden geplaatst de voorbije jaren, zijn er weinig gegevens om een aanname op te baseren.

Ook voor deze generieke installatie is het mogelijk dat de bedrijven in een lagere verbruikerscategorie van EUROSTAT thuishoren. De toewijzing voor deze berekening is echter gebeurd op basis van de vermeden elektriciteitsprijs die voor deze bedrijven afgeleid is van hun elektriciteitsfacturen (meer uitleg hierover staat ter hoogte van 5.2.3.1. Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0, pagina 23).

5.3.3.2 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

Basisprijs
Voor de geïnjecteerde elektriciteit wordt uitgegaan van de gemiddelde ENDEX-prijs, meer bepaald van de *year ahead* prijs. Voor het jaar 2017 wordt uitgegaan van de cal 2017 prijzen die bepaald zijn in april 2016 (zie hoofdstuk 4).

Procentuele afslag ten opzichte van de gemiddelde jaarprijs
De basisprijs die gebruikt wordt in de OT-berekeningen is een prijs voor een *base load* profiel. Het is de gemiddelde jaarprijs (*year ahead* cal 2017). Dat wil zeggen dat de stroom evenredig verdeeld wordt over de ganse dag. Stroom van PV-panelen wordt niet geproduceerd volgens een *base load* profiel.

Meer uitleg over de bepaling van de correctiefactor is terug te vinden ter hoogte van 5.2.3.2. Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0, op pagina 23. De procentuele afslag die op deze manier bepaald werd voor alle PV-installaties van categorie 2 en categorie 3 bedraagt **19,2%**.

Injectietarief
De referentie-installatie van 400 kW_{piek} valt in de categorie 26-1kV of in de categorie TRANS LS. Er wordt een gemiddelde berekend voor beide categorieën, namelijk **0,00242 €/kWh**. Dit zijn de variabele injectiekosten. Er zijn ook vaste jaarlijkse injectiekosten. Deze worden verrekend als een vaste jaarlijkse kost.

5.3.3.3 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost van een PV-installatie van 400 kW_{piek} omvat:
- De aankoop en de plaatsing van de zonnepanelen;
- De aankoop en de plaatsing van het montagesysteem;
- Bekabeling van de installatie;
- De aankoop en de plaatsing van de omvormers;
- Keuring van de installatie;
- Netaansluitingskosten;
- Kosten voor projectbegeleiding door studiebureau (optioneel).

De eigenaars of uitbaters van installaties in dienst genomen vanaf 1 januari 2015 werden bevraagd in 2016. Voor deze categorie ging het slechts over drie installaties. Omwille van het lage aantal installaties, zowel vorig jaar als dit jaar, bepalen we de investeringskost op basis van de kostprijzen van de installaties die in 2014 en 2015 geplaatst zijn. Uit de kosten van de installaties die onder categorie 2 vallen konden we afleiden dat de kostprijs in 2015 niet significant verschillend is dan in 2014. Daarom is het beter om alle data samen te voegen, zodat de dataset groter is. Op basis van deze gegevens hebben we de specifieke investeringskost vastgelegd op **1.090 €/kW_{piek}**. Dit bedrag is lager dan de waarde in het vorige rapport [VEA, 2015].

5.3.3.4 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

Voor installaties in de categorie 250 kW < PV-installatie ≤ 750 kW worden onderhoudskosten in rekening gebracht. Opnieuw worden de onderhoudskosten gebaseerd op de marktbevraging in 2016 van de eigenaars of uitbaters van PV-installaties in dienst genomen sinds januari 2015. Ook voor deze parameter geldt dat er vorig jaar en dit jaar weinig onderhoudscontracten werden opgestuurd. Er zijn slechts een beperkt aantal installaties geplaatst en niet alle bedrijven hebben al een onderhoudscontract afgesloten. Opnieuw leiden we de onderhoudskost af van de onderhoudscontracten van vorig jaar en van dit jaar samen. Op deze manier werd voor de referentie-installatie een kost bepaald van 11,7 €/kW_{piek}.

Hier wordt nog het vaste injectietarief bij opgeteld. Alle installaties groter dan 10 kW omvormersvermogen hebben een AMR-meter. Een installatie van 400 kW_{piek} betaalt jaarlijks gemiddeld 825 €/jaar. Omgerekend gaat het om een vaste jaarlijkse kost van 2,06 €/kW.

Dat levert samen een totale jaarlijkse vaste kost in jaar 0 op van **13,8 €/kW_{piek}**.

5.3.3.5 Vervangingsinvestering omvormers

De gemiddelde periode voor vervanging wordt ingeschat op **12 jaar**. Voor een installatie van 400 kW_{piek} wordt de vervangingskost ingeschat op **75.471 €**.

De kosten voor de vervanging van omvormers zijn gebaseerd op de huidige kostprijzen. Deze investering gebeurt echter pas binnen 12 jaar. Enerzijds wordt verwacht dat de kosten voor de vervanging van omvormers

af zullen nemen. Anderzijds zal het bedrag voor deze investering jaarlijks toenemen als gevolg van de inflatie. Er wordt verwacht dat beide evoluties elkaar zullen opheffen, zodat het bedrag als dusdanig kan gebruikt worden in de berekeningen. Omgerekend geeft dit een kostprijs van **149 € per kW_{piek}**. De vervangingsinvestering wordt ingevoerd in het model als een kost per kW_{piek}.

Er wordt aangenomen dat deze kost niet gewijzigd is ten opzichte van eind vorig jaar. Daarom wordt dezelfde aanname gebruikt als in het vorige VEA-rapport [VEA, 2015].

5.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 3	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	41,0
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	0,423

6 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR WINDTURBINES ≤ 4 MW_e (GS CAT. 4)

6.1.1 Keuze van de referentie-installatie

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten gerealiseerd zijn.

Wat de referentie-installaties betreft, wordt het vermogen overgenomen van het vorige VEA-rapport [VEA, 2014]. Ondertussen is de situatie niet veranderd. Turbines van **2 à 2,3 MW_e** blijven in Vlaanderen de meest voorkomende turbines, maar het aandeel van turbines van **3 MW_e** neemt wel toe. Alle turbines (≤ 4 MW_e) worden meegenomen in de analyse, ongeacht het vermogen.

6.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

6.1.2.1 Jaarlijks aantal vollasturen

Er wordt een gemiddeld aantal equivalente vollasturen bepaald voor gans Vlaanderen.

Om het gemiddeld aantal equivalente vollasturen te bepalen, werd gekeken naar de GSC die werden toegekend tijdens de voorbije vijf jaar, zoals vastgelegd in het Energiebesluit. Bijlage III/1 van het Energiebesluit bepaalt dat enkel turbines met een vermogen > 1,5 MW mogen in rekening gebracht worden en dat windturbines met een aantal vollasturen dat lager ligt dan 30% onder het aldus berekende gemiddelde, vervolgens uit de berekening geschrapt moeten worden. Op basis van de resterende data wordt het uiteindelijke gemiddelde bepaald.

In de eerste plaats worden de vollasturen bepaald van windparken die de voorbije 5 jaar normaal hebben gewerkt. De vollasturen worden per jaar berekend. Uit deze gegevens wordt een "windfactor" afgeleid die gelijk is aan de verhouding tussen de vollasturen van het voorbije jaar en de gemiddelde vollasturen over de afgelopen 5 jaar. Vermenigvuldiging van deze windfactor met de vollasturen van het voorbije jaar geeft voor een windpark een inschatting van de vollasturen van dit windpark tijdens een gemiddeld windjaar (waarbij wordt aangenomen dat het gemiddelde van de voorbije 5 jaar representatief is voor een gemiddeld windjaar).

Voor de bepaling van het aantal vollasturen voor deze OT-berekening wordt uitgegaan van de vollasturen van het voorbije jaar van de meest recente turbines. Enkel turbines die dateren van april 2011 of recenter werden weerhouden voor deze analyse. Hierdoor worden een aantal oude turbines niet in rekening gebracht met uitzonderlijk lage equivalente vollasturen, die niet representatief zijn voor de nieuwe windturbines. Deze vollasturen worden vermenigvuldigd met de "windfactor" en van deze set van "genormaliseerde vollasturen" wordt het gewogen gemiddelde bepaald zoals voorgeschreven door het Energiebesluit: eerst wordt het gemiddelde berekend, vervolgens worden windparken geschrapt waarvan het aantal vollasturen lager ligt dan 30% onder het aldus berekende gemiddelde en op basis van de overblijvende windparken wordt opnieuw het gewogen gemiddelde berekend.

Door enkel uit te gaan van de meest recente turbines, zal in de toekomst ook rekening kunnen gehouden worden met:

- de invloed van de strenger wordende milieuwetgeving (Vlarem);
- verbeteringen in het rendement van de turbines;
- de impact van de lokalisatie van de nieuwe turbines.

Via bovenstaande methode werd een gemiddeld **jaarlijks aantal vollasturen** bepaald van **2.230 uren**. Dit is een aanzienlijke stijging ten opzichte van vorig jaar (2.130 uren).

6.1.2.2 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie is gelijk aan **0,0%**. Het aantal equivalente vollasturen werd immers bepaald aan de hand van het aantal uitgereikte GSC en het eigen verbruik van windenergie is reeds verrekend in het aantal uitgereikte certificaten. Tijdens stilstand verbruiken windturbines ook zeer kleine hoeveelheden elektriciteit van het net. Hiervoor worden de GSC niet gecorrigeerd. Het verbruik van deze elektriciteit wordt wel in rekening gebracht bij de vaste operationele kosten.

6.1.2.3 Bepaling van de zelfafname

De aannames voor het **aandeel zelfafname** wordt vastgelegd in het Energiebesluit. Voor windturbines wordt uitgegaan van **100% injectie**.

6.1.2.4 Constructieperiode

De constructieperiode (Tc) voor windturbines, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

6.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

6.1.3.1 Algemene werkwijze om de financiële parameters vast te leggen

Het VEA past een eenduidige werkwijze toe om de financiële parameters voor de referentie-installatie te bepalen:

- Vanuit de gegevens die bij het VEA beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde groenestroominstallaties, wordt een lijst gemaakt van alle windparken die in dienst genomen zijn in het afgelopen jaar (in dit geval 2015). Alle windparken, in dienst genomen in 2015 en bekend bij het VEA, worden meegenomen.;
- Van al deze windparken worden de financiële gegevens opgevraagd (investeringskost, onderhoudskost), maar ook het jaarlijks aantal draaiuren (werkelijke productie of P50-waarde uit de windstudie), de afmetingen van de windturbines (masthoogte en rotordiameter) en eventuele speciale omstandigheden (die een hogere of lagere kostprijs kunnen verklaren);
- Om te verzekeren dat de verschillende eigenaars of uitbaters vergelijkbare kosten opgeven, werd een sjabloon opgemaakt. In deze sjabloon wordt in detail omschreven welke kosten allemaal in rekening gebracht moeten worden. Er is een sjabloon voor de investeringskost en een sjabloon voor de onderhoudskost;
- Voor alle windparken geldt een verplichting om deze informatie aan te leveren;
- Dit jaar werden alle PPA’s (contract voor de verkoop van de geïnjecteerde stroom) van alle windparken opgevraagd. Deze dataset zal de komende jaren geactualiseerd worden en uitgebreid worden met de PPA’s van bijkomende nieuwe windparken;
- Voor alle gevraagde financiële informatie was gevraagd om deze voor 100% te onderbouwen via facturen en contracten. Niet alle kosten kunnen op die manier onderbouwd worden. In ieder geval moet uitgelegd worden hoe de kost bepaald werd;
- Voor elk van de parameters die bepaald moeten worden beschikken we over een beperkt aantal gegevens. De gegevens worden steeds op de aanwezigheid van statistische uitschieters (aan de hand van de interkwartielafstand) onderzocht. Vervolgens nemen we de mediaan van de resterende gegevens als middelste waarde van de dataset.

6.1.3.2 Specifieke investeringskost

We hebben voor de windparken in dienst genomen in 2015 gevraagd om de daartoe ontwikkelde sjabloon in te vullen. Volgende deelkosten moesten begroot worden:

- Windturbine;
- Projectontwikkeling: enkel de ontwikkelingskosten voor het windpark zelf worden in rekening gebracht, niet de ontwikkelingskosten van niet gerealiseerde projecten;
- Bodemonderzoek;

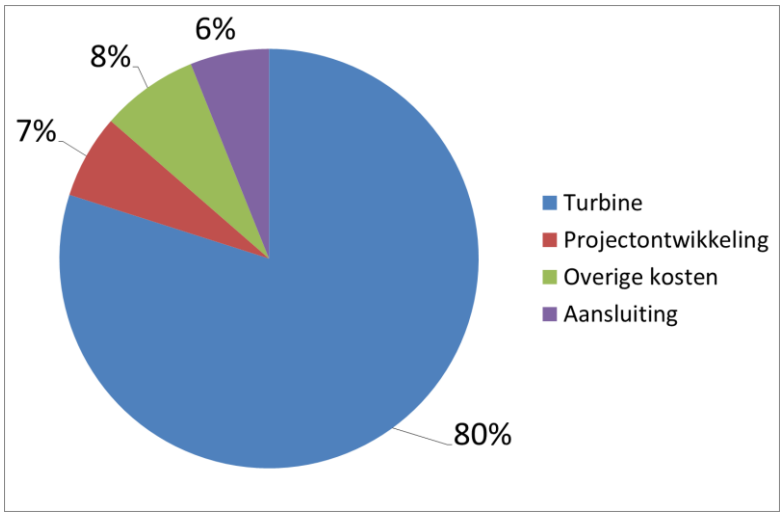
- Belendende werken (toegangswegen, werkplatformen, tijdelijke verhardingen, funderingen en subfunderingen, speciale werken (vb. verleggen van pijpleidingen, inkapselen van pijpleidingen en tanks…), EPCM contract, andere werken;
- Elektrische aansluiting;
- Veiligheid;
- Andere kosten.

De “andere kosten” die opgegeven moeten worden (bij verschillende van de kostenposten) zijn verder omschreven in de sjabloon, zodat ook voor deze kosten duidelijk is welke kosten waar in rekening gebracht moeten worden.

De grootste kost is voor alle windparken de windturbine zelf, hoewel zelfs daarvoor de aandelen in de totale kostprijs aanzienlijk variëren, namelijk van 60% tot 90% van de totale investeringskost. Ook de andere “kostenposten” hebben een opmerkelijke variatie in aandeel:
- Ontwikkelingskosten: van 1% tot en met 14% van de totale investeringskost;
- Elektrische aansluiting: van 3% tot en met 10% van de totale investeringskost;
- Overige kosten: van 3% tot en met 13% van de totale investeringskost.

Een hoog of laag aandeel staat daarom nog niet gelijk aan respectievelijk hoge of lage absolute kosten. De aandelen zijn immers relatief ten opzichte van de totale investeringskost.

Op basis van de mediaan van het aandeel per kostenpost en een omrekening naar 100%, wordt een “middelste” verdeling berekend van de investeringskost over de verschillende kostenposten. Deze verdeling wordt ook bekomen op basis van de medianen van elk van de deelkosten. De resulterende verdeling is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1:Verdeling van de investeringskost over de verschillende kostenposten

Naast de windturbine (kost van de turbines, kost voor fundering en subfundering) blijkt de projectontwikkeling een belangrijke bijdrage te leveren tot de totale investeringskost, maar ook de netaansluiting is een bijna even belangrijke kostenpost. De rest van de deelkosten hebben we dit jaar samengevoegd, omdat het gaat om verschillende kleinere deelkosten. Op basis van de onderbouwing van de cijfers kan besloten worden dat de hoogste waarde van ontwikkelingskosten enkel betrekking heeft op het project in kwestie en niet een gemiddelde ontwikkelingskost is voor gerealiseerde en niet-gerealiseerde projecten samen. Ontwikkelingskosten nemen in het algemeen af in functie van de grootte van het windpark. In bepaalde gevallen heeft de uitbater het project gekocht van een andere ontwikkelaar. In andere gevallen werd het project ook ontwikkeld door de uitbater.

In totaal werden de gegevens opgevraagd en ontvangen van 26 windparken. Er moesten geen uitschieters verwijderd worden uit de dataset. Op basis van deze data werd een investeringskost bepaald van **1.360 €/kW**.

6.1.3.3 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

Op basis van gegevens over dezelfde 26 windparken die in dienst genomen zijn in 2015 werd een operationele kost bepaald voor de referentie-installatie, rekening houdend met de variabele kosten, de vaste kosten en het recht van opstal.

Ook voor de onderhoudskosten werd een sjabloon ontwikkeld. Voor de vaste en variabele onderhoudskosten wordt telkens een onderscheid gemaakt tussen:

- Onderhoudskosten;[7]
- Exploitatiekosten;[8]
- Verplichte studies na bouw park (geluidstudie, keuringen, eventueel andere);
- *Landlease* kosten;[9]
- Injectiekosten.

De eigenaars of uitbaters van de windparken hebben doorgaans de reële kosten opgegeven voor de post *landlease* kosten. Het zijn deze kosten die geplafonneerd zijn door het Energiebesluit op 5000 €/windturbine[10]. Uit de gegevens blijkt dat de werkelijke kosten veel hoger zijn dan het plafond dat in rekening gebracht wordt.

Zowel de vaste als de variabele injectiekosten worden niet voor alle windparken opgegeven. In vorige rapporten werden de variabele injectiekosten nog eens afzonderlijk in rekening gebracht ter hoogte van de marktprijs voor elektriciteit. In dit rapport berekenen we een vaste kost op basis van de vaste kosten inclusief het vaste injectietarief en op basis van de variabele kosten inclusief het variabele injectietarief. Enkel voor de windparken waarvoor geen injectiekosten zijn opgegeven, worden volgende tarieven extra in rekening gebracht:

- Variabel tarief: er van uitgaande dat de referentie-installatie valt in de categorie 26-1kV of in de categorie TRANS LS. Er werd een gemiddelde berekend voor beide categorieën: 0,00326 €/kWh;
- Vast tarief: alle installaties groter dan 10 kW hebben een AMR-meter. Voor een injectiepunt van een windpark wordt jaarlijks gemiddeld 821 €/jaar betaald. Er kunnen één of meerdere windturbines aangesloten zijn op één injectiepunt. Op basis van de windparken waarvoor deze vaste kosten werden opgegeven, komen uit op de aanname dat 1,75 windturbines per injectiepunt worden aangesloten. Hieruit volgt een “gemiddelde” vaste kost van 821/(1,75*2300) €/kW.

Voor de variabele operationele kosten werd eerst een omrekening gemaakt naar vaste kosten op basis van het aantal opgegeven vollasturen, i.e. ofwel de werkelijke draaiuren van het eerste jaar productie ofwel de P50-waarde van de windstudie die uitgevoerd werd voor het windpark. Op die manier kon voor ieder windpark een totale operationele kost bepaald worden die uitgedrukt wordt als een vaste kost. Op basis van deze cijfers is nagegaan of er statistische uitschieters in de dataset zaten. Er blijken twee waarden te hoog en twee waarden te laag. De mediaan wijzigt niet door deze waarden te schrappen. Om de vaste kost uiteindelijk te bepalen van de referentie-installatie, werd de variabele operationele kost van ieder windpark omgerekend naar een vaste kost op basis van de vollasturen die gebruikt worden voor de referentie-installatie, namelijk 2.230 uren. De mediaan hiervan komt op **46,0 €/kW**. Deze waarde is hoger dan vorig jaar. Aangezien het aantal vollasturen dit jaar ook beduidend hoger is, zijn de omgerekende variabele kosten ook hoger en wordt uiteindelijk een hogere “vaste” operationele kost bekomen.

[7] Onderhoudscontract met windturbine leverancier, andere onderhoudscontracten met derden mbt onderhoud windturbine (keuringen ed.), vervanging onderdelen, onderhoudscontracten cabines, onderhoudscontracten wegenis, onderhoudscontract ijsdetectie & veilige opstart.

[8] Administratieve kosten, boekhoudkosten, interne opvolgingskost engineering en bouw windturbinepark, interne opvolgingskost exploitatie-dispatching-verkoop stroom/GSC, groenonderhoud, juridische kosten, milieucoördinator, verzekeringskosten, klachtenbeheer, eventueel andere kosten.

[9] Opstalrechten, overhangrechten, toegangswegen, kabel, eventueel andere.

[10] Voor het recht van opstal wordt uitgegaan van het maximale bedrag van 5.000 euro per jaar dat volgens het Energiebesluit mag verrekend worden.

6.1.3.4 Kost voor geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

Afslag
Voor de geïnjecteerde elektriciteit wordt uitgegaan van de gemiddelde ENDEX-prijs, meer bepaald van de *year ahead* prijs. Voor het jaar 2017 wordt uitgegaan van de cal 2017 prijs die bepaald is in april 2016 (zie hoofdstuk 4).

Elektriciteit van windenergie krijgt niet de volledige ENDEX *year ahead* prijs omwille van volgende redenen:
- De ENDEX-prijzen gelden voor een *base load* profiel, voor elektriciteit die gelijkmatig verdeeld is over een ganse dag. Windenergie beantwoordt niet aan een *base load* profiel en kan daardoor in principe alleen verkocht worden op de BELPEX, en niet op de ENDEX. De prijzen op de BELPEX liggen gemiddeld gezien lager dan de prijzen op de ENDEX;
- Er zijn onbalanskosten die moeten betaald worden ten gevolge van afwijkingen in de voorspellingen van de productie van windenergie;
- Windenergie wordt zowel overdag als tijdens de nacht geproduceerd, waarvan een relatief groot stuk tijdens de nacht. De productie tijdens de nacht levert minder op dan gemiddeld, omdat de vraag dan laag is. Op dagen dat er veel wind is, is er een kannibalisatie-effect. Net omdat er veel windenergie wordt geproduceerd op de tijdstippen, zal de prijs lager zijn dan gemiddeld.

Dit jaar werden alle eigenaars of uitbaters van windparken in Vlaanderen bevraagd via de marktbevraging. Er werd gevraagd om alle **power purchase agreements** (PPA's) op te sturen voor bestaande windparken. Op die manier krijgen we een volledig overzicht van alle contracten. Slechts één windpark heeft niet geantwoord. Het gaat om een uitbater die slechts één windpark uitbaat. Het windpark valt echter niet onder het nieuwe steunmechanisme en is daarmee ook niet representatief.

De jaarprijzen liggen vast bij de start van het jaar. De kwartaalprijzen en de Belpex-prijzen worden (gedeeltelijk) bepaald in het jaar zelf. Het is daarom niet mogelijk om te berekenen hoeveel de uitbaters van de windparken zullen krijgen voor de geïnjecteerde elektriciteit als ze een contract hebben op basis van de kwartaalprijzen, de maandprijzen of de Belpex-prijzen. In de eerdere rapporten werd uitgegaan van de elektriciteitsprijzen uit recente jaren waarvoor alle prijzen beschikbaar zijn. Dit is een complexe berekeningsmethode. Vanaf dit jaar passen we een vereenvoudigde methodologie toe. We gaan uit van de cal 2017 om de afslag te bepalen. Voor contracten, die gebaseerd zijn op jaarprijzen, kwartaalprijzen of maandprijzen, wordt de formule toegepast op de jaarprijs in plaats van op de prijs die in het contract staat. Deze methode is eenvoudiger en transparanter. Voor contracten op basis van de Belpex moet nog rekening gehouden worden met de profielkost (of het kannibalisatie-effect). Daarom wordt op basis van statistieken die beschikbaar zijn via de website van Elia en op basis van de reële Belpex-prijzen in recente jaren een berekening gemaakt van de verhouding tussen de gemiddelde Belpex in een jaar en de gemiddelde Belpexprijs die geldt tijdens de uren dat de windparken elektriciteit produceren. Deze factor neemt de afgelopen jaren toe. Omdat deze stijging verklaard kan worden door een toename in het vermogen van windturbines in Vlaanderen, wordt beoordeeld dat best de factor voor het meest recente jaar wordt gebruikt: in 2015 was de gemiddelde Belpex tijdens uren dat windenergie werd geproduceerd 7,8% lager dan de algemeen gemiddelde Belpex. Voor contracten op basis van de Belpex wordt de formule bijgevolg toegepast op de cal 2017 die verlaagd is met 7,8% en niet op de volledige cal 2017.

De afslag werd bepaald enerzijds op basis van de PPA's van windparken die in dienst genomen zijn sinds 2013 en anderzijds op basis van de PPA's van windparken die steun krijgen onder het nieuwe steunmechanisme. Er werd een "afslag" berekend per windpark. De mediaan van deze waarden werd genomen als "gemiddelde" afslag. Het resultaat van beide berekeningen was identiek: **9,0%.**

De berekende afslag wordt eveneens gebruikt voor de actualisatie van de bandingfactoren van lopende projecten. Omdat lopende projecten niet jaarlijks een nieuw PPA afsluiten, wordt ervoor gekozen om de komende jaren telkens uit te gaan van de windparken die onder het nieuwe steunmechanisme vallen. Deze dataset wordt enerzijds ieder jaar uitgebreid met PPA's van bijkomende nieuwe windparken. Anderzijds

worden de PPA's indien nodig geactualiseerd. Deze berekeningsmethode zorgt er naar alle waarschijnlijkheid voor dat de afslag niet sterk zal variëren de komende jaren.

6.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 4	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	62,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,642**

7 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR NIEUWE BIOGASINSTALLATIES

7.1 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5 MW_e VOOR VERGISTING VAN HOOFDZAKELIJK MEST- EN/OF LAND- EN TUINBOUWGERELATEERDE STROMEN (GS CAT. 5)

7.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.400 kW_e op 100% biogas

Er wordt door het VEA aangenomen dat er zich in het afgelopen jaar geen significante wijzigingen hebben voorgedaan bij de technische parameters van de biogasinstallaties. De technische parameters van het VEA rapport 2015/1 werden geactualiseerd op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde groenestroominstallaties. Deze parameters worden overgenomen voor het VEA rapport 2016/1. Er wordt gekozen voor een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas, met een bruto vermogen van **2.400 kW_e**.

7.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.1.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA rapport 2015/1. Het **bruto elektrisch rendement** van deze installatie is gelijk aan **42,5%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **53,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte).Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 41,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.1.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA rapport 2015/1. Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **8.080 uren**. Hierbij werd rekening gehouden met een verminderd aantal vollasturen gedurende het eerste exploitatiejaar.

7.1.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA rapport 2015/1. **Het aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** bestaat uit het elektrisch verbruik voor de voorbehandeling van het biogas en de vergister, voor de digestaatnabehandeling en voor de hulpdiensten van de WKK, en wordt vastgelegd op **14,4%.** Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC}**), bestaat uit het elektrisch verbruik voor de hulpdiensten van de WKK-installatie, voor de vergister en voorbehandeling van het biogas

(enkel het niet-BBT deel) en voor de transportenergie tot aan het Vlaams Gewest, en wordt vastgelegd op **3,4%**.

7.1.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK en naverwerking), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.1.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost wordt vastgelegd op **3.740 €/kW$_e$**, op basis van gegevens van de marktbevraging 2016 van representatieve installaties. Biogasinstallaties in dienst genomen vanaf 2013 werden bevraagd voor de specifieke investeringskost.

Deze kost bestaat uit de investeringskost voor het opslaan van de inputstromen, het voorbehandelen van de inputstromen, de anaerobe vergisting van de biomassa, de voorbehandeling van het biogas, de WKK-installatie, digestaatnabehandeling, ontwikkelingskosten en andere kosten, zoals bv. aansluitingskosten. De kost werd eerst bepaald excl. de digestaatnabehandelingskost, gezien niet alle installaties een representatieve methode van digestaatnabehandeling toepassen. Daarna werd een kost bepaald voor deze digestaatnabehandeling. De som van beide vormt de totale specifieke investeringskost. Via de marktbevraging 2016 werden enkel representatieve gegevens verkregen voor de behandeling van de dunne fractie digestaat. De behandeling voor de dikke fractie digestaat wordt bepaald door dezelfde factor van de kost toe te passen t.o.v. van de totale digestaatkost die in het VEA-rapport 2015/1 werd aangenomen.

7.1.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** worden vastgelegd op **379 €/kW$_e$**, op basis van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. Enkel de biogasinstallaties in dienst genomen vanaf 2013 werden bevraagd. Deze kosten bestaan uit de onderhoudskosten, kosten voor het vervangen van onderdelen, verzekeringskosten, administratieve kosten, personeelskosten, verbruiksgoederen, opstartkosten, eventuele andere brandstofkosten en overige operationele kosten.

7.1.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 2.400 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00262 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.1.3.4 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien de vrijgekomen warmte van de WKK-motor wordt gebruikt bij het vergistingsproces als best beschikbare techniek (BBT) gerelateerde verwerking van mest en organische biologische afvalstromen wordt de marktwaarde van de nuttige warmte niet in rekening gebracht bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

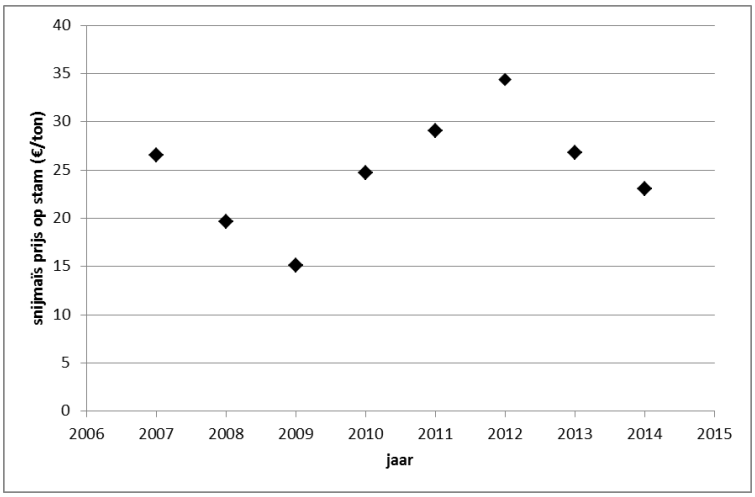
7.1.3.5 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.1.4 blijkt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van mest en organisch-biologische afvalstromen groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.1.3.6 Ingaande stoffen

De ingaande stoffen van de agrarische vergister zijn mest, maïs en organisch biologisch afval (OBA). De OBA-kost wordt bepaald op basis van de marktbevraging in 2016 van de representatieve installaties en bedraagt 29,1 €/ton. Voor de OBA-prijs wordt een jaarlijkse stijging verondersteld van 2,00%, op basis van de algemene waarde voor inflatie (zie hoofdstuk 4). De mestprijs wordt eveneens bepaald op basis van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties en bedraagt -5,5 €/ton. Er wordt aangenomen dat de mestprijs verder stabiel zal blijven, of m.a.w. dat er een jaarlijkse stijging van 0% wordt aangenomen. Voor maïs wordt de kostprijs enerzijds gebaseerd op gegevens van de afdeling monitoring en studie van het departement Landbouw en Visserij voor snijmaïs op stam. De maïsprijs schommelde in het verleden sterk tussen 2007 en 2014 (zieFiguur 2) met een verschil tussen minimum- en maximumwaarde van 20 €/ton. Voor de bepaling van de maïsprijs wordt verondersteld dat dit periodiek verloop in de toekomst verder wordt voortgezet. Ook voor de maïsprijs moet echter een prijs voor jaar 0 bepaald worden en een jaarlijkse index. Hierbij wordt gerekend met een constante jaarlijkse snijmaïsprijs van 25 €/ton, wat voor bepaalde jaren een onderschatting zal zijn van de snijmaïsprijs en gecompenseerd wordt door de overschatting van de andere jaren. Anderzijds wordt de maïsprijs ook bepaald uit de gegevens van de marktbevraging 2016. De kostprijs voor het hakselen van de maïs, het transport naar de site, het inkuilen van de maïs en de kuilfolie komt neer op een totale som van 14,0 €/ton. Samen met de snijmaïsprijs zelf komt dit neer op een totale kostprijs voor maïs van 39,0 €/ton.

De aandelen van de verschillende ingaande stoffen (percentage ten opzichte van de totale hoeveelheid input) worden bepaald aan de hand van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven per ingaande stof (maïs, mest en OBA), wat hun aandeel is ten opzichte van de totale inputhoeveelheid, de hoeveelheid (in ton/jaar), de prijs (in €/ton) en de jaarlijkse index. De totale hoeveelheid ingaande stof die ingevuld wordt in het OT-model bedraagt **43.600 ton** met een gewogen gemiddelde prijs van **21,2 €/ton.**



Figuur 2: Evolutie van snijmaïsprijs op stam (€/ton) in functie van de tijd [AMS - departement Landbouw en Visserij, 2016]

	Aandeel (%)	Input (ton/j)	Prijs (€/ton) 2016	Index (%)
Maïs	7,5%	3.270	39,0	0%
Mest	25,0%	10.900	-5,5	0%
OBA	67,5%	29.430	29,1	2%
Totaal	100,0%	43.600	21,2	1,86%

Tabel 1: Ingaande stoffen bij agrarische vergisters.

Zoals hierboven beschreven is het duidelijk dat de verschillende ingaande stoffen van de agrarische vergisters sterk van elkaar verschillen qua kostprijs en qua veronderstelde evolutie van de kostprijs in de tijd. Daarom

werd een methodologie ontwikkeld zodanig dat de kostprijs van de ingaande stoffen ($KO_{IS,t}$) in het OT model wordt berekend als de som van de kosten/opbrengsten van de afzonderlijke componenten mest, maïs en OBA, elk met hun eigen index.

De formule die gehanteerd wordt om de kosten/opbrengsten te berekenen van de ingaande stoffen wordt in bijlage III/1 van het Energiebesluit als volgt gedefinieerd:

$$KO_{IS,t} = M_{IS}\ x\ PO_{IS}\ x\ (1 + i_{IS})^t$$

Waarbij M_{IS} de hoeveelheid (massa) ingaande stoffen op jaarbasis bedraagt in ton; PO_{IS} de kosten of opbrengsten aan ingaande stoffen per ton in jaar 0, inclusief de financieringskosten voor de aankoop van ingaande stoffen in €/ton en i_{IS} de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen.

In het verleden werd een gewogen gemiddelde index in het OT model ingegeven. Sinds het definitief VEA-rapport 2014/1 wordt gebruik gemaakt van de uitdrukking voor i_{IS} zodanig dat de kostprijs/opbrengst van de ingaande stromen wordt berekend als de som van de afzonderlijke componenten, elk met hun eigen index:

$$KO_{IS,t} = M_{IS,1}\ x\ PO_{IS,1}\ x\ (1 + i_{IS,1})^t + M_{IS,2}\ x\ PO_{IS,2}\ x\ (1 + i_{IS,2})^t + M_{IS,3}\ x\ PO_{IS,3}\ x\ (1 + i_{IS,3})^t$$

waarbij de indices 1, 2 en 3 verwijzen naar de drie afzonderlijke componenten van de agrarische vergister, nl. mest, maïs en OBA. De parameters i_{IS} is bijgevolg gelijk aan:

$$i_{IS} = \left(\frac{M_{IS,1}\ x\ PO_{IS,1}\ x\ (1 + i_{IS,1})^t + M_{IS,2}\ x\ PO_{IS,2}\ x\ (1 + i_{IS,2})^t + M_{IS,3}\ x\ PO_{IS,3}\ x\ (1 + i_{IS,3})^t}{M_{IS} x\ PO_{IS}}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Deze formule is afhankelijk van de tijd. In het OT model moet de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering gegeven worden. Wanneer $\mathbf{i_{IS}}$ berekend wordt doorheen de jaren t op basis van de gegevens die vermeld worden in Tabel 1, wordt een gemiddelde index van **1,86%** bekomen.

7.1.3.7 Uitgaande stoffen

De digestaatnaverwerking wordt mee opgenomen in de bepaling van de onrendabele top. De procesketen werd overgenomen van rapport 2015/1. Hierbij gaan we uit dat het ruwe digestaat volledig mechanisch wordt gescheiden in een dunne fractie die biologisch nabehandeld wordt en wordt uitgereden op het land, en een dikke fractie die gedroogd wordt door middel van de beschikbare warmte uit de bio-WKK tot 85% droge stof gehalte.

Via de marktbevraging werden gegevens opgevraagd voor het drogen van de dikke fractie digestaat. Deze prijzen varieerden tussen 21,5 €/ton kostprijs tot 25 €/ton opbrengst. Hierbij werd een duidelijk prijsverschil opgemerkt in functie van het percentage droge stof gehalte (DS), met hoge kosten bij een laag DS% en hoge opbrengsten bij een hoog DS%.
De gegevens waarvan het DS gehalte gekend was (via factuur) werden verder gebruikt en uitgezet voor de exploitatiejaren 2013 en 2014 op een grafiek (kost/opbrengst in functie van het DS%). Voor beide jaren werd een trendlijn bepaald en werd de kostprijs bepaald voor gedroogde dikke fractie bij 85% DS gehalte. Vervolgens werd het gemiddelde berekend van beide jaren en werd dit aangenomen als de opbrengst voor de gedroogde dikke fractie, namelijk 9,11 €/ton opbrengst.

Voor de verwerkte dunne fractie die wordt uitgereden op het land, wordt gerekend met 5,16 €/ton afzetkosten. Deze prijs werd bepaald op basis van resultaten van de marktbevraging 2016. De kosten werden opgevraagd voor 2013 en 2014. Net zoals bij de dikke fractie werd het gemiddelde van beide jaren genomen als de kost voor de dunne fractie, nl. 5,16 €/ton.

Voor de bepaling van de totale hoeveelheid af te zetten digestaat werd uitgegaan van 1,1 ton onttrokken vocht per MWh groene warmte. Hieruit werd bepaald dat **15.000 ton be-/verwerkt digestaat** kan worden afgezet aan een kost van **3,00 €/ton**.

De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de uitgaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%** .

7.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 5	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	117
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	1,21
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

7.2 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5 MW_e VOOR DE VERGISTING VAN GFT BIJ EEN BESTAANDE COMPOSTERINGSINSTALLATIE (GS CAT. 6)

7.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e op 100% biogas

Vergisting van GFT-afval gebeurt in het beheer van intercommunale afvalverwerkingsbedrijven. Voor de referentie-installatie voor de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie wordt uitgegaan van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **1.300 kW_e**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1. De bestaande composteringsinstallatie is geen onderdeel van de referentie-installatie.

Omwille van gebrek aan voldoende recentere gegevens over installaties in deze categorie zijn de waarden voor verschillende technische en financiële parameters gebaseerd op deze van de vorige VEA-rapporten.

7.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.2.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie worden overgenomen uit het VEA-rapport 2014/1. Het **bruto elektrisch rendement** is **39,9%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **49,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,5%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie,

overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.2.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het jaarlijks aantal vollasturen wordt overgenomen uit het VEA-rapport 2015/1 en is gelijk aan **7.200 uren**.

7.2.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een GFT vergister is hoger dan bij andere vergistingsinstallaties en wordt vastgelegd op **22%**. Dit eigenverbruik werd overgenomen uit VEA-rapport 2015/1. Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor certificatenverplichting, wordt vastgelegd op **2,0%** (**EV_{GSC})** en werd eveneens overgenomen uit het VEA-rapport 2015/1.

7.2.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK en naverwerking), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.2.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** wordt vastgelegd op **12.200 €/kW$_e$**. De kosten voor de bestaande composteringsinstallatie worden niet meegenomen. Deze waarde wordt bepaald op basis van de aangenomen waarde van rapport 2012/1 en wordt geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (4,03% voor gegevens uit 2013) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met een verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

7.2.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** worden vastgelegd op **728 €/kW$_e$.** De kosten gerelateerd aan de bestaande composteringsinstallatie worden niet meegenomen. Deze waarde wordt bepaald op basis van de aangenomen waarde van rapport 2012/1 en wordt geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (4,03% voor gegevens uit 2013) [FPB, 2016].

7.2.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 1.300 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Er wordt uitgegaan van de gemiddelde kostprijs van het jaar 2015: 0,0964 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

7.2.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 1.300 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00273 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.2.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 1,3 MW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

7.2.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.2.4 blijkt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit GFT-vergisting bij een bestaande composteringsinstallatie groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.2.3.7 Ingaande stoffen

Voor GFT-vergisters wordt uitgegaan van een totale capaciteit van **35.000 ton GFT per jaar**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1. De gate fee voor GFT-vergisters werd bepaald op basis van gegevens opgeleverd van de marktbevraging van de representatieve installaties en bedraagt **-76,3 €/ton.**

De gatefee van het GFT-afval blijft eerder stabiel doorheen de tijd, vandaar dat de **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen** wordt vastgelegd op **0%**.

7.2.3.8 Uitgaande stoffen

Omdat GFT verplicht moet worden verwerkt tot compost (afvalstoffenwetgeving), wordt het digestaat afgezet aan een composteringsinstallatie, ofwel extern, maar meestal 'on site'. Daarom wordt een gelijke kost gerekend voor het digestaat. De afzetkost voor het digestaat wordt vastgelegd op **76,3 €/ton**. Voor het digestaat wordt uitgegaan van 31.000 ton digestaat per jaar, zoals aangenomen in het VEA-rapport 2015/1.

De gatefee voor het GFT-afval blijft eerder stabiel doorheen de tijd, vandaar dat de **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de uitgaande stoffen** wordt vastgelegd op **0%**.

7.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 6	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	295
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	3,04
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

7.3 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5 MW_e VOOR DE RECUPERATIE VAN STORTGAS (GS CAT. 7)

7.3.1 Keuze van de referentie-installatie: recuperatie van stortgas met een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op 100% biogas

Voor een representatieve biogasinstallatie voor de recuperatie van stortgas wordt uitgegaan van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtinstallatie (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **500 kW_e**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1. De verplichte gasonttrekkingsinstallatie is geen onderdeel van de referentie-installatie.

Omwille van gebrek aan voldoende recentere gegevens over installaties in deze categorie zijn de waarden voor verschillende technische en financiële parameters gebaseerd op deze van de vorige VEA-rapporten.

7.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.3.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit het VEA-rapport 2015/1. **Het bruto elektrisch rendement is 35,8%** en het **netto thermisch rendement is 15,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%**. Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 6,4%. Gezien de referentie-installatie kleiner is dan 1 MW_e , is dit een kwalitatieve warmte-krachtinstallatie, die bijgevolg recht heeft op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.3.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1 en wordt vastgelegd op **4.600 uren**.

7.3.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de recuperatie van stortgas wordt vastgelegd op **2,2%**. Dit eigenverbruik bestaat uit de stroom nodig voor de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten voor de motor. Dit aandeel werd gelijk gesteld aan het elektrisch eigenverbruik van de warmte-krachtkoppeling op biogas uit agrarische stromen (zie paragraaf 9.1.2.3). Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting, bestaat enkel uit de hulpdiensten van de WKK **(EV_{GSC})** en wordt vastgelegd op **2,0%,** zoals aangenomen in het VEA-rapport 2015/1.

7.3.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.3.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** wordt vastgelegd op **1.500 €/kW$_e$,** op basis van de OT-studie van VITO in 2006 [VITO, 2006]. De investeringskosten voor de gasonttrekkingsinstallatie worden niet mee in rekening gebracht omdat deze onttrekking wettelijk verplicht is. Deze kost werd geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (21,70% voor gegevens uit 2006) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met een verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

7.3.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** worden vastgelegd op **183 €/kW$_e$** op basis van de OT-studie van VITO in 2006 [VITO, 2006]. De kosten gerelateerd aan de gasonttrekking worden niet mee in rekening gebracht omdat deze onttrekking wettelijk verplicht is. Deze waarde werd geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (21,70% voor gegevens uit 2006) [FPB, 2016].

7.3.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00294 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.3.3.4 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW$_e$ in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0270 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0 % (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

7.3.3.5 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.3.4 blijkt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van stortgas groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.3.3.6 Ingaande stoffen

Het opgevangen stortgas wordt gerecupereerd uit afvalstorten. Daarom wordt er **geen kost** voor de ingaande stromen aangerekend.

7.3.3.7 Uitgaande stoffen

Bij de recuperatie van stortgas worden **geen bij- of eindproducten** gegenereerd.

7.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 7	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	53,8
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,555**

7.4 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5 MW_e VOOR DE VERGISTING VAN RIOOLWATERZUIVERINGS (RWZI) SLIB (GS CAT. 8)

7.4.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 290 kW_e op 100% biogas

Voor een representatieve biogasinstallatie voor de vergisting van rioolwaterzuiveringsslib wordt uitgegaan van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **290 kW_e**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1. De vergister is geen onderdeel van de referentie-installatie.

Voor het vastleggen van de technische en financiële parameters werd voornamelijk afgestemd met de afvalwaterzuiveringsmaatschappij Aquafin N.V. en gekeken naar data die beschikbaar is uit de literatuur en via kennisinstellingen.

Omwille van gebrek aan voldoende recentere gegevens over installaties in deze categorie zijn de waarden voor verschillende technische parameters gebaseerd op deze van de vorige VEA-rapporten.

7.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.4.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1. Het **bruto elektrisch rendement** is **32,7%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **40,0%.**

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte).Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 23,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.4.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1 en is gelijk aan **3.000 uren**.

7.4.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting van RWZI-slib wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de elektriciteit nodig voor de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK. Dit aandeel werd gelijk gesteld aan het elektrisch eigenverbruik van de warmte-krachtkoppeling op biogas uit agrarische stromen (zie paragraaf 9.1.2.3). Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, bestaat enkel uit de hulpdiensten van de WKK en wordt vastgelegd op **2,0%**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1.

7.4.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties voor de vergisting van RWZI-slib, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.4.3.1 Specifieke investeringskost

Aangezien de vergistingsinstallatie wordt beschouwd als onderdeel van de waterzuivering, wordt enkel de WKK-installatie beschouwd bij de onrendabeletop-berekening. De specifieke investeringskost wordt vastgelegd op **1.680 €/kW$_e$**, op basis van facturen voor de WKK-installatie uit 2013 van Aquafin N.V. Hierbij werd een extra kost aangerekend voor de voorbehandeling van het biogas. Deze werd bepaald aan de hand van de marktbevraging 2016 voor agrarische vergisters en werd verondersteld gelijk te zijn aan de kost voor de voorbehandeling van het biogas bij RWZI-slib vergisters.

Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (4,03% voor gegevens uit 2013) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

7.4.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** worden vastgelegd op **0,0249 €/kWh$_e$** [Aquafin N.V.] en bestaat enkel uit de kost voor het all-in onderhoudscontract van de WKK (gasmotor). Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig de inschatting van het Federaal Planbureau (4,03% voor gegevens uit 2013) [FPB, 2016].

7.4.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een biogasinstallatie van 290 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Er wordt uitgegaan van de gemiddelde kostprijs van het jaar 2015: 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

7.4.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 290 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,0122 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.4.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Aangezien enkel de WKK-installatie wordt meegenomen in de OT berekening, wordt de marktwaarde van de nuttige warmte in rekening gebracht.

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 290 kW_e in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0270 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0299 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0 % (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

7.4.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.4.4 volgt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit vergisting van RWZI-slib nul is. Er worden dus **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.4.3.7 Ingaande stoffen

Het biogas uit de anaerobe behandeling van het RWZI-slib wordt beschouwd als een valoriseerbaar bijproduct in het afvalwaterbehandelingsproces. Er worden dus **geen kosten** voor meegenomen bij de bepaling van de onrendabele top.

7.4.3.8 Uitgaande stoffen

Enkel de kosten van de WKK-installatie werden in rekening gebracht bij het bepalen van de onrendabele top voor de groene stroom uit biogas van RWZI-biogasinstallaties. Het digestaat van de anaerobe slibbehandeling wordt hierbij beschouwd als een restproduct van het afvalwaterzuiveringsproces. Er wordt dus **geen kosten** voor meegenomen bij de bepaling van de onrendabele top.

7.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 8	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-18,7
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

7.5 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES T.E.M. 5 MW_e: OVERIGE VERGISTERS (GS CAT. 9)

7.5.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.000 kW_e op 100% biogas

Voor de representatieve biogasinstallatie wordt uitgegaan van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtinstallatie (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **2.000 kW_e**, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1.

Omwille van gebrek aan voldoende recentere gegevens over installaties in deze categorie zijn de waarden voor verschillende technische en financiële parameters gebaseerd op deze van de vorige VEA-rapporten.

7.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.5.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1. **Het bruto elektrisch rendement is 39,9%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 49,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,4%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.5.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het jaarlijks aantal vollasturen wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1 en is gelijk aan **7.000 uren**.

7.5.2.3 Aandeel eigenverbruik

Voor industriële biogasinstallaties wordt het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** vastgelegd op **10%**. Dit aandeel werd overgenomen van VEA-rapport 2015/1 en bestaat uit de nodige stroom voor de voorbehandeling van het biogas en de vergister, de digestaatbehandeling en de hulpverbruiken van de warmte-krachtinstallatie. Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, wordt overgenomen uit VEA-rapport 2015/1 en bestaat enkel uit de nodige stroom voor de hulpdiensten van de warmte-krachtinstallatie. **EV_{GSC}** wordt vastgelegd op **2,0%**.

7.5.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK en naverwerking), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.5.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** wordt ingeschat op **6.130 €/kW$_e$** op basis van VITO OT-studie 2010 [VITO, 2010]. Deze kost bestaat uit de investeringskost voor de ingaande stoffen, voor de digestaatnabehandeling, de vergister en de WKK-installatie. De waarde werd geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (11,99% voor gegevens uit 2010)) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met een verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

7.5.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** worden vastgelegd op **553 €/kW$_e$**, op basis van de de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. Enkel de biogasinstallaties in dienst genomen vanaf 2013 werden bevraagd. Deze kosten bestaan uit de onderhoudskosten, kosten voor het vervangen van onderdelen, verzekeringskosten, administratieve kosten, personeelskosten, verbruiksgoederen, opstartkosten, eventuele andere brandstofkosten en overige operationele kosten.

7.5.3.3 Vermeden kost elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Er wordt uitgegaan van de gemiddelde kostprijs van het jaar 2015: 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

7.5.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00264 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.5.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien de vrijgekomen warmte van de WKK motor wordt gebruikt bij het vergistingsproces als BBT (best beschikbare techniek) gerelateerde verwerking van organische biologische afvalstromen, wordt de marktwaarde van de nuttige warmte niet in rekening gebracht bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.5.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.5.4 volgt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van overige stromen groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.5.3.7 Ingaande stoffen

Er wordt uitgegaan van **41.000 ton** input OBA per jaar, zoals aangenomen in VEA rapport 2015/1. De kostprijs voor OBA wordt overgenomen van OBA prijs bij agrarische vergisters (zie paragraaf 7.1.3.6) en bedraagt **29,1 €/ton**.
De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%**.

7.5.3.8 Uitgaande stoffen

De digestaatnaverwerking wordt mee opgenomen in de bepaling van de onrendabele top. De procesketen werd overgenomen van rapport 2015/1. Hierbij gaan we uit dat het ruwe digestaat volledig mechanisch wordt gescheiden in een dunne fractie, die biologisch nabehandeld wordt en wordt uitgereden op het land, en een dikke fractie die gedroogd wordt door middel van de beschikbare warmte uit de bio-WKK tot 85% droge stof gehalte.

Via de marktbevraging werden gegevens opgevraagd voor het drogen van de dikke fractie digestaat. Deze prijzen varieerden tussen 21,5 €/ton kostprijs en 25 €/ton opbrengst. Hierbij werd een duidelijk prijsverschil opgemerkt in functie van het percentage droge stof gehalte (DS), met hoge kosten bij laag DS% en hoge opbrengsten bij hoog DS%. De gegevens waarvan het DS gehalte gekend was (via factuur) werden verder gebruikt en uitgezet voor de exploitatiejaren 2013 en 2014 op een grafiek (kost/opbrengst in functie van het DS%). Voor beide jaren werd een trendlijn bepaald en werd de kostprijs bepaald voor gedroogde dikke fractie bij 85% DS gehalte. Vervolgens werd het gemiddelde berekend van beide jaren en werd dit aangenomen als de opbrengst voor de gedroogde dikke fractie, namelijk 9,11 €/ton opbrengst.

Voor de verwerkte dunne fractie die kan wordt uitgereden worden op het land, wordt gerekend met 5,16 €/ton afzetkosten. Deze prijs werd bepaald op basis van gegevens verkregen door de marktbevraging . De kosten werden opgevraagd voor 2013 en 2014. Net zoals bij de dikke fractie werd het gemiddelde aangenomen van beide jaren als de kost voor de dunne fractie, nl. 5,16 €/ton.

Voor de bepaling van de totale hoeveelheid af te zetten digestaat werd uitgegaan van 1,1 ton onttrokken vocht per MWh groene warmte. Hieruit werd bepaald dat **18.700 ton be-/verwerkt digestaat** kan worden afgezet aan een kost van **3,69 €/ton**.

De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de uitgaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%** .

7.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 9	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	273
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,81
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

7.6 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e VOOR DE VERGISTING VAN HOOFDZAKELIJK MEST- EN/OF LAND- EN TUINBOUW-GERELATEERDE STROMEN (GS CAT. 10)

7.6.1 Keuze van de referentie-installatie: vergistingsinstallatie van land- en tuinbouwgerelateerde stromen met een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e op 100% biogas

Momenteel zijn er in Vlaanderen slechts twee certificaatgerechtigde biogasinstallaties voor de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwgerelateerde stromen binnen deze categorie operationeel. Gezien dit te weinig is om een keuze voor een referentie-installatie op te baseren, wordt de referentie-installatie voor deze categorie arbitrair vastgelegd. Er wordt gekozen voor een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (interne verbrandingsmotor) van **7 MW_e**, waarbij sommige parameters worden bepaald door herschaling op basis van kleinschalige installaties onder de 5 MW_e (GS categorie 5).

7.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.6.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in GS categorie 5 (zie paragraaf 7.1.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **42,5%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **53,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 41,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.6.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het jaarlijks aantal vollasturen van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 5 en is gelijk aan **8.080 uren** (zie paragraaf 7.1.2.2).

7.6.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** (EV_{EL}) en het aandeel bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, worden overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 5 en wordt respectievelijk vastgelegd op **14,4%** en **3,4%** (zie paragraaf 7.1.2.3).

7.6.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK en naverwerking), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.6.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** voor de referentie-installatie in deze categorie wordt vastgelegd op **2.990€/kW$_e$**, op basis van de waarde die aangenomen is voor GS categorie 5 (zie paragraaf 7.1.3.1), rekening houdend met een schaalfactor ten opzichte van kleinere vermogens. Deze kost bestaat uit de investeringskost voor het opslaan van de inputstromen, het voorbehandelen van de inputstromen, de anaërobe vergisting van de biomassa, de voorbehandeling van het biogas, de WKK-installatie, digestaatnabehandeling, ontwikkelingskosten en andere kosten, zoals bv. aansluitingskosten.

7.6.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden vastgelegd op **303 €/kW$_e$**, op basis van de waarde die aangenomen is voor GS categorie 5 (zie paragraaf 7.1.3.2), rekening houdend met een schaalfactor tot opzichte van kleinere vermogens.

7.6.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00281 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.6.3.4 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien de vrijgekomen warmte van de WKK-motor wordt gebruikt bij het vergistingsproces als best beschikbare techniek (BBT) gerelateerde verwerking van mest en organische biologische afvalstromen wordt de marktwaarde van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte niet in rekening gebracht.

7.6.3.5 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.6.4 volgt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van mest en organisch-biologische afvalstromen groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

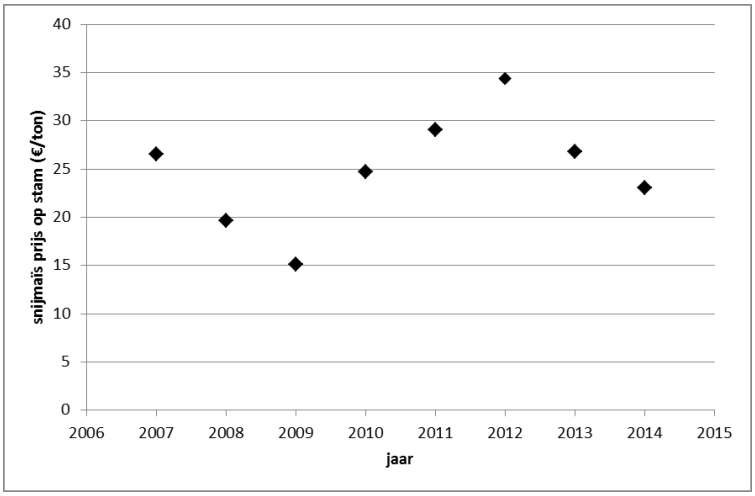
7.6.3.6 Ingaande stoffen

De ingaande stoffen van de agrarische vergister zijn mest, maïs en organisch biologisch afval (OBA).

De OBA kost wordt bepaald op basis van de marktbevraging in 2016 (facturen) van de representatieve installaties en bedraagt 29,1 €/ton. Voor de OBA prijs wordt een jaarlijkse stijging verondersteld van 2,00%, op basis van algemene inflatie (zie hoofdstuk 4). De mestprijs wordt eveneens bepaald op basis van de marktbevraging 2016 (facturen) van de representatieve installaties en bedraagt -5,5 €/ton. Er wordt aangenomen dat de mestprijs verder stabiel zal blijven, of m.a.w. dat er een jaarlijkse stijging van 0% wordt aangenomen. De kostprijs van maïs wordt enerzijds gebaseerd op gegevens van de afdeling monitoring en studie van het departement Landbouw en Visserij voor snijmaïs op stam. De maïsprijs schommelde in het verleden sterk tussen 2007 en 2014 (zie Figuur 3) met een verschil tussen minimum- en maximumwaarde van 20 €/ton. Voor de bepaling van de maïsprijs wordt verondersteld dat dit periodiek verloop in de toekomst verder wordt voortgezet. Ook voor de maïsprijs moet echter een prijs voor jaar 0 bepaald worden en een jaarlijkse index. Hierbij wordt gerekend met een constante jaarlijkse snijmaïsprijs van 25 €/ton, wat voor bepaalde jaren een onderschatting zal zijn van de maïsprijs en gecompenseerd wordt door de overschatting van de andere jaren. Anderzijds wordt de maïsprijs bepaald uit de gegevens van de marktbevraging 2016

(facturen). De kostprijs voor het hakselen van de maïs, het transport naar de site, het inkuilen van de maïs en de kuilfolie komt neer op een totale som van 14,0 €/ton. Samen met de snijmaïsprijs zelf komt dit neer op een kostprijs voor maïs van 39,0 €/ton.

De aandelen van de verschillende ingaande stoffen (percentage ten opzichte van de totale hoeveelheid input) worden bepaald aan de hand van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven per ingaande stof (maïs, mest en OBA) wat hun aandeel is ten opzichte van de totale inputhoeveelheid, de hoeveelheid (in ton/jaar), de prijs (in €/ton) en de jaarlijkse index. De totale hoeveelheid die ingevuld wordt in het model bedraagt **165.000 ton** met een gewogen gemiddelde prijs van **21,2 €/ton** en een index van **1,86%** waarbij de bepaling van deze index hieronder verder wordt uitgelegd.



Figuur 3: Evolutie van snijmaïsprijs op stam (€/ton) in functie van de tijd [AMS - departement Landbouw en Visserij, 2016]

	compositie	input (ton/j)	prijs (€/ton) 2016	Index (%)
Maïs	7,5%	12.375	39,0	0%
Mest	25,0%	41.250	-5,5	0%
OBA	67,5%	111.375	29,1	2%
Totaal	100,0%	165.000	21,2	1,86%

Tabel 2: Ingaande stoffen bij agrarische vergisters

Zoals hierboven beschreven is het duidelijk dat de verschillende ingaande stoffen van de agrarische vergisters sterk van elkaar verschillen qua kostprijs en qua veronderstelde evolutie van de kostprijs in de tijd. Daarom werd een methodologie ontwikkeld zodanig dat de kostprijs van de ingaande stoffen ($KO_{IS,t}$) in het OT model wordt berekend als de som van de kosten/opbrengsten van de afzonderlijke componenten mest, maïs en OBA, elk met hun eigen index.

De formule die gehanteerd wordt om de kosten/opbrengsten te berekenen van de ingaande stoffen wordt in bijlage III/1 van het Energiebesluit als volgt gedefinieerd:

$$KO_{IS,t} = M_{IS}\ x\ PO_{IS}\ x\ (1 + i_{IS})^t$$

Waarbij M_{IS} de hoeveelheid (massa) ingaande stoffen op jaarbasis bedraagt in ton; PO_{IS} de kosten of opbrengsten aan ingaande stoffen per ton in jaar 0, inclusief de financieringskosten voor de aankoop van ingaande stoffen in €/ton en i_{IS} de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen.

In het verleden werd een gewogen gemiddelde index in het OT model ingegeven. Sinds het definitief VEA-rapport 2014/1 wordt gebruik gemaakt van de uitdrukking voor i_{IS} zodanig dat de kostprijs/opbrengst van de ingaande stromen wordt berekend als de som van de afzonderlijke componenten, elk met hun eigen index:

$$KO_{IS,t} = M_{IS,1}\ x\ PO_{IS,1}\ x\ (1 + i_{IS,1})^t + M_{IS,2}\ x\ PO_{IS,2}\ x\ (1 + i_{IS,2})^t + M_{IS,3}\ x\ PO_{IS,3}\ x\ (1 + i_{IS,3})^t$$

waarbij de indices 1, 2 en 3 verwijzen naar de drie afzonderlijke componenten van de agrarische vergister, nl. mest, maïs en OBA.

De parameters i_{IS} is bijgevolg gelijk aan:

$$i_{IS} = \left(\frac{M_{IS,1}\ x\ PO_{IS,1}\ x\ (1 + i_{IS,1})^t + M_{IS,2}\ x\ PO_{IS,2}\ x\ (1 + i_{IS,2})^t + M_{IS,3}\ x\ PO_{IS,3}\ x\ (1 + i_{IS,3})^t}{M_{IS} x\ PO_{IS}}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Deze formule is afhankelijk van de tijd. In het OT model moet de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering gegeven worden. Wanneer i_{IS} berekend wordt doorheen de jaren t op basis van de gegevens die vermeld worden in Tabel 2, wordt een **gemiddelde index** van **1,86%** bekomen.

7.6.3.7 Uitgaande stoffen

De digestaatnaverwerking wordt mee opgenomen in de bepaling van de onrendabele top. De procesketen werd overgenomen van rapport 2015/1. Hierbij gaan we uit dat het ruwe digestaat volledig mechanisch wordt gescheiden in een dunne fractie, die biologisch nabehandeld wordt en wordt uitgereden op het land, en een dikke fractie die gedroogd wordt door middel van de beschikbare warmte uit de bio-WKK tot 85% droge stof gehalte.

Via de marktbevraging werden gegevens opgevraagd voor het drogen van de dikke fractie digestaat. Deze prijzen varieerden tussen meer dan 20 €/ton kostprijs en 25 €/ton opbrengst. Hierbij werd een duidelijk prijsverschil opgemerkt in functie van het percentage droge stof gehalte (DS), met hoge kosten bij laag DS% en hoge opbrengsten bij hoog DS%. De gegevens waarvan het DS gehalte gekend was (via factuur) werden verder gebruikt en uitgezet voor de exploitatiejaren 2013 en 2014 op een grafiek (kost/opbrengst in functie van het DS%). Voor beide jaren werd een trendlijn bepaald en werd de kostprijs bepaald voor gedroogde dikke fractie bij 85% DS gehalte. Vervolgens werd het gemiddelde berekend van beide jaren en werd dit aangenomen als de opbrengst voor de gedroogde dikke fractie, namelijk 9,11 €/ton opbrengst.

Voor de verwerkte dunne fractie die kan wordt uitgereden worden op het land, wordt gerekend met 5,16 €/ton afzetkosten. Deze prijs werd bepaald op basis van gegevens verkregen door de marktbevraging. De kosten werden opgevraagd voor 2013 en 2014. Net zoals bij de dikke fractie werd het gemiddelde aangenomen van beide jaren als de kost voor de dunne fractie, nl. 5,16 €/ton.

Voor de bepaling van de totale hoeveelheid af te zetten digestaat werd uitgegaan van 1,1 ton onttrokken vocht per MWh groene warmte. Hieruit wordt bepaald dat **72.500 ton be-/verwerkt digestaat** kan worden afgezet aan een kost van **3,69 €/ton**.

De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de uitgaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%** .

7.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 10	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	107
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	1,10

De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

7.7 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e VOOR DE VERGISTING VAN GFT BIJ EEN BESTAANDE COMPOSTERINGSINSTALLATIE (GS CAT. 11)

7.7.1 Keuze van referentie-installatie: GFT-vergistingsinstallatie met interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e op 100% biogas

Momenteel zijn er in Vlaanderen geen biogasinstallaties voor de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie in deze categorie operationeel. Er wordt dus een theoretische beschouwing gemaakt van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (een interne verbrandingsmotor) van **7.000 kW_e** op 100% biogas, waarbij sommige parameters worden bepaald door herschaling op basis van kleinschalige installaties onder de 5 MW_e (GS categorie 6).

7.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.7.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **39,9%** en het **netto thermisch rendement** is **49,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,5%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.7.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 6 en is gelijk aan **7.200 uren** (zie paragraaf 7.2.2.2).

7.7.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een GFT-vergister is hoger dan bij andere vergistingsinstallaties en wordt vastgelegd op **22%,** zoals bepaald voor GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.2.3). Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, wordt ook overgenomen van GS categorie 6 en wordt vastgelegd op **2,0%.**

7.7.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.7.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** van de referentie-installatie in deze categorie wordt vastgelegd op **9.800 €/kW$_e$**. De kosten voor de bestaande nacomposteringsinstallatie worden niet meegenomen in de berekening. Deze kost wordt bepaald door herschaling van de waarde die aangenomen werd in GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.3.1). Deze cijfers zijn moeilijk verifieerbaar, gezien het beperkt aantal projecten dat tot nu toe in Vlaanderen werden gerealiseerd (IGEAN, Brecht; IVVO, Ieper).

7.7.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie omvatten de operationele kosten. Deze worden vastgelegd op **583 €/kW$_e$**. De kosten voor de bestaande nacomposteringsinstallatie worden niet meegenomen in de berekening. Deze kost werd bepaald door herschaling van de waarde die aangenomen werd in GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.3.2).

7.7.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van EUROSTAT (2015). Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 7.000 kWe kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT (2015) neer op een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). De stijging van de distributienettarieven voor de referentieperiode vertaalt zich hoofdzakelijk bij stijgende kosten voor "kleine" verbruikers [VREG, 2016]. Het VEA stelt daarnaast vast dat de energieprijzen op de groothandelsmarkt momenteel een sterk dalende trend vertonen, met een versnelling in deze trend sinds november 2015. Die daling zal volgens het VEA doorwerken in de verbruikersprijs van de bedrijven. Het lijkt dan ook niet aannemelijk dat de EUROSTAT-cijfers voor 2015 t.a.v. de berekening voor 2017 gestegen zouden zijn, waardoor voor de berekeningen uitgegaan wordt van deze EUROSTAT-waarden van 2015, zonder indexering.

7.7.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0.

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00283 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.7.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 7 MW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

7.7.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.7.4 volgt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie groter is dan 1. Er wordt dus een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.7.3.7 Ingaande stoffen

Voor GFT wordt uitgegaan van een totale capaciteit van **189.000 ton** GFT per jaar, zoals aangenomen in VEA-rapport 2015/1 en een gemiddelde gatefee van **-76,3 €/ton,** overgenomen zoals bepaald voor GS categorie 6 (zie 7.2.3.7).

De gatefee voor GFT-afval blijft eerder stabiel doorheen de tijd, vandaar dat **de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen** wordt vastgelegd op **0%**.

7.7.3.8 Uitgaande stoffen

Omdat GFT verplicht moet worden verwerkt tot compost (afvalstoffenwetgeving), wordt het digestaat afgezet aan een composteringsinstallatie, hetzij extern, maar meestal 'on site'. Daarom wordt een gelijke kost gerekend voor het digestaat. De afzetkost voor het digestaat wordt vastgelegd op **76,3 €/ton.**Voor het digestaat wordt uitgegaan van **167.000 ton per jaar**, zoals aangenomen in het VEA-rapport 2015/1.

De gatefee voor GFT-afval blijft eerder stabiel doorheen de tijd, vandaar dat **de verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen** wordt vastgelegd op **0%**.

7.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 11	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	205
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,11
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

7.8 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20MW_e VOOR DE RECUPERATIE VAN STORTGAS (GS CAT. 12)

7.8.1 Keuze van de referentie-installatie: recuperatie van stortgas met een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e op 100% biogas

Er zijn momenteel in Vlaanderen geen biogasinstallaties voor de recuperatie van stortgas met een bruto elektrisch vermogen tussen 5 MW_e en 20 MW_e operationeel. Er wordt dus een theoretische beschouwing gemaakt van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtinstallatie (een interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **5.500 kW_e**, waarbij sommige parameters worden bepaald door herschaling op basis van kleinschalige installaties onder de 5 MW_e (GS categorie 7).

7.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.8.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **35,8%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **15,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%**. Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van de bovenstaande rendementen wordt een relatieve primaire energiebesparing bekomen van 6,4%. Dit betekent dat biogasinstallaties voor de recuperatie van stortgas tussen de 5 MW_e en de 20 MW_e niet beschouwd kunnen worden als kwalitatieve warmte-krachtinstallaties. Ze komen dus niet in aanmerking voor steun via warmte-krachtcertificaten.

7.8.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 7 en is gelijk aan **4.600 uren** (zie paragraaf 7.3.2.2).

7.8.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de recuperatie van stortgas wordt vastgelegd op **2,2%,** zoals bij GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.2.3). Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, wordt overgenomen van GS categorie 7 en bedraagt **2,0%**.

7.8.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.8.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** van de referentie-installatie in deze categorie wordt vastgelegd op **1.200 €/kW_e**. Deze kost werd bepaald door herschaling van de waarde die aangenomen werd in GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.3.1).

7.8.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie bevatten de operationele kosten en zijn gelijk aan **146 €/kW_e**. Deze kost werd bepaald door herschaling van de waarde die aangenomen werd in GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.3.2).

7.8.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00283 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.8.3.4 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2016), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

7.8.3.5 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.8.4volgt dat de WKK-installatie niet kwalitatief is, waardoor deze geen recht heeft op warmte-krachtcertificaten. Er worden dus **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.8.3.6 Ingaande stoffen

Het opgevangen stortgas wordt gerecupereerd uit afvalstorten. Daarom wordt er **geen kost** voor ingaande stoffen aangerekend.

7.8.3.7 Uitgaande stoffen

Bij de recuperatie van stortgas worden **geen bij- of eindproducten** gegenereerd.

7.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 12	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	37,7
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,389**

7.9 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e VOOR DE VERGISTING VAN RIOOLWATERZUIVERING (RWZI) SLIB (GS CAT. 13)

7.9.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e op biogas

Er zijn momenteel in Vlaanderen geen biogasinstallaties tussen 5 MW_e en 20 MW_e voor de vergisting van rioolwaterzuiveringslib (RWZI) operationeel. Er wordt dus een theoretische beschouwing gemaakt van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtkoppeling (interne verbrandingsmotor), van **5,5 MW_e op 100% biogas**, waarbij sommige parameters worden bepaald door herschaling op basis van kleinschalige installaties onder 5 MW_e (GS categorie 8).

7.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.9.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **32,7%** en het **netto thermisch rendement** is **40,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 23,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.9.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 8 en is gelijk aan **3.000 uren** (zie paragraaf 7.4.2.2).

7.9.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting van RWZI-slib wordt vastgelegd op **2,2%,** zoals aangenomen bij GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.2.3). Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, wordt eveneens overgenomen van GS categorie 8 en bedraagt **2,0%** .

7.9.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties voor de vergisting van RWZI-slib, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.9.3.1 Specifieke investeringskost

Aangezien de vergistingsinstallatie wordt beschouwd als onderdeel van de waterzuivering, wordt enkel de WKK-installatie beschouwd bij de onrendabeletop-berekening. De **specifieke investeringskost** van de referentie-installatie in deze categorie wordt vastgelegd op **1.340 €/kW$_e$**, op basis van herschaling van de aangenomen waarden van GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.3.1) .

7.9.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden vastgelegd op **0,0199 €/kWh$_e$**. Deze waarde wordt bepaald aan de hand van de aangenomen waarde van GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.3.2) en herschaald naar een groter vermogen van 5.500 kW$_e$.

7.9.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een

vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

7.9.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00331 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.9.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Aangezien enkel de WKK-installatie wordt meegenomen in de OT berekening, wordt de marktwaarde van de nuttige warmte in rekening gebracht.

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0 % (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

7.9.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.9.4 volgt dat de onrendabele top voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van RWZI-slib negatief is. Hierdoor wordt bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten in rekening gebracht.

7.9.3.7 Ingaande stoffen

Het biogas uit de anaerobe behandeling van het RWZI-slib wordt beschouwd als een valoriseerbaar bijproduct in het afvalwaterbehandelingsproces. Er worden dus **geen kosten** doorgerekend in de OT-bepaling.

7.9.3.8 Uitgaande stoffen

Enkel de kosten van de WKK-installatie worden in rekening gebracht bij het bepalen van de onrendabele top voor de groene stroom uit biogas van RWZI-biogasinstallaties. Het digestaat van de anaerobe slibbehandeling wordt hierbij beschouwd als een restproduct van het afvalwaterzuiveringsproces. Er worden dus **geen kosten** voor verrekend in de OT-bepaling.

7.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 13	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-30,6
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

7.10 NIEUWE BIOGASINSTALLATIES GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e: OVERIGE VERGISTERS (GS CAT. 14)

7.10.1 Keuze van de referentie-installatie: vergisting van organisch biologische afvalstromen met een interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op biogas

Er zijn momenteel in Vlaanderen nog geen biogasinstallaties tussen 5 MW_e en 20 MW_e voor de vergisting van overige stromen geïnstalleerd. Er wordt daarom een theoretische beschouwing gemaakt van een biogasinstallatie inclusief warmte-krachtinstallatie (interne verbrandingsmotor) op 100% biogas van **7 MW_e**, waarbij sommige parameters worden bepaald door herschaling op basis van kleinschalige installaties onder de 5 MW_e (GS categorie 9).

7.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

7.10.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in GS categorie 9 (zie paragraaf 7.5.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **39,9%** en het **netto thermisch rendement** is **49,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,4%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

7.10.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit GS categorie 9 en is gelijk aan **7.000 uren** (zie paragraaf 7.5.2.2).

7.10.2.3 Aandeel eigenverbruik

Voor industriële biogasinstallaties wordt het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** overgenomen van GS categorie 9 en wordt het vastgelegd op **10%**. Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten aanvaardbaar voor certificatenverplichting **(EV_{GSC})**, wordt eveneens overgenomen van GS categorie 9 en bedraagt **2,0%** (zie paragraaf 7.5.2.3).

7.10.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor biogasinstallaties (inbegrepen WKK en naverwerking), gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

7.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

7.10.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** van de referentie-installatie in deze categorie wordt vastgelegd op **4.910€/kW$_e$**, op basis van herschaling van de aangenomen waarden van GS categorie 9 (zie paragraaf 7.9.3.1) .

7.10.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden vastgelegd op **426 €/kW$_e$**. Deze waarde wordt bepaald aan de hand van de aangenomen waarde van GS categorie 9 (zie paragraaf 7.9.3.2) en herschaald naar een groter vermogen van 7.000 kW$_e$.

7.10.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 7 MW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

7.10.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00282 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

7.10.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien de vrijgekomen warmte van de WKK motor wordt gebruikt bij het vergistingsproces als best beschikbare techniek (BBT) gerelateerde verwerking van organische biologische afvalstromen wordt de marktwaarde van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte niet in rekening gebracht bij de bepaling van de onrendabele top voor groen stroom.

7.10.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 9.10.4 volgt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie via verbranding van biogas uit de vergisting van overige stromen groter is dan 1. Er wordt daarom een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

7.10.3.7 Ingaande stoffen

Er wordt uitgegaan van **150.000 ton** input OBA per jaar, zoals aangenomen in VEA rapport 2015/1. De kostprijs voor OBA wordt overgenomen van OBA prijs bij agrarische vergisters (zie paragraaf 7.6.3.6) en bedraagt **29,1 €/ton**.
De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de ingaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%**.

7.10.3.8 Uitgaande stoffen

De digestaat-naverwerking wordt mee opgenomen in de bepaling van de onrendabele top. De procesketen werd overgenomen van rapport 2015/1. Hierbij gaan we uit dat het ruwe digestaat volledig mechanisch wordt gescheiden in een dunne fractie, die biologisch nabehandeld wordt en wordt uitgereden op het land, en een

dikke fractie die gedroogd wordt door middel van de beschikbare warmte uit de bio-WKK tot 85% droge stof gehalte.

Via de marktbevraging werden gegevens opgevraagd voor het drogen van de dikke fractie digestaat. Deze prijzen varieerden tussen meer dan 20 €/ton kostprijs en 25 €/ton opbrengst. Hierbij werd een duidelijk prijsverschil opgemerkt naargelang het percentage droge stof gehalte (DS) met hoge kosten bij laag DS% en hoge opbrengsten bij hoog DS%. De gegevens waarvan het DS gehalte gekend was (via factuur) werden verder gebruikt en uitgezet voor de exploitatiejaren 2013 en 2014 op een grafiek (kost/opbrengst in functie van het DS%). Voor beide jaren werd een trendlijn bepaald en werd de kostprijs bepaald voor gedroogde dikke fractie bij 85% DS gehalte. Vervolgens werd het gemiddelde berekend van beide jaren en werd dit aangenomen als de opbrengst voor de gedroogde dikke fractie, namelijk 9,11 €/ton opbrengst.

Voor de verwerkte dunne fractie die kan wordt uitgereden worden op het land, wordt gerekend met 5,16 €/ton afzetkosten. Deze prijs werd bepaald op basis van gegevens verkregen door de marktbevraging . De kosten werden opgevraagd voor 2013 en 2014. Net zoals bij de dikke fractie werd het gemiddelde aangenomen van beide jaren als de kost voor de dunne fractie, nl. 5,16 €/ton.

Voor de bepaling van de totale hoeveelheid af te zetten digestaat werd uitgegaan van 1,1 ton onttrokken vocht per MWh groene warmte. Hieruit wordt bepaald dat **69.000 ton be-/verwerkt digestaat** kan worden afgezet aan een kost van **3,70 €/ton**.

De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de uitgaande stoffen wordt op basis van de algemene inflatie (zie hoofdstuk 4) vastgelegd op **2,0%** .

7.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 14	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	223
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,30
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

8 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR VERBRANDINGSINSTALLATIES

8.1 NIEUWE INSTALLATIES VOOR DE VERBRANDING VAN VASTE BIOMASSA MET EEN MAXIMAAL VERMOGEN TOT EN MET 20 MW_e (GS CAT. 15)

8.1.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine met een vermogen van 10 MW_e op vaste biomassa

De referentie-installatie wordt niet gewijzigd ten opzichte van VEA-rapport 2014/1. Er wordt gekozen voor een **stoomturbine** met een vermogen van 10 MW_e op vaste biomassa. Minstens 85% van de input (energetisch) moet uit vaste biomassa bestaan [VREG, 2013]. Er wordt aangenomen dat 100% van de input uit vaste biomassa bestaat.

8.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

8.1.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie worden overgenomen van de VEA-rapporten 2014/1 en 2015/1. Het **bruto elektrisch rendement** is gelijk aan **26,3%** en het **netto thermisch rendement** is **15,0%.**

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 34%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie in deze categorie is gelijk aan **34,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is gelijk aan **81%**, overeenkomstig het bepaalde in het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan -16,5%. Dit betekent dat de warmte-krachtinstallatie niet kwalitatief is en dus geen recht heeft op warmte-krachtcertificaten.

8.1.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het jaarlijks aantal vollasturen wordt niet overgenomen uit de vorige VEA-rapporten, maar wordt afgeleid van de werkelijke vollasturen van bestaande Vlaamse installaties. In vorig rapport werd uitgegaan van 7.900 vollasturen. Dit blijkt echter niet haalbaar in de praktijk. Het A-hout, dat verwerkt wordt in de praktijk, blijkt variabel qua vochtgehalte en dus ook onderste verbrandingswaarde en resulteert in een lager aantal vollasturen. Op basis van productiegegevens van bestaande installaties wordt het aantal vollasturen vastgelegd op **6.800 uren**.

8.1.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik **(EV_{EL})** van verbrandingsinstallaties op vaste biomassa wordt afgeleid van de resultaten van de marktbevraging van de meest recente installaties in Vlaanderen die vaste biomassa en vast biomassa-afval verwerken. In het VEA-rapport 2015/1 werd uitgegaan van 2,0%. In de praktijk blijkt het eigen verbruik echter een stuk hoger te liggen. Op basis van de resultaten van de marktbevraging wordt een eigen verbruik van **11,1%** bekomen. Deze installatie verwerkt geen afval. Bijgevolg wordt het volledige eigen verbruik ook overgenomen als **aandeel van de bruto elektriciteitsproductie die niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten, aanvaardbaar voor de certificatenverplichting (EV_{GSC}).**

8.1.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor verbrandingsinstallaties op vaste biomassa, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **2 jaar**.

8.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

8.1.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost werd dit jaar gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging. Omdat de kostengegevens die opgevraagd zijn, dateren van een aantal jaren geleden, worden deze geïndexeerd tot 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoomturbines met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. Zo wordt gekomen tot een **specifieke investeringskost** voor 2016 van **4.500 €/kW$_e$**.

8.1.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in het jaar 0

De vaste operationele kosten per eenheid capaciteit in jaar 0 worden eveneens gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging. De operationele kosten die in de vorige rapporten werden gebruikt, waren inschattingen voor een gelijkaardige installatie vooraleer de installatie operationeel was (87,7 €/kW$_e$). Vooral de personeelsinzet was sterk onderschat. Het gevolg is dat de werkelijke vaste operationele kosten een stuk hoger liggen: m.n. **282 €/kW**.

8.1.3.3 Variabele kosten per eenheid productie in het jaar 0

Ook de **variabele operationele kost per eenheid productie in jaar 0** wordt gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging. In de voorgaande rapporten werd een inschatting gebruikt voor een gelijkaardige installatie vooraleer de installatie operationeel was. In de praktijk blijkt dat de kosten veel hoger zijn. Deze kosten zijn dan vooral het gevolg van de voorbehandeling van het hout en van het grote volume assen dat geproduceerd wordt. Bijgevolg wordt een variabele operationele kost gebruikt van **0,0297 €/kWh** (versus 0,00685 €/kWh).

8.1.3.4 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een stoomturbine van 10 MW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IE behoort (20.000 MWh < verbruik < 70.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 van 0,0772 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Deze prijs wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20). Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0772 €/kWh**.

8.1.3.5 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2015. Er wordt verondersteld dat een stoomturbine van 10 MW$_e$ wordt aangesloten op het Trans HS net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,000530 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat het variabele deel van het injectietarief.

Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost geteld. Het percentage van de onbalans op de marktwaarde van elektriciteit bij verkoop wordt gelijkgesteld aan **0,5%**. Deze waarde is gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging. Vorig jaar werd een hogere onbalanskost doorgerekend: 1,68% [VEA, 2015].

8.1.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een stoomturbine van 10 MW_e in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 bedraagt 0,0205 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze prijs wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0227 €/kWh**.

8.1.3.7 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Zoals toegelicht in paragraaf 8.1.2.1 is de warmte-krachtinstallatie niet kwalitatief. Er worden dan ook **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten meegerekend.

8.1.3.8 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor verbrandingsinstallaties op vaste biomassa wordt aangenomen dat 100% van de input (energetisch) bestaat uit vaste biomassa, meer bepaald A-hout dat verbrand mag worden voor energetische valorisatie. Om de brandstofprijs te bepalen, baseren we ons op de resultaten van de marktbevraging. Hoewel er momenteel in Vlaanderen geen enkele installatie onbehandeld en niet-verontreinigd hout verbrand dat niet wordt beschouwd als “afval”, baseren we ons op de brandstof die hier het dichtst bij aanleunt. De kostprijs van dit A-hout bedraagt **0,0109 €/kWh**. Vorig jaar werd uitgegaan van een hogere brandstofkost, hoewel toen aangenomen werd dat 15% van de input uit RDF bestond (0,0169 €/kWh).
De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de brandstofprijs wordt vastgelegd op 1,1%.

8.1.3.9 Eindproducten

Bij de verbranding van vaste biomassa worden verbrandingsassen vrijgesteld als eindproduct. De kost voor de verwerking van deze verbrandingsgassen wordt echter meegerekend met de operationele kosten van de installatie.

8.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 15	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	231
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,38
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

8.2 NIEUWE INSTALLATIES VOOR DE VERBRANDING VAN VLOEIBARE BIOMASSA MET EEN MAXIMAAL VERMOGEN TOT EN MET 20 MW_e (GS CAT. 16)

8.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 800 kW_e op zuiver plantaardige olie (PPO)

De referentie-installatie wordt niet gewijzigd ten opzichte van het VEA-rapport 2014/1. De referentie-installatie bestaat uit een **interne verbrandingsmotor** die wordt aangedreven door de verbranding van zuiver plantaardige olie (PPO) met een vermogen van **800 kW_e**.

Nieuwe installaties voor de verbranding van vloeibare biomassa moeten minstens 85% van de energetische input halen uit vloeibare biomassa om een startdatum aan te kunnen vragen in deze categorie. Voor deze berekening zijn we er van uitgegaan dat de installaties voor 100% vloeibare biomassa gebruiken. De verschillende mogelijke vloeibare brandstoffen die (minstens voor een deel) biogeen zijn, zijn allemaal gelijkaardig op vlak van OVW (onderste verbrandingswaarde) en kostprijs.

8.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

8.2.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit het VEA-rapport 2014/1. Het **bruto elektrisch rendement** is **41,2%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **44,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42,7%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie in deze categorie is gelijk aan **40,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is gelijk aan **85,0%**, overeenkomstig het bepaalde in het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

Op basis van bovenstaande is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 30,2%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

8.2.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** werrd vorig jaar overgenomen uit het VEA-rapport 2014/1 en was gelijk aan 3.000 uren. Hierbij werd rekening gehouden met een verminderd aantal vollasturen gedurende het eerste exploitatiejaar. Deze lage benutting is vooral te wijten aan het gebruik van WKK-installaties op PPO, waarbij het productieprofiel wordt afgestemd op de warmtevraag die varieert in functie van het seizoen. Dit jaar werd een marktbevraging uitgevoerd. Op basis van de productie in de voorbije jaren, zouden we uitkomen op 3.200 vollasturen. Moesten we rekening houden met een verminderd aantal vollasturen gedurende het eerste jaar, dan zou er weinig verschil zijn met de huidige aanname. Het aantal vollasturen in het eerste jaar kennen we echter niet. Daarom behouden we de aanname uit het vorig rapport (VEA, 2015): **3.000 uren**.

8.2.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik **(EV_{EL})** wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015 en bedraagt voor verbrandingsinstallaties op vloeibare biomassa **1,2%.** Het deel van de bruto elektriciteitsproductie die niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten, aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC})** wordt eveneens overgenomen van het VEA-rapport 2015 en bedraagt **10,0%**.

8.2.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor verbrandingsinstallaties op vloeibare biomassa, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

8.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

8.2.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost wordt ingeschat op basis van de onrendabele topberekening van VITO in 2011 [VITO, 2011]. Deze cijfers werden getoetst aan data uit het buitenland [ECN, 2013; ECOFYS, 2011], rekening houdend met de verschillen ten opzichte van het Vlaamse business model. De kostprijs in het VITO-rapport had betrekking op een nieuwe installatie in het jaar 2011. Deze kosten zijn geïndexeerd tot 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. Zo komen we voor 2016 uit op een investeringskost van **1.520 €/kW$_e$**.

8.2.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De operationele kosten zijn eveneens gebaseerd op de onrendabele topberekening van VITO [VITO, 2011]. Hier werden zowel vaste als variabele kosten in rekening gebracht. Deze kosten zijn omgerekend naar één bedrag per kW$_e$. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. Ook de vaste injectiekosten worden hierbij opgeteld. Zodoende werden de **vaste operationele kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** vastgelegd op **99,8 €/kW$_e$**.

8.2.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 800 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een elektriciteitsprijs van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Deze prijs wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20). Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,109 €/kWh**.

8.2.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat verbrandingsinstallaties op vaste biomassa aangesloten zijn op het 1-26 kV-net en op het Trans-LS-net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00257 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de zeven netbeheerders onder EANDIS en de vier netbeheerders onder INFRAX en bevat enkel het variabele deel van het injectietarief.
Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost geteld. Het percentage van de onbalans op de marktwaarde van elektriciteit bij verkoop wordt gelijkgesteld aan **0,5%**. Deze waarde werd overgenomen van GS categorieën 15, 17 en 18 omdat kan worden aangenomen dat het productieprofiel voor de referentie-installatie in deze categorie minstens evenveel onbalanskosten met zich meebrengt.

8.2.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 800 kW$_e$ in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT in het jaar 2015 gelijk aan 0,0290 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan

0,0299 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie hoofdstuk 4). Zo komen we tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

8.2.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Uit paragraaf 10.3 blijkt dat de bandingfactor voor warmte-krachtbesparing bij elektriciteitsproductie van WKK tussen 200 kW_e en 1 MW_e groter is dan 1. Er wordt dus een waarde van **35 €/MWh warmte-krachtbesparing** meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top voor groene stroom.

8.2.3.7 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor verbrandingsinstallaties van vloeibare biomassa wordt uitgegaan van de resultaten van de marktbevraging van eigenaars en uitbaters van installaties in Vlaanderen die palmolie of koolzaadolie als brandstof gebruiken. We hebben het gemiddelde genomen voor 2014 en 2015. Hieruit is een **prijs van de brandstof in jaar 0** van **0,0684 €/kWh** afgeleid.

De verwachte gemiddelde verandering van de brandstofprijs wordt vastgelegd op 2,0%.

8.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 16	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	191
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	1,97
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

8.3 NIEUWE INSTALLATIES VOOR DE VERBRANDING VAN BIOMASSA-AFVAL MET MAXIMAAL VERMOGEN TOT EN MET 20 MW_e (GS CAT. 17)

8.3.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 10 MW_e op de verbranding van biomassa gesorteerd of selectief ingezameld afval

De referentie-installatie wordt niet gewijzigd ten opzichte van vorig VEA-rapport 2014/1. De referentie-installatie is een **stoomturbine** die wordt aangedreven door de verbranding van biomassa-afval met een vermogen van 10 MW_e.

Voor verbrandingsinstallaties van biomassa-afval moet minstens 85% van de input (energetisch) uit biomassa-afval bestaan, meer bepaald houtafval. Enkel een installatie die aan deze voorwaarde voldoet, kan een startdatum aanvragen binnen de categorie 17 [VREG, 2013]. Er wordt aangenomen dat 100% van de input uit B-hout bestaat: behandeld, niet-verontreinigd afval.

8.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

8.3.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie worden overgenomen van VEA-rapport 2014/1. Het **bruto elektrisch rendement** is gelijk aan **26,3%** en het **netto thermisch rendement** is **15,0%.**

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 34%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie in deze categorie is **34,8%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **81%**, overeenkomstig het bepaalde in het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing negatief. Dit betekent dat de warmte-krachtinstallatie niet kwalitatief is en dus geen recht heeft op warmte-krachtcertificaten.

8.3.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** dat vorig jaar (VEA, 2015) werd aangenomen was 7.900 uren. Dit jaar verlagen we het aantal vollasturen een beetje, op basis van de resultaten van de marktbevraging: **7.600.**

8.3.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik **(EV_{EL})** van verbrandingsinstallaties op biomassa-afval is hetzelfde als van verbrandingsinstallaties op biomassa (categorie 15). Deze waarde is gebaseerd op installaties die meer aanleunen bij de generieke installatie van categorie 15 en ook op installaties die meer aanleunen bij de generieke installatie van categorie 17. Bijgevolg wordt een eigenverbruik genomen van **11,1%**. Ook voor het aandeel van de bruto elektriciteitsproductie die niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten, aanvaardbaar voor de certificatenverplichting **(EV_{GSC}),** wordt uitgegaan van de resultaten van de marktbevraging en van de productiegegevens die verzameld worden over deze installaties door het VEA voor de bepaling van het aantal GSC waar zij recht op hebben. Uit deze gegevens blijkt dat **EV_{GSC}** veel lager is dan 2%, de waarde die vorig jaar nog gebruikt werd: **0,2%**. Het gaat hier om een installatie die 100% afval verbrand (100% van het B-hout is afval). Er wordt aangenomen dat de installatie werkt volgens de BBT-normen. Dan wordt enkel het verbruik voor de hulpdiensten in mindering gebracht. Dat is slechts een zeer beperkt deel van de bruto-elektriciteitsproductie..

8.3.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor installaties voor de verbranding van biomassa-afval, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **2 jaar**.

8.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

8.3.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost wordt dit jaar gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging. Omdat de kostengegevens die opgevraagd zijn, dateren van een aantal jaren geleden, worden deze kosten geïndexeerd tot 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoomturbines met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. Zo komen we voor 2016 uit op een investeringskost van **4.200 €/kW_e**. In Vlaanderen zijn enkel installaties operationeel met een (veel) groter vermogen dan de generieke installatie. Het is echter niet mogelijk om de kostprijs om te rekenen naar het vermogen van de generieke installatie. De kans bestaat dat de reële investeringskost hoger is dan deze aanname.

8.3.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in het jaar 0

De vaste operationele kosten per eenheid capaciteit in jaar 0 worden ook gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging: **206 €/kW**. Deze kost ligt een stuk hoger dan de aanname die vorig jaar werd gebruikt (87,7 €/kW_e). Ter hoogte van de bespreking van categorie 15 werd al aangehaald dat deze aanname niet gebaseerd was op een operationele installatie. Het ging enkel om inschattingen. Ook hier kan opgemerkt worden dat de marktbevraging enkel data heeft verzameld van installaties met een (veel) hoger vermogen. Ook voor de vaste kost is het echter niet mogelijk om de kostprijs om te rekenen naar het vermogen van de generieke installatie.

8.3.3.3 Variabele kosten per eenheid productie in het jaar 0

Ook de **variabele operationele kost per eenheid productie in jaar 0** wordt gebaseerd op de resultaten van de marktbevraging: **0,0110 €/kWh$_e$**. Ook deze waarde is hoger dan de aanname die vorig jaar was gebruikt. Zoals besproken ter hoogte van categorie 15: het was een inschatting vooraleer de installatie operationeel was. Voor de variabele kosten kan evenmin ingeschat worden of het resultaat een onderschatting is van de werkelijke variabele kosten. Zoals gezegd hebben de bestaande Vlaamse installaties een (veel) hoger vermogen en kunnen eventueel schaalvoordelen spelen.

8.3.3.4 Vermeden kost elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een stoomturbine van 10 MW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IE behoort (20.000 MWh < verbruik < 70.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 van 0,0772 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Deze waarde voor 2015 wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20). Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0772 €/kWh.**

8.3.3.5 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een stoomturbine van 10 MW$_e$ aangesloten wordt op het Trans HS net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00053 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat het variabele deel van het injectietarief. Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost bijgeteld. Het percentage van de onbalans op de marktwaarde van elektriciteit bij verkoop wordt gelijkgesteld aan **0,5%**. Deze waarde wordt overgenomen van categorie 15.

8.3.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een stoomturbine van 10 MW$_e$ in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 bedraagt 0,0205 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0227 €/kWh**.

8.3.3.7 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Zoals toegelicht in paragraaf 8.1.2.1 is de warmte-krachtinstallatie niet kwalitatief. Er worden dan ook **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten meegerekend.

8.3.3.8 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor verbrandingsinstallaties van vaste biomassa-afval wordt aangenomen dat 100% van de input (energetisch) bestaat uit B-hout (houtafval).

We baseren ons op de resultaten van de marktbevraging: **0,00388 €/kWh**. Dit is een significante stijging ten opzichte van vorig jaar. Vorig jaar werd deels uitgegaan van de negatieve prijs voor RDF en werd ook een

lagere prijs aangenomen voor B-hout. Op basis van de beschikbare informatie blijft het moeilijk om te begrijpen hoe de prijzen van het B-hout in de praktijk bepaald worden. Het is ook moeilijk om een link te leggen tussen de kostprijs van het B-hout en de eigenschappen van het hout (vochtgehalte, asgehalte, graad van vervuiling). We hebben er in de mate van het mogelijke voor gezorgd dat de kostprijs representatief is voor de generieke installatie.

De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de brandstofprijs wordt vastgelegd op 1,1%.

8.3.3.9 Eindproducten

Bij de verbranding van vaste biomassa worden verbrandingsassen vrijgesteld als eindproduct. De kost voor de verwerking van deze verbrandingsassen wordt echter meegerekend met de operationele kosten van de installatie.

8.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 17	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	120
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**1,24**
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

8.4 NIEUWE INSTALLATIES VOOR DE VERBRANDING VAN HUISHOUDELIJK OF BEDRIJFSAFVAL MET EEN MAXIMAAL VERMOGEN TOT EN MET 20 MW_e (GS CAT. 18)

8.4.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 7,12 MW_e op de verbranding van huishoudelijk afval

We vertrekken van het gegeven dat een afvalverbrandingsoven het restafval verbrandt, ervan uitgaand dat deze verwerking voor het bestaande restafval de best mogelijke verwerkingsoptie is. Hierbij wordt onderzocht welke combinatie van energierecuperatie economisch gezien het best is. Er wordt van uitgegaan dat elektriciteit op het net kan geïnjecteerd worden op een plaats waar een afvalverbrandingsoven wordt gelokaliseerd in Vlaanderen.

De referentie-installatie kiest aldus voor een combinatie van elektriciteit- en warmteafzet. Volgens deze keuze zijn er volgende kosten en baten:

- Kosten: investeringen in de energierecuperatie-eenheid[11] + operationele kosten voor de productie en afzet van elektriciteit en warmte;
- Inkomsten: inkomsten uit de elektriciteit en de warmte die gerecupereerd worden.

Rekening houdend met recente economische factoren wordt gekozen voor een condenserende **stoomturbine, met warmterecuperatie door rechtstreekse stoomaftap (20%),** die wordt aangedreven door de verbranding van 200.000 ton huishoudelijk afval per jaar met een vermogen van 15 MW_e. Hierbij wordt uitgegaan van een groenfactor voor restafval, volgens het Energiebesluit vastgelegd op 47,78%. Enkel het groene gedeelte van de biomassa (huishoudelijk afval) komt in aanmerking voor certificatensteun, en het is dus enkel dat deel van de

[11] De energierecuperatie-eenheid bestaat uit een stoomketel die energie recupereert uit de hete rookgassen + de stoomturbine die de stoom omzet in elektriciteit of van waaruit stoom rechtstreeks wordt afgetapt voor warmtetoepassingen. De elektriciteit wordt deels gebruikt voor de afvalverwerking en deels geïnjecteerd in het net. Voor de warmterecuperatie wordt aangenomen dat aardgas wordt uitgespaard. Om rekening te houden met het feit dat externe afnemers een commercieel voordeel moeten hebben als ze kiezen voor deze vorm van warmte, wordt een lager aardgastarief verrekend dan het gemiddelde aardgastarief dat betaald zou worden door de externe afnemers.

exploitatiekost die wordt meegerekend bij de bepaling van de onrendabele top. Bijgevolg gaat het om een equivalent vermogen van **7,12 MW_e**[12] dat hernieuwbare elektriciteit produceert.

8.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

8.4.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie worden overgenomen van het VEA-rapport 2014/1. Het **bruto elektrisch rendement** is gelijk aan **20,0%** en het **netto thermisch rendement** is **15,0%.**

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie in deze categorie is **23,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **75%**, overeenkomstig het bepaalde in het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

Op basis van de **Europese referentierendementen** kan worden aangetoond dat de referentie-installatie niet voldoet aan de minimale RPE om te kunnen worden beschouwd als een kwalitatieve WKK-installatie (min. $\geq$10%). Bijgevolg worden geen warmte-krachtcertificaten toegekend.

8.4.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het jaarlijks aantal vollasturen wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015/1 en is voor verbrandingsinstallaties op huishoudelijk- of bedrijfsafval gelijk aan **7.800 vollasturen**. Hierbij wordt rekening gehouden met een verminderd aantal vollasturen voor het eerste exploitatiejaar.

8.4.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het aandeel eigenverbruik (EVEL) van verbrandingsinstallaties van verbrandingsinstallaties op huishoudelijk- of bedrijfsafval wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015/1 en is gelijk aan **2,0 %**. Het gaat om het elektriciteitsverbruik van de stoomturbine zelf. Het deel van de bruto elektriciteitsproductie dat niet in aanmerking komt voor groenestroomcertificaten **(EV_{GSC})**, aanvaardbaar voor de certificatenverplichting, wordt eveneens overgenomen van het VEA-rapport 2014/1. Dit aandeel bestaat ook enkel uit het elektriciteitsverbruik van de stoomturbine zelf en bedraagt dus **2,0%**.

8.4.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor verbrandingsinstallaties van huishoudelijk- of bedrijfsafval, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **2 jaar**.

8.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

8.4.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost voor de stoomturbine en de rest van het energierecuperatiegedeelte wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015/1: **2.480 €/kWe**.

8.4.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 worden overgenomen van het VEA-rapport 2015/1: **0,0121 €/kWh**.

[12] De investeringskost (€/kW_e) en alle andere parameters zijn afgeleid van de kosten en baten van de ganse installatie, niet specifiek van het "groene" gedeelte van de installatie. De keuze van de waarde voor deze parameter heeft geen impact op het resultaat. Deze waarde illustreert enkel dat de berekening enkel betrekking heeft op de "groene elektriciteit" die geproduceerd wordt met deze installatie.

8.4.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een stoomturbine van 15 MW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IE behoort (20.000 MWh < verbruik < 70.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 van 0,0772 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Deze waarde voor 2015 wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0772 €/kWh**.

8.4.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een stoomturbine van 15 MW_e aangesloten wordt op het Trans HS net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,000530 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat enkel het variabele deel van het injectietarief.

Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost bijgeteld. Het percentage van de onbalans op de marktwaarde van elektriciteit bij verkoop wordt gelijkgesteld aan **0,5%**. Deze waarde wordt overgenomen van categorie 15 en categorie 17.

8.4.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een afvalverbrandingsinstallatie van 15 MW_e in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 bedraagt 0,0205 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze waarde wordt overgenomen voor het jaar 2017 (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0227 €/kWh**.

8.4.3.6 Inkomsten uit warmte-krachtcertificaten

Zoals toegelicht in paragraaf 8.4.2.1 is de warmte-krachtinstallatie niet kwalitatief. Er worden dan ook **geen inkomsten** uit warmte-krachtcertificaten meegerekend.

8.4.3.7 Prijs van de brandstof in jaar 0

De input voor deze installatie is de energie die vervat zit in de rookgassen van de afvalverbrandingsoven. Deze rookgassen dienen ook afgekoeld te worden om de rookgasreiniging te kunnen toepassen. Indien de energie gerecupereerd wordt in de vorm van warmte en elektriciteit, dan wordt een stoomketel geïnstalleerd. Deze stoomketel heeft echter een dubbele functie:

- Afkoeling van de rookgassen;
- Energierecuperatie uit de rookgassen.

De hete rookgassen worden geproduceerd als gevolg van de verwerking van het afval in de verbrandingsoven. Zonder de aanwezigheid van een installatie voor energierecuperatie kan de energie uit de rookgassen niet gevaloriseerd worden, maar zouden de hete rookgassen toch geproduceerd worden. De afvalverwerking omvat het verbranden van het afval, waarbij hete rookgassen vrijkomen die gereinigd worden en na reiniging

via de schouw in de omgevingslucht terechtkomen. Hiervoor moeten de rookgassen ook afgekoeld worden. De verwerking omvat ook het recupereren van ferro (en soms non ferro) uit het afval (hetgeen een bron van inkomsten is) en de verdere verwerking (recyclage of storten) van de verbrandingsassen. Voor deze activiteiten wordt een verwerkingstarief betaald aan de afvalverbrander. Daarom wordt geen brandstofkost doorgerekend.

8.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor GS categorie 18	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,89
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,0298**

9 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTINSTALLATIES OP BIOGAS

9.1 WKK OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN HOOFDZAKELIJK MEST- EN/OF LAND- EN TUINBOUWKUNDIGE STROMEN T.E.M. 5 MW_e (WKK CAT. 5.A.1 EN 5.B.1)

9.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2.400 kW_e op 100 % biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.1 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **2.400 kW_e** op 100% biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land-en tuinbouwkundige stromen. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.1.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 5 (zie paragraaf 7.1.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is gelijk aan **42,5%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **53,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde is 80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 41,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.1.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** wordt overgenomen van GS categorie 5 (zie paragraaf 7.1.2.2) en is gelijk aan **8.080 uren**. Hierbij werd rekening gehouden met een verminderd aantal vollasturen gedurende het eerste exploitatiejaar.

9.1.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015/1. Het aandeel eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie en is gelijk aan **2,2%**.

9.1.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 2.400 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.1.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** wordt bepaald op basis gegevens van de marktbevraging 2016 van representatieve installaties. Bio-WKK installaties met een indienstnamedatum vanaf 2013 werden bevraagd voor de specifieke investeringskost. Deze kost bestaat uit de WKK-installatie zelf, de voorbehandeling van het biogas, de ontwikkelingskosten en andere kosten, zoals bv. aansluitingskosten.

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen **(WKK categorie 5.a.1)** bedraagt de specifieke investeringskost **548 €/kW$_e$**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen **(WKK categorie 5.b.1)** bedraagt de specifieke investeringskost **374 €/kW$_e$**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie op biogas uit vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen bij een vermogen van 2.400 kW$_e$, op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 31,7% [BHKW, 2014].

9.1.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** voor de referentie-installatie in deze categorie worden bepaald op basis van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. Enkel de biogasinstallaties met een indienstnamedatum vanaf 2013 werden bevraagd. Deze kosten bestaan uit de onderhoudskosten, kosten voor het vervangen van onderdelen, verzekeringskosten, administratieve kosten, personeelskosten, verbruiksgoederen, opstartkosten, eventuele andere brandstofkosten en overige operationele kosten. De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 zijn gelijk aan **0,0103 €/kWh$_e$**.

9.1.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 2.400 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00261 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.1.3.4 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost wordt de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting (WKK). De **prijs van de brandstof in jaar 0** wordt vastgelegd op **0,0731 €/kWh$_{cal}$** voor WKK-installaties op biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land-en tuinbouwkundige stromen.

9.1.3.5 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **1,86%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de agrarische vergister (zie paragraaf 7.1.3.6).

9.1.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 2.400 kW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is

de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2016), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	78,8
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,25
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.b.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	76,6
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,19
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.2 WKK OP BIOGAS UIT GFT-VERGISTING BIJ EEN BESTAANDE COMPOSTERINGSINSTALLATIE T.E.M. 5 MW_e (WKK CAT. 5.A.2 EN 5.B.2)

9.2.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.2.1 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **1.300 kW_e** op 100% biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.2.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **39,9%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **49,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,5%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.2.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 6 (zie paragraaf 7.2.2.2) en is gelijk aan **7.200 uren**.

9.2.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een WKKK-installatie op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik van de WKK-installatie bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK. Dit aandeel wordt gelijk gesteld aan het aandeel eigenverbruik van de agrarische vergisters (zie paragraaf 9.1.2.3)

9.2.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor WKK-installaties, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.2.3.1 Specifieke investeringskost

De **specifieke investeringskost** voor WKK-installaties op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie wordt bepaald op basis van BHKW-kenndaten 2014-2015 [BHKW, 2014]. Deze kost bevat echter niet de kost voor de voorbehandeling van het biogas. Daarom wordt rekening gehouden met de extra kost voor de voorbehandeling van het biogas. Deze wordt bepaald aan de hand van de marktbevraging 2016 voor agrarisch vergisters en wordt verondersteld gelijk te zijn aan de kost voor voorbehandeling van het biogas bij GFT-vergisters.

Deze kost wordt geïndexeerd tot 2017 volgens een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (3,09% voor gegevens uit 2015) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie **(WKK categorie 5.a.2)** bedraagt de specifieke investeringskost **851 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie **(WKK categorie 5.b.2)** bedraagt de specifieke investeringskost **523 €/kW_e**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie bij een vermogen van 1.300 kW_e, op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 38,5% [BHKW, 2014].

9.2.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden overgenomen van de variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van de agrarische vergisters (zie hoofdstuk 9.1.3.2). Deze kosten bestaan uit de onderhoudskosten, kosten voor het vervangen van onderdelen, verzerkingskosten, administratieve kosten, personeelskosten, verbruiksgoederen, opstartkosten, eventuele andere brandstofkosten en overige operationele kosten. De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 zijn gelijk aan **0,0103 €/kWh_e**.

9.2.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikers-categorie ID behoort (2000 < verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0964 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

9.2.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2015. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 1.300 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00270 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.2.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost werd de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting (WKK). De **prijs van de brandstof in jaar 0** wordt vastgelegd op **0,151 €/kWh_{cal}** voor WKK-installaties op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie.

9.2.3.6 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **0%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de GFT vergister bij een bestaande composteringsinstallatie (zie paragraaf 7.2.3.7).

9.2.3.7 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden brandstofkost voor de bepaling van de inkomsten uit groene warmte wordt vastgelegd op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016] voor de consumptieprijzen van aardgas. In dit geval wordt de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW genomen. Voor categorie I4 is de prijs voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	201
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	5,74
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	196
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	5,60
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.3 WKK OP BIOGAS UIT DE RECUPERATIE VAN STORTGAS T.E.M. 5 MW_e (WKK CAT. 5.A.3 EN 5.B.3)

9.3.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.3.1 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **500 kW_e** op 100% biogas uit de recuperatie van stortgas. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.3.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.2.1). Het **bruto elektrisch rendement is 35,8%** en het **netto thermisch rendement is 15,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%**. Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 6,4%. Gezien de referentie-installatie kleiner is dan 1 MW_e is dit een kwalitatieve warmte-krachtinstallatie, die bijgevolg recht heeft op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.3.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 7 (zie paragraaf 7.1.2.2) en is gelijk aan **4.600 uren**.

9.3.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de recuperatie van stortgas wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie. Dit aandeel wordt gelijkgesteld aan het eigenverbruik van de agrarische vergisters (zie paragraaf 9.1.2.3)

9.3.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.3.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost wordt overgenomen van GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.3.1), aangezien bij GS categorie 7 ook enkel de WKK en de voorbehandeling van het biogas wordt meegenomen.

Voor **nieuwe WKK -installaties** op biogas uit de recuperatie van stortgas **(WKK categorie 5.a.3)** bedraagt de specifieke investeringskost **1.500 €/kW$_e$**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de recuperatie van stortgas **(WKK categorie 5.b.3)** bedraagt de specifieke investeringskost **763 €/kW$_e$**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie bij een vermogen van 500 kW$_e$ op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 49,1% [BHKW, 2014].

9.3.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 7 (zie paragraaf 7.3.3.2), aangezien bij GS categorie 7 ook enkel de WKK en de voorbehandeling van het biogas wordt meegenomen, en is gelijk aan **183 €/kW$_e$**.

9.3.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00294 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.3.3.4 Prijs van de brandstof in jaar 0

Het opgevangen stortgas wordt gerecupereerd uit afvalstorten. Daarom wordt er **geen prijs voor de brandstof** aangerekend.

9.3.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW$_e$ in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 1.000 GJ en 10.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0270 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0299 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 30% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

9.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.3.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	429
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	12,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.b.3.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	193
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	5,51
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.4 WKK OP BIOGAS T.E.M. 5 MW_e OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN RWZI-SLIB (WKK CAT. 5.A.4 EN 5.B.4)

9.4.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 290 kW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.4.1 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **290 kW_e** op 100% biogas uit de vergisting van RWZI-slib. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.4.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.2.1). **Het bruto elektrisch rendement is 32,7%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 40,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 23,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.4.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 8 (zie paragraaf 9.4.2.2) en is gelijk aan **3.000 uren**.

9.4.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting van RWZI-slib wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie. Dit aandeel wordt gelijkgesteld aan het eigenverbruik van de agrarische vergisters (zie paragraaf 9.1.2.3).

9.4.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 290 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.4.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost van de bio-WKK op biogas afkomstig van de vergisting van RWZI-slib is gelijk aan de investeringskost aangenomen in GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.3.1), aangezien de afbakening van de groene stroom categorie enkel de WKK-installatie betreft.

Voor **nieuwe WKK -installaties** op biogas uit de vergisting van RWZI-slib **(WKK categorie 5.a.4)** bedraagt de specifieke investeringskost **1.680 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van RWZI-slib **(WKK categorie 5.b.4)** bedraagt de specifieke investeringskost **1.180 €/kW_e**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie bij een vermogen van 290 kW_e op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 29,8% [BHKW, 2014].

9.4.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden vastgelegd op **0,0249 €/kWh_e**, zoals aangenomen in GS categorie 8 (zie paragraaf 7.4.3.2), aangezien de afbakening van de groene stroom categorie enkel de WKK-installatie betreft.

9.4.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een biogasmotor van 290 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20

9.4.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 290 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,0122 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.4.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Aangezien het biogas uit de anaerobe behandeling van het RWZI-slib wordt beschouwd als valoriseerbaar bijproduct in het afvalwaterbehandelingsproces, worden er **geen kosten** meegenomen voor de brandstof.

9.4.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne

verbrandingsmotor van 290 kW_e in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 1.000 GJ en 10.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0270 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0299 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

9.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.4.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-18,0
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.b.4.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-50,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

9.5 WKK OP BIOGAS T.E.M. 5 MW_e OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN OVERIGE STROMEN (WKK CAT. 5.A.5 EN 5.B.5)

9.5.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2 MW_e op biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.5 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **2.000 kW_e op 100% biogas** uit de vergisting van overige stromen. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.5.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 9 (zie paragraaf 7.5.2.1). **Het bruto elektrisch rendement is 39,9%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 49,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,4%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie,

overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.5.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van GS categorie 9 (zie paragraaf 7.5.2.2) en wordt vastgelegd op **7.000 uren**.

9.5.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting uit overige stromen wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie. Het aandeel eigenverbruik werd gelijkgesteld aan het eigenverbruik van de agrarische vergisters (zie paragraaf 9.1.2.3)

9.5.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (Tc)** voor een interne verbrandingsmotor van 2.000 kWe, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.5.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost voor WKK-installaties op biogas van overige vergisters wordt bepaald op basis van BHKW-Kenndaten 2014-2015 [BHKW, 2014]. Deze kost omvat echter niet de kost voor de voorbehandeling van het biogas. Daarom werd rekening gehouden met de extra kost voor de voorbehandeling van het biogas. Deze werd bepaald aan de hand de marktbevraging voor agrarische vergisters en wordt verondersteld gelijk te zijn aan de kost voor voorbehandeling van het biogas bij overige vergisters.

Deze kost is geïndexeerd tot 2017 volgens een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau (3,09% voor gegevens uit 2015) [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010].

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van overige stromen **(WKK categorie 5.a.5)** bedraagt de specifieke investeringskost **802 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van overige stromen **(WKK categorie 5.b.5)** bedraagt de specifieke investeringskost **535 €/kW_e**.

9.5.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** worden bepaald op basis van de marktbevraging 2016 van de representatieve installaties. Enkel de biogasinstallaties met een indienstnamedatum vanaf 2013 werden bevraagd. Deze kosten bestaan uit de onderhoudskosten, kosten voor het vervangen van onderdelen, verzekeringskosten, administratieve kosten, personeelskosten, verbruiksgoederen, opstartkosten, eventuele andere brandstofkosten en overige operationele kosten. De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 zijn gelijk aan **0,0128 €/kWh_e**.

9.5.3.3 Vermeden kost elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een biogasmotor van 2.000 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en

transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

9.5.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00264 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.5.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost werd via modellering de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting (WKK). De **prijs van de brandstof in jaar 0** werd vastgelegd op **0,127 €/kWh_{cal}** voor WKK-installaties op biogas uit de vergisting van overige stromen.

9.5.3.6 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **2,0%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de overige vergister (zie paragraaf 7.5.3.7).

9.5.3.7 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.a.5.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	193
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	5,51
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 5.b.5.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	189
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	5,40
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.6 WKK OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN HOOFDZAKELIJK MEST- EN/OF LAND- EN TUINBOUWKUNDIGE STROMEN GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e (WKK CAT. 6.A.1 EN 6.B.1)

9.6.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.6 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **7 MW_e** op 100% biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land en tuinbouwkundige stromen. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.6.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden, gebruikt in de WKK categorieën 5.a.1 en 5.b.1 (zie paragraaf 9.1.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is gelijk aan **42,5 %** en het **thermisch rendement** is gelijk aan **53,0 %.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%**. Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 41,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.6.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de waarde gebruikt in WKK categorieën 5.a.1 en 5.b.1 (zie paragraaf 9.1.2.2). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **8.080 uren**. Hierbij werd rekening gehouden met een verminderd aantal vollasturen gedurende het eerste exploitatiejaar.

9.6.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de WKK categorieën 5.a.1 en 5.b.1 (zie paragraaf 9.1.2.3) en wordt vastgelegd op **2,2%.** Het eigenverbruik van de WKK-installatie bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie.

9.6.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.6.3.1 Specifieke investeringskost

De bepaling van de specifieke investeringskost voor de referentie-installatie in deze categorie gebeurt op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.1 en 5.b.1 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit

vergisting van hoofdzakelijk mest en/of land- en tuinbouwkundige stromen t.e.m. 5 MW_e), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie (7 MW_e). Deze factor werd bepaald op basis van BHKW-Kenndaten 2014-2015 en bedraagt 0,8 [BHKW, 2014].

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen **(WKK categorie 6.a.1)** bedraagt de specifieke investeringskost **438 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van hoofdzakelijk mest- en/of land- en tuinbouwkundige stromen **(WKK categorie 6.b.1)** bedraagt de specifieke investeringskost **299 €/kW_e**.

9.6.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** voor de referentie-installatie in deze categorie zijn gelijk aan **0,00824 €/kWh_e** en worden bepaald op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.1 en 5.b.1 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit vergisting van hoofdzakelijk mest en/of land- en tuinbouwkundige stromen t.e.m. 5 MW_e, zie paragraaf 9.1.3.2), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie (7 MW_e).

9.6.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00281 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.6.3.4 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost wordt de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting (WKK). De **prijs van de brandstof in jaar 0** wordt vastgelegd op **0,0708 €/kWh_{cal}** voor WKK-installaties op biogas uit agrarische installaties.

9.6.3.5 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **1,86%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de agrarische vergister (zie paragraaf 7.6.3.6).

9.6.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.a.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	72,8
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,08
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.b.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	71,0
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,03
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.7 WKK OP BIOGAS UIT GFT-VERGISTING BIJ EEN BESTAANDE COMPOSTERINGSINSTALLATIE GROTER DAN 5 MW_e T.E.M. 20 MW_e (WKK CAT. 6.A.2 EN 6.B.2)

9.7.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.7 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **7 MW_e** op 100% biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.7.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in WKK categorieën 5.a.2 en 5.b.2 (zie paragraaf 9.2.2.1). **Het bruto elektrisch rendement is 39,9%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 49,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,5%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.7.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de waarden gebruikt in WKK categorieën 5.a.2 en 5.b.2 (zie paragraaf 9.2.2.2) en is gelijk aan **7.200 uren**.

9.7.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie wordt overgenomen van de WKK categorieën 5.a.2 en 5.b.2 (zie paragraaf 9.2.2.3) en wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie.

9.7.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.7.3.1 Specifieke investeringskost

De bepaling van de specifieke investeringskost van de referentie-installatie in deze categorie gebeurt op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.2 en 5.b.2 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie t.e.m. 5 MW_e), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie (7 MW_e). Deze factor werd bepaald op basis van BHKW-Kenndaten 2014-2015 en bedraagt 0,763 [BHKW, 2014].

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie **(WKK categorie 6.a.2)** bedraagt de specifieke investeringskost **649 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie **(WKK categorie 6.b.2)** bedraagt de specifieke investeringskost **399 €/kW_e**.

9.7.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** zijn gelijk aan **0,00824 €/kWh_e** en worden bepaald op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.2 en 5.b.2 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie t.e.m. 5 MW_e, zie paragraaf 9.2.3.2), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie (7 MW_e).

9.7.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000< verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0964 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

9.7.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00282 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.7.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost werd de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting (WKK). De **prijs van de brandstof in jaar 0** wordt vastgelegd op **0,127 €/kWh$_{cal}$** voor WKK-installaties op biogas uit de vergisting van GFT bij een bestaande composteringsinstallatie.

9.7.3.6 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **0%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de GFT vergister bij een bestaande composteringsinstallatie (zie paragraaf 7.7.3.7).

9.7.3.7 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0 % (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.a.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	158
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	4,51
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.b.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	154
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	4,40
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**1,00**

9.8 WKK OP BIOGAS UIT DE RECUPERATIE VAN STORTGAS GROTER DAN 5 MW$_e$ T.E.M. 20 MW$_e$ (WKK CAT. 6.A.3 EN 6.B.3)

9.8.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW$_e$ op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.8 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **5,5 MW$_e$** op 100% biogas uit de recuperatie van stortgas. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.8.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in WKK categorieën 5.a.3 en 5.b.3 (zie paragraaf 9.3.2.1). Het **bruto elektrisch rendement** is **35,8%** en het **netto thermisch rendement** is gelijk aan **15,0%**.

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie in deze categorie is **39,7%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%**. Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing 6,4%. Gezien de referentie-installatie groter is dan 1 MW_e is dit een niet-kwalitatieve warmte-krachtinstallatie, die bijgevolg geen recht heeft op steun via warmte-krachtcertificaten.

De onrendabele top voor deze categorie wordt dan ook berekend voor een installatie die zijn warmte optimaal benut. Het **thermisch rendement** van de referentie-installatie wordt daarom verondersteld **40,0%** te zijn. Deze veronderstelling samen met hogervermeld elektrisch rendement en de Europese rendementsreferentiewaarden leiden tot een relatieve primaire energiebesparing van 27,6%. De installatie is bijgevolg een kwalitatieve warmte-krachtinstallatie die recht heeft op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.8.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van WKK categorieën 5.a.3 en 5.b.3 en is gelijk aan **4.600 uren** (zie paragraaf 9.3.2.2).

9.8.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de recuperatie van stortgas wordt overgenomen van WKK categorieën 5.a.3 en 5.b.3 (zie paragraaf 9.3.2.3) en wordt vastgelegd op **2,2%**. Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie.

9.8.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.8.3.1 Specifieke investeringskost

De bepaling van de specifieke investeringskost voor de (nieuwe) referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de specifieke investeringskost van GS categorie 12 (zie paragraaf 7.8.3.1). Deze waarde wordt overgenomen aangezien deze investeringskost ook bestaat uit enkel de WKK-installatie en de voorbehandeling van het biogas.

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de recuperatie van stortgas **(WKK categorie 6.a.3)** bedraagt de specifieke investeringskost **1.200 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de recuperatie van stortgas **(WKK categorie 6.b.3)** bedraagt de specifieke investeringskost **611 €/kW$_e$**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie op biogas uit stortgas bij een vermogen van 500 kW$_e$, op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 49,1% [BHKW, 2014].

9.8.3.2 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie worden vastgelegd op **146 €/kW$_e$**, en worden overgenomen van categorie 12 (zie paragraaf 7.8.3.2), aangezien bij categorie 12 ook enkel de WKK en de voorbehandeling van het biogas wordt meegenomen.

9.8.3.3 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00283 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.8.3.4 Prijs van de brandstof in jaar 0

Het opgevangen stortgas wordt gerecupereerd uit afvalstorten. Daarom wordt er **geen kost** voor ingaande stoffen aangerekend.

9.8.3.5 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.a.3.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	14,2
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	0,406
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt afgetopt op:	**0,406**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.b.3.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-8,03
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

9.9 WKK OP BIOGAS GROTER DAN 5 T.E.M. 20 MW_e OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN RWZI-SLIB (WKK CAT. 6.A.4 EN 6.B.4)

9.9.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 MW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.9 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **5,5 MW_e** op 100% biogas uit de vergisting van RWZI-slib. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.9.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in WKK categorieën 5.a.4 en 5.b.4 (zie paragraaf 9.4.2.1). **Het bruto elektrisch rendement is 32,7%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 40,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing 23,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.9.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van WKK-categorieën 5.a.4 en 5.b.4 (zie paragraaf 9.4.2.2) en is gelijk aan **3.000 uren** (zie paragraaf 9.4.2.3).

9.9.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een biogasinstallatie voor de vergisting van RWZI-slib wordt vastgelegd op **2,2%** en wordt overgenomen van WKK-categorieën 5.a.4 en 5.b.4 (zie paragraaf 9.4.2.3). Het eigenverbruik bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de WKK-installatie.

9.9.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.9.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost van de bio-WKK op biogas afkomstig van de vergisting van RWZI-slib is gelijk aan de investeringskost aangenomen in GS categorie 13 (zie paragraaf 7.9.3.1), aangezien de afbakening van de groene stroom categorie enkel de WKK-installatie betreft.

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van RWZI-slib **(WKK categorie 6.a.4)** bedraagt de specifieke investeringskost **1.340 €/kW$_e$**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van RWZI-slib **(WKK categorie 6.b.4)** bedraagt de specifieke investeringskost **968 €/kW$_e$**. Deze kost wordt bepaald door middel van de minkost voor een ingrijpende wijzing ten opzichte van een nieuwe WKK-installatie bij een vermogen van 5.500 kW$_e$ op basis van BHKW-Kenndaten 2014/2015, namelijk 27,8% [BHKW, 2014].

9.9.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van de referentie-installatie in deze categorie zijn gelijk aan **0,0199 €/kWh$_e$**, zoals aangenomen in GS categorie 13 (zie paragraaf 7.9.3.2).

9.9.3.3 Vermeden kost elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een biogasmotor van 5.500 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0964 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

9.9.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW$_e$ aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00331 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.9.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Aangezien het biogas uit de anaerobe behandeling van het RWZI-slib wordt beschouwd als valoriseerbaar bijproduct in het afvalwaterbehandelingsproces worden er **geen kosten** meegenomen voor de brandstof.

9.9.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 5.500 kW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.a.4.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-29,5
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.b.4.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-53,5
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

9.10 WKK OP BIOGAS GROTER DAN 5 T.E.M. 20 MW_e OP BIOGAS UIT VERGISTING VAN OVERIGE STROMEN (WKK CAT. 6.A.5 EN 6.B.5)

9.10.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 7 MW_e op 100% biogas

Zoals toegelicht in paragraaf 7.9 wordt gekozen voor een WKK-installatie met een **interne verbrandingsmotor** van **7 MW_e** op 100% biogas uit de vergisting van overige stromen. De technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-omzetting bepalen de brandstofkost.

9.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

9.10.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de WKK categorieën 5.a.5 en 5.b.5 (zie paragraaf 9.5.2.1). **Het bruto elektrisch rendement is 39,9%** en het **netto thermisch rendement is gelijk aan 49,0%.**

Voor de referentie-installatie op biogas is het **Vlaams elektrisch referentierendement 42%** en het **Vlaams thermisch referentierendement 70%**, overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie op biogas is **39,6%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **80%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 37,4%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

9.10.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de WKK-categorieën 5.a.5 en 5.b.5 en is gelijk aan **7.000 uren** (zie paragraaf 9.5.2.2).

9.10.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik (EV_{EL})** van een WKK-installatie op biogas uit de vergisting van overige stromen wordt vastgelegd op **2,2%**. Dit aandeel wordt overgenomen van de WKK categorieën 5.a.5 en 5.b.5 (zie

paragraaf 9.5.2.3) en bestaat uit de voorbehandeling van het biogas en de hulpdiensten van de warmte-krachtinstallatie.

9.10.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode (T_c)** voor een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e, gedefinieerd als de gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname, wordt vastgelegd op **1 jaar**.

9.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

9.10.3.1 Specifieke investeringskost

Het bedrag van de specifieke investeringskost van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.5 en 5.b.5 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit vergisting van overige stromen t.e.m. 5 MW_e), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie. Deze factor wordt bepaald op basis van BHKW-Kenndaten 2014-2015 en bedraagt 0,790 [BHKW, 2014].

Voor **nieuwe WKK-installaties** op biogas uit de vergisting van overige stromen **(WKK categorie 6.a.5)** bedraagt de specifieke investeringskost **634 €/kW_e**.

Voor **ingrijpende wijzigingen** van WKK-installaties op biogas uit de vergisting van overige stromen **(WKK categorie 6.b 5)** bedraagt de specifieke investeringskost **422 €/kW_e**.

9.10.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kost per eenheid productie in jaar 0** is gelijk aan **0,0102 €/kWh_e**, en wordt bepaald op basis van de kosten uit WKK categorieën 5.a.5 en 5.b.5 (kwalitatieve warmte-krachtinstallaties op biogas uit vergisting van overige stromen t.e.m. 5 MW_e), herschaald tot het vermogen van een grotere WKK-installatie.

9.10.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van EUROSTAT (2015). Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een biogasmotor van 7.000 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze geplaatst wordt bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT (2015) neer op **een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). De stijging van de distributienettarieven voor de referentieperiode vertaalt zich hoofdzakelijk bij stijgende kosten voor “kleine” verbruikers [VREG, 2016]. Het VEA stelt daarnaast vast dat de energieprijzen op de groothandelsmarkt momenteel een sterk dalende trend vertonen, met een versnelling in deze trend sinds november 2015. Die daling zal volgens het VEA doorwerken in de verbruikersprijs van de bedrijven. Het lijkt dan ook niet aannemelijk dat de EUROSTAT-cijfers voor 2015 t.a.v. de berekening voor 2017 gestegen zouden zijn, waardoor voor de berekeningen uitgegaan wordt van deze EUROSTAT-waarden van 2015, zonder indexering.

9.10.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW_e aangesloten wordt op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00282 €/kWh**. Dit gemiddelde wordt bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

9.10.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Voor de bepaling van de brandstofkost werd via modellering de specifieke kost van biogas als motorbrandstof berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met alle technische kosten die niet zijn verbonden aan de energie-

omzetting (WKK). De prijs van de brandstof in jaar 0 wordtvastgelegd op **0,111 €/kWh$_{cal}$** voor WKK-installaties op biogas uit vergisting van overige stromen.

9.10.3.6 De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof

De **verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de brandstof** wordt vastgelegd op **2,0%**, op basis van de verwachte prijsstijging voor de ingaande stoffen van de overige vergister (zie paragraaf 7.10.3.7).

9.10.3.7 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Als vermeden primaire brandstof wordt aardgas gekozen. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recente gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan aangenomen worden dat een interne verbrandingsmotor van 7.000 kW$_e$ in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs is dan volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Dit is de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 werd tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

9.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.a.5.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	162
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	4,63
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 6.b.5.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	158
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	4,51
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

10 TECHNISCH-ECONOMISCHE PARAMETERS EN RESULTATEN VOOR KWALITATIEVE WARMTE-KRACHTKOPPELING

10.1 WKK ≤ 10 KW_e (WKK CAT. 1.A EN 1.B)

10.1.1 Keuze van de referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 5,5 kW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In deze categorie zijn er volgens de gegevens betreffende de zgn. expertisedossiers (t.e.m. 31 maart 2016) 61 installaties certificaatgerechtigd, met een totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen van 284,3 kW_e. Dit gaat over 37 interne verbrandingsmotoren waarvan de oudste in dienst werd genomen in 2003, 17 stirlingmotoren van 1 kW_e, in dienst genomen sinds oktober 2010 en 7 installaties op basis van brandstofcellen van 1,7 kW_e (al of niet gekoppeld) met een totaal vermogen van 15,3 kW_e

Gezien de installaties met interne verbrandingsmotoren momenteel 89% van het vermogen in deze categorie uitmaken, wordt deze technologie als referentie-installatie gekozen. Het bruto elektrisch vermogen van de referentie-installatie wordt vastgelegd op **5,5 kW_e**, zijnde (afgerond op 0,5 kW_e) de mediaan van de bruto vermogens van de interne verbrandingsmotoren binnen deze categorie. Uit financiële gegevens aangeleverd door de WKK-sector, blijkt dat deze installaties eveneenshet meest kostenefficiënt zijn. Als brandstof wordt aardgas gekozen omdat de installaties op aardgas het meest performant en het meest kostenefficiënt zijn. Bijna 70% (zowel naar aantal als naar elektrisch vermogen) van de interne verbrandingsmotoren in deze categorie heeft aardgas als brandstof.

10.1.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.1.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van de constructeurgegevens van de certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties in deze categorie, waarbij enkel de gegevens zijn meegenomen van de installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 5,0 en 6,0 kW_e, in dienst vanaf 2012). **Het bruto elektrisch rendement is 27,9%** en **het netto thermisch rendement is 67,9%**.

Voor de referentie-installatie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk is aan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (warm water als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De Europese **elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **45,5%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de Europese **thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 26,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.1.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA rapport 2015/1. Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **3.080 uren.**

10.1.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA rapport 2015/1. . Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **6,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.1.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van het VEA-rapport 2015/1 en wordt gelijkgesteld aan **0 jaar**.

10.1.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.1.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen uit 2014 en 2015 van certificaatgerechtigde WKK-installaties en van installaties die verhoogde investeringsaftrek hebben ontvangen. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015[13] werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De specifieke investeringskost voor een nieuwe WKK-installatie (WKK categorie 1.a) ligt hoger dan deze voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 1.b). Bij een ingrijpende wijziging komt de kost ongeveer overeen met de kost van de volledig geïnstalleerde WKK-module. Dit komt omdat de kosten voor de uitbraak van de te vervangen motor en het terug aansluiten van de nieuwe motor worden gecompenseerd door de mogelijkheid tot hergebruik van bepaalde onderdelen. De WKK-module kost ongeveer 75% van de volledige installatie. De **specifieke investeringskost voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 1.b)** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 5,5 kW_e werd bepaald op **3.840 €/kW_e**.

De **specifieke investeringskost voor nieuwe installaties (WKK categorie 1.a)** ligt ongeveer één derde hoger, namelijk op **5.120 €/kW_e**, en bevat naast de volledig geïnstalleerde WKK-module ook de uitrusting voor de warmterecuperatie, productieteller, bekabeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting op gas- en elektriciteitsnet, en projectbeheerskosten (ingenieurs- en managementkosten).

10.1.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 5,5 kW_e bevatten de operationele kosten en de onderhoudskosten. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 5,5 kW_e worden bepaald op **0,0327 €/kWh**.

[13] De editie 2016 van BHKW-Kenndaten was bij de opmaak van het rapport nog niet beschikbaar.

10.1.3.3 Vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0

De **vaste kosten per eenheid capaciteit in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 5,5 kW_e bevat de netvergoeding door de distributienetbeheerders. De netvergoedingen van de verschillende netbeheerders zijn terug te vinden op de website van de VREG (www.vreg.be). Op basis van deze informatie is de gemiddelde netvergoeding gelijk aan **79,1 €/kW_e** (excl. BTW). Dit gemiddelde is bepaald op basis van de netvergoedingen van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX.

10.1.3.4 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikers-categorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 5,5 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IB behoort (20 MWh < verbruik < 500 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,145 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,145 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20. Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,145 €/kWh**.

10.1.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een interne verbrandingsmotor van 5,5 kW_e in categorie I1 valt (aardgasverbruik lager dan 1.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0460 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0509 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **prijs van de brandstof in jaar 0** voor aardgas van **0,0509 €/kWh**.

10.1.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van EUROSTAT (2015). In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I1 is de gemiddelde waarde voor 2014 gelijk aan 0,0441 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0488 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die werd vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0488 €/kWh**.

10.1.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 1.a	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	241
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	6,89
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 1.b	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	170
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	4,86
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

10.2 WKK 10 KW_e - 200 KW_e (WKK CAT. 2.A EN 2.B)

10.2.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 70 kW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In deze categorie zijn er volgens de beslissingen inzake zgn. expertisedossiers (t.e.m. 31 maart 2016) 53 installaties certificaatgerechtigd met een totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen van 3.861 kW_e. Het gaat hierbij over 50 interne verbrandingsmotoren, 1 stirlingmotoren en 2 andere warmte-krachtinstallaties.

Gezien de installaties met interne verbrandingsmotoren momenteel 94% van het vermogen in deze categorie uitmaken, wordt deze technologie als referentie-installatie gekozen. Het bruto elektrisch vermogen van de referentie-installatie wordt vastgelegd op **70 kW_e**. Deze waarde is gebaseerd op de mediaan van de bruto vermogens van de interne verbrandingsmotoren binnen deze categorie. Als brandstof wordt aardgas gekozen omdat de installaties op aardgas het meest performant en het meest kostenefficiënt zijn. 83% van de interne verbrandingsmotoren in deze categorie heeft aardgas als brandstof.

10.2.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.2.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van de constructeurgegevens van de certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties in deze categorie, waarbij enkel de gegevens zijn meegenomen van de installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 50 en 90 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement is 33,9%** en het **netto thermisch rendement is 54,4%%**.

Voor de referentie-installatie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk is aan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (warm water als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **47,8%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 24,6%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.2.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 50 en 90 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **4.000 uren**.

10.2.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 50 en 90 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **3,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.2.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een interne verbrandingsmotor van 70 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.2.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.2.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen tot en met 2015 van certificaatgerechtigde WKK-installaties en van installaties die verhoogde investeringsaftrek hebben ontvangen. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook beschikbare leveranciersgegevens en de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De specifieke investeringskost voor een nieuwe WKK-installatie (WKK categorie 2.a) ligt hoger dan deze voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 2.b). Bij een ingrijpende wijziging komt de kost ongeveer overeen met de kost van de volledig geïnstalleerde WKK-module. Dit komt omdat de kosten voor de uitbraak van de te vervangen motor en het terug aansluiten van de nieuwe motor worden gecompenseerd door de mogelijkheid tot hergebruik van bepaalde onderdelen. De WKK-module kost ongeveer 75% van de volledige installatie. De **specifieke investeringskost voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 2.b)** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 70 kW_e werd bepaald op **1.350 €/kW_e**.

De **specifieke investeringskost voor nieuwe installaties (WKK categorie 2.a)** ligt ongeveer één derde hoger, namelijk op **1.800 €/kW_e**, en bevat naast de volledig geïnstalleerde WKK-module ook de uitrusting voor de warmterecuperatie, instrumentatie en bemetering, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, bouwonkosten, aansluiting op gas- en elektriciteitsnet en projectbeheerskosten (ingenieurs- en managementkosten).

10.2.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 70 kW_e bevatten de operationele kosten (10%) en onderhoudskosten (90%). Deze zijn bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal onderhoudscontracten en facturen tot en met 2015 van certificaatgerechtigde WKK-installaties. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. Ook beschikbare leveranciersgegevens en de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de onderhoudskosten [BHKW, 2014].

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 70 kW_e zijn gelijk aan **0,0309 €/kWh**.

10.2.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 70 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20. Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,109 €/kWh**.

10.2.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven (2016). Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 70 kW_e wordt aangesloten op het laagspanningsnet. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,0114 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief (dit laatste omgerekend naar een tarief in €/kWh.

10.2.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een interne verbrandingsmotor van 70 kW_e in categorie I2 valt (aardgasverbruik tussen 1.000 GJ en 10.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 (o.b.v. BVW – incl. tarieven) is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0365 €/kWh. Dit is de prijs inclusief tarieven. Deze waarde wordt omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **prijs van de brandstof in jaar 0** van **0,0404 €/kWh**.

10.2.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van EUROSTAT (2015). In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven en exclusief BTW genomen. Voor categorie I2 is de gemiddelde waarde voor 2015 gelijk aan 0,0338 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0395 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie

hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0374 €/kWh**.

10.2.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 2.a	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	78,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,24
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 2.b	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	49,7
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	1,42
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

10.3 WKK 200 kW_e - 1 MW_e (WKK CAT. 3.A EN 3.B)

10.3.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 500 kW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een gedetailleerde analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen, wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met een interne verbrandingsmotor op aardgas van 500 kW_e.

10.3.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.3.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 375 en 675 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement is 37,1%** en het **netto thermisch rendement is 56,5%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk is aan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (warm water als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **48,2%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde

rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 26,5%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

10.3.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 375 en 675 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **3.930 uren**.

10.3.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas met een vermogen tussen 375 en 675 kW_e, in dienst vanaf 2011, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **3,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.3.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.3.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.3.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen uit 2013 tot en met 2015 van certificaatgerechtigde WKK-installaties en van installaties die verhoogde investeringsaftrek hebben ontvangen. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De specifieke investeringskost voor een nieuwe WKK-installatie (WKK categorie 3.a) ligt hoger dan deze voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 3.b). Bij een ingrijpende wijziging komt de kost ongeveer overeen met de kost van de volledig geïnstalleerde WKK-module. Dit komt omdat de kosten voor de uitbraak van de te vervangen motor en het terug aansluiten van de nieuwe motor worden gecompenseerd door de mogelijkheid tot hergebruik van bepaalde onderdelen. De WKK-module kost ongeveer twee derde van de volledige installatie. De **specifieke investeringskost voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 3.b)** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 500 kW_e wordt bepaald op **727 €/kW_e**.

De **specifieke investeringskost voor nieuwe installaties (WKK categorie 3.a)** ligt ongeveer de helft hoger, namelijk op **1.090 €/kW_e**, en bevat naast de volledig geïnstalleerde WKK-module ook de uitrusting voor de

warmterecuperatie, instrumentatie en meetapparatuur, voorschriften en regeling, kosten van de hulpsystemen, bouwonkosten, aansluiting op gas- en elektriciteitsnet, en projectbeheerskosten (ingenieurs- en managementkosten).

10.3.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 500 kW_e bevatten de operationele kosten en de onderhoudskosten. Deze zijn bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal onderhoudscontracten en facturen tot en met 2015 van certificaatgerechtigde WKK-installaties. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de onderhoudskosten [BHKW, 2014].

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 500 kW_e zijn gelijk aan **0,0197 €/kWh**.

10.3.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie ID behoort (2.000 MWh < verbruik < 20.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0964 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0964 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20. Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0964 €/kWh**.

10.3.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016 Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e wordt aangesloten op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan **0,00365 €/kWh**. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief.

10.3.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een interne verbrandingsmotor van 500 kW_e in categorie I3 valt (aardgasverbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 (0,0290 €/kWh, op besis van BVW – incl tarieven) wordt omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **prijs van de brandstof in jaar 0** van **0,0321 €/kWh**.

10.3.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van EUROSTAT (2015). In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I3 is de gemiddelde waarde

voor 2015 gelijk aan 0,0270 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0299 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0299 €/kWh**.

10.3.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 3.a	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	34,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	0,980

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 3.b	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	14,9
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,426**

10.4 WKK MOTOR 1 MW_e - 5 MW_e (WKK CAT. 4.A EN 4.B)

10.4.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 2 MW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

Voor het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een gedetailleerde analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen, wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met een interne verbrandingsmotor op aardgas van 2.000 kW_e.

10.4.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.4.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw met een vermogen tussen 1.500 en 2.500 kW_e, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement** is **40,7%** en het **netto thermisch rendement** is **60,9%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk is aan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (warm water als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **50,0%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op

basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 31,3%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

10.4.2.2 <u>Jaarlijks aantal vollasturen</u>

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw met een vermogen tussen 1.500 en 2.500 kW_e, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **4.940 uren**.

10.4.2.3 <u>Aandeel eigenverbruik</u>

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw met een vermogen tussen 1.500 en 2.500 kW_e, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **2,5%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.4.2.4 <u>Constructieperiode</u>

De **constructieperiode** voor een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.4.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.4.3.1 <u>Specifieke investeringskost</u>

De specifieke investeringskost is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen uit 2013 en 2014 van certificaatgerechtigde WKK-installaties en van installaties die verhoogde investeringsaftrek hebben ontvangen. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De specifieke investeringskost voor een nieuwe WKK-installatie (WKK categorie 4.a) ligt hoger dan deze voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 4.b). Bij een ingrijpende wijziging komt de kost ongeveer overeen met de kost van de volledig geïnstalleerde WKK-module. Dit komt omdat de kosten voor de uitbraak van de te vervangen motor en het terug aansluiten van de nieuwe motor worden gecompenseerd door de mogelijkheid tot hergebruik van bepaalde onderdelen. De WKK-module kost ongeveer twee derde van de volledige installatie. De **specifieke investeringskost voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 4.b)** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 2.000 kW_e wordt bepaald op **473 €/kW_e**.

De **specifieke investeringskost voor nieuwe installaties (WKK categorie 4.a)** ligt ongeveer de helft hoger, namelijk op **710 €/kW$_e$**, en bevat naast de volledig geïnstalleerde WKK-module ook de uitrusting voor de warmterecuperatie, instrumentatie en meetapparatuur, voorschriften en regeling, kosten van de hulpsystemen, bouwonkosten, aansluiting op gas- en elektriciteitsnet, en projectbeheerskosten (ingenieurs- en managementkosten).

10.4.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 2.000 kW$_e$ bevatten de operationele kosten en de onderhoudskosten. Deze zijn bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal onderhoudscontracten en facturen uit 2014 van certificaatgerechtigde WKK-installaties. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de onderhoudskosten [BHKW, 2014].

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 2.000 kW$_e$ zijn gelijk aan op **0,0135 €/kWh**.

10.4.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20. Zo wordt gekomen tot een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,109 €/kWh**.

10.4.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW$_e$ wordt aangesloten op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief gelijk aan 0,00266 €/kWh. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief. Daarnaast wordt eveneens een kost van 0,002 €/kWh meegerekend als onbalanskost. In totaal komt dit neer op een **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** van **0,00466 €/kWh.**

10.4.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Het aardgasverbruik van een interne verbrandingsmotor van 2.000 kW$_e$ valt ongeveer op de grens tussen categorie I3 (verbruik tussen 10.000 GJ en 100.000 GJ BVW) en categorie I4 (verbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 wordt bepaald op basis van het gemiddelde van beide categorieën en is gelijk aan 0,0255 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0282 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **prijs van de brandstof in jaar 0** van **0,0282 €/kWh**.

10.4.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Lineaire interpolatie tussen categorie I3 en categorie I4 van de gemiddelde waarden voor 2015 levert een aardgasprijs van 0,0243 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

10.4.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 4.a	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	26,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,751**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 4.b	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	18,1
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,517**

10.5 WKK MOTOR 5 MW_e - 10 MW_e (WKK CAT. 4/1.A EN 4/1.B)

10.5.1 Keuze van referentie-installatie: interne verbrandingsmotor van 6,4 MW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een gedetailleerde analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen, wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met een interne verbrandingsmotor van 6,4 MW_e op aardgas.

10.5.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.5.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw, in dienst vanaf 2010, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement** is **43,0%** en het **netto thermisch rendement** is **60,1%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk is aan 15 kV) en het

Vlaams thermisch referentierendement 90% (warm water als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **50,0%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (warm water als nuttige warmte). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 33,6%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit. De WKK-installatie heeft bijgevolg recht op steun via warmte-krachtcertificaten.

10.5.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw, in dienst vanaf 2010, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **5.170 uren**.

10.5.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (interne verbrandingsmotoren op aardgas in de sector landbouw, in dienst vanaf 2010, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **1,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.5.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een interne verbrandingsmotor van 6.400 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.5.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.5.3.1 Specifieke investeringskost

De specifieke investeringskost is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen uit 2013 en 2014 van certificaatgerechtigde WKK-installaties en van installaties die verhoogde investeringsaftrek hebben ontvangen. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [BHKW, 2014].

De specifieke investeringskost voor een nieuwe WKK-installatie (WKK categorie 4/1.a) ligt hoger dan deze voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 4/1.b). Bij een ingrijpende wijziging komt de kost ongeveer overeen met de kost van de volledig geïnstalleerde WKK-module. Dit komt omdat de kosten voor de uitbraak van de te

vervangen motor en het terug aansluiten van de nieuwe motor worden gecompenseerd door de mogelijkheid tot hergebruik van bepaalde onderdelen. De WKK-module kost iets meer dan 70 % van de volledige installatie. De **specifieke investeringskost voor een ingrijpende wijziging (WKK categorie 4/1.b)** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 6.400 kW_e wordt bepaald op **531 €/kW_e**.

De **specifieke investeringskost voor nieuwe installaties (WKK categorie 4/1.a)** ligt ongeveer 40% hoger, namelijk op **744 €/kW_e**, en bevat naast de volledig geïnstalleerde WKK-module ook de uitrusting voor de warmterecuperatie, instrumentatie en meetapparatuur, voorschriften en regeling, kosten van de hulpsystemen, bouwonkosten, aansluiting op gas- en elektriciteitsnet, en projectbeheerskosten (ingenieurs- en managementkosten).

10.5.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 6.400 kW_e bevatten de operationele kosten en de onderhoudskosten. Deze zijn bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal onderhoudscontracten en facturen uit 2014 van certificaatgerechtigde WKK-installaties. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. Ook de BHKW-Kenndaten 2014/2015 werden als bron gebruikt in de bepaling van de onderhoudskosten [BHKW, 2014].

De variabele kosten per eenheid productie in jaar 0 van een interne verbrandingsmotor op aardgas van 6.400 kW_e zijn gelijk aan **0,0122 €/kWh**.

10.5.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een interne verbrandingsmotor van 6.400 kW_e kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IC behoort (500 MWh < verbruik < 2.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,109 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,109 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20..

10.5.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een interne verbrandingsmotor van 6.400 kW_e wordt aangesloten op het 1-26 kV net of het Trans LS net. Op deze netten is het gemiddelde injectietarief (voor installaties groter dan 5 MW) gelijk aan 0,00282 €/kWh. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief. Daarnaast wordt eveneens een kost van 0,002 €/kWh meegerekend als onbalanskost. In totaal komt dit neer op een **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** van **0,00482 €/kWh.**

10.5.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een interne verbrandingsmotor van 6.400 kW_e in categorie I4 valt (aardgasverbruik tussen 100.000 GJ en 1.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs voor het jaar 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0255 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0282 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op

basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **prijs van de brandstof in jaar 0** van **0,0282 €/kWh**.

10.5.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I4 is de gemiddelde waarde voor 2015 gelijk aan 0,0243 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903, is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0269 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0269 €/kWh**.

10.5.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 4/1.a	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	23,1
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,660**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 4/1.b	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	16,4
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,469**

10.6 WKK 1 MW_e < GASTURBINE ≤ 20 MW_e (WKK CAT. 7.A.1 EN CAT. 7.A.2)

10.6.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 7 MW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een gedetailleerde analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met een gasturbine van 7 MW_e op aardgas.

10.6.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.6.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle gasturbines binnen deze categorie, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement** is **24,2%** en het **netto thermisch rendement** is **66,9%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement gelijk aan 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk aan 15 kV). Deze waarde is bepaald op basis van de werkelijke aansluitspanningen van WKK-installaties uit deze categorie.

Het **Vlaams thermisch referentierendement is gelijk aan 90%** (stoom als nuttige warmte) en wordt vastgelegd overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is 49,1**%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 17,9%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.6.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle gasturbines binnen deze categorie, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **7.470 uren**.

10.6.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle gasturbines binnen deze categorie, in dienst vanaf 2009, waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **0,5%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.6.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een gasturbine van 7.000 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.6.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.6.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 7.a.1)** worden volgende kosten meegenomen: gasturbine, uitrusting voor warmterecuperatie (HRSG), instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 201 wordt bepaald op **1.950 €/kW_e**. Deze waarde is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens, zijnde een representatief aantal facturen van certificaatgerechtigde WKK-installaties die sinds 2012 in dienst zijn gegaan. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor verbrandingsmotoren met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost)

bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. Ook het Gas Turbine World GTW Handbook 2015 wordt als bron gebruikt in de bepaling van de specifieke investeringskost [GTW, 2015].

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 7.a.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een gasturbine 50% is van de kost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een investeringskost van **975 €/kW$_e$**.

10.6.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een gasturbine van 7.000 kW$_e$ bevatten de operationele kosten en de onderhoudskosten en worden geschat op **0,0103 €/kWh**. Deze waarde is gebaseerd op (geïndexeerde) cijfers uit de IEA ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010] en de onrendabeletop-berekening voor nieuw WKK-vermogen van ECN uit 2009 [ECN, 2009]. Dit cijfer ligt volledig in lijn met de meest recente gegevens uit 2014 en 2015 die werden aangeleverd door certificaatgerechtigde WKK-installaties uit deze categorie. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]..

10.6.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een gasturbine van 7.000 kW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IF behoort (70.000 MWh < verbruik < 150.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0653 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0653 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20..

10.6.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een gasturbine van 7.000 kW$_e$ wordt aangesloten op het 1-26 kV net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan 0,00247 €/kWh. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief. Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost bijgeteld, ter waarde van 0,0008 €/kWh gebaseerd op cijfers uit de sector. Dit komt neer op een totale **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** van **0,00327 €/kWh**.

10.6.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een gasturbine van 7.000 kW$_e$ in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0210 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0233 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2014 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een aardgasprijs van 0,0233 €/kWh.

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is gekeken naar de futures voor 2017(gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze bedraagt 7,505 €/ton CO_2

(Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708 kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0248 €/kWh**.

10.6.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I5 is de gemiddelde waarde voor 2015 gelijk aan 0,0205 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een marktwaarde van aardgas van 0,0227 €/kWh.

Met de inrekening van de CO_2-kost (0,0015 €/kWh) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0242 €/kWh**.

10.6.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.a.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	24,2
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,691**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.a.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-3,43
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

10.7 WKK 1 MW_e < STOOMTURBINE ≤ 20 MW_e (WKK CAT. 7.B.1 EN CAT. 7.B.2)

10.7.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 5 MW_e op aardgas

Voor de bepaling van de referentie-installatie voor deze categorie worden gegevens van het bestaande productiepark gebruikt. Gezien de economische situatie van de laatste jaren, kan ervan worden uitgegaan dat alleen de meest kostenefficiënte projecten zijn gerealiseerd.

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een gedetailleerde analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met **stoomturbine van 5 MW_e op aardgas**.

10.7.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.7.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie worden bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de

opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoomturbines binnen deze categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). **Het bruto elektrisch rendement is 9,50%** en **het netto thermisch rendement is 84,5%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement gelijk aan 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk aan 15 kV). Deze waarde is bepaald op basis van de werkelijke aansluitspanningen van WKK-installaties uit deze categorie.

Het **Vlaams thermisch referentierendement is gelijk aan 90%** (stoom als nuttige warmte) en vastgelegd overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **48,0%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 10,3%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.7.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoomturbines binnen deze categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **5.700 uren**.

10.7.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoomturbines binnen deze categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **1,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.7.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een stoomturbine van 5.000 kW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.7.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.7.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 7.b.1)** worden de volgende kosten meegenomen: stoomturbine, uitrusting voor de warmterecuperatie, instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 2017 wordt vastgelegd op **1.130 €/kW_e**. Deze waarde is bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens,

zijnde de onrendabele top-berekening van VITO 2011. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoomturbines met 0,5% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. .

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 7.b.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een stoomturbine 70% is van de kost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een investeringskost van **791 €/kW$_e$**.

10.7.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een stoomturbine van 5 MW$_e$ zijn de operationele kosten en onderhoudskosten en deze worden geschat op **0,00612 €/kWh**. Deze waarde is gebaseerd op de onrendabele top-berekening van VITO 2011 [VITO, 2011] en het COGEN Vlaanderen basishandboek [Cogen, 2004]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016].

10.7.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een stoomturbine van 5 MW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IF behoort (70.000 MWh < verbruik < 150.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0653 €/kWh. Dit is de prijs inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0653 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20

10.7.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een stoomturbine van 5 MW$_e$ wordt aangesloten op het 1-26 kV net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan 0,00254 €/kWh. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief. Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost bijgeteld, ter waarde van 0,0008 €/kWh gebaseerd op cijfers uit de sector. Dit komt neer op een totale **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** van **0,00334 €/kWh**.

10.7.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een gasturbine van 7.000 kW$_e$ in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0210 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0233 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een aardgasprijs van 0,0233 €/kWh.

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is gekeken naar de futures voor 2017(gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze bedraagt 7,505 €/ton CO_2 (Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708

kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0248 €/kWh**.

10.7.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I5 is de gemiddelde waarde voor 2015 gelijk aan 0,0205 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een marktwaarde van aardgas van 0,0227 €/kWh.

Met de inrekening van de CO_2-kost (0,0015 €/kWh) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0242 €/kWh**.

10.7.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.b.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-0,277
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.b.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	-9,01
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,00**

10.8 WKK 1 MW_e < GT EN ST ≤ 20 MW_e (WKK CAT. 7.C.1 EN 7.C.2)

10.8.1 Keuze referentie-installatie: gasturbine van 7 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 2 MW_e, op aardgas

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met een gasturbine van 7 MW_e op aardgas met nageschakelde stoomturbine van 2 MW_e.

10.8.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.8.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Het bruto elektrisch en het netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoom- en gasturbines binnen deze

categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het **bruto elektrisch rendement is 26,8%** en het **netto thermisch rendement is 59,3%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement gelijk aan 50%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die lager is dan of gelijk aan 15 kV). Deze waarde is bepaald op basis van de werkelijke aansluitspanningen van WKK-installaties uit deze categorie.

Het **Vlaams thermisch referentierendement is gelijk aan 90%** (stoom als nuttige warmte) en vastgelegd overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **48,0%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 15,9%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.8.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoomturbines binnen deze categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het jaarlijks aantal vollasturen is gelijk aan **7.330 uren**.

10.8.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt bepaald op basis van gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties. Enkel gegevens van installaties die representatief zijn voor de referentie-installatie worden gebruikt (alle stoom- en gasturbines binnen deze categorie waarvoor voldoende productiegegevens beschikbaar zijn). Het aandeel eigenverbruik is gelijk aan **2,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.8.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een gasturbine van 7 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 2 MW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **1 jaar**.

10.8.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.8.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 7.c.1)** worden volgende kosten meegenomen: gasturbine, stoomturbine, uitrusting voor warmterecuperatie (HRSG), instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 2017 wordt vastgelegd op **1.650 €/kW_e**. Deze waarde is bepaald op basis van (geïndexeerde) cijfers uit de IEA ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010] en gasturbine package prijzen uit het

Gas Turbine World GTW Handbook 2014-2015 [GTW, 2012014-2015]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoom- en gasturbines met 1% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014, 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016.

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 7.c.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een combinatie van een gasturbine en een stoomturbine 50% is van de kost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een investeringskost van **825 €/kW$_e$**.

10.8.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een gasturbine van 7 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 2 MW$_e$ omvatten de operationele kosten en de onderhoudskosten. Deze worden geschat op **0,0125 €/kWh**. Deze waarde is gebaseerd op (geïndexeerde) cijfers uit de IEA ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]..

10.8.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

De vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0 wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare data van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën afhankelijk van de elektriciteitsafname. Voor een gasturbine van 7 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 2 MW$_e$ kan ervan worden uitgegaan dat deze wordt geplaatst bij een verbruiker die tot verbruikerscategorie IF behoort (70.000 MWh < verbruik < 150.000 MWh). Dit komt volgens EUROSTAT voor het jaar 2015 neer op een vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname van 0,0653 €/kWh. Dit is de prijs exclusief BTW en inclusief alle tarieven (distributie- en transmissienettarieven, bijdrage groene stroom en WKK, enz.). Voor het jaar 2017 wordt de gemiddelde prijs van 2015 overgenomen: een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname** van **0,0653 €/kWh**. Meer uitleg staat ter hoogte van 4.3.1. Bepaling van de marktprijs stroom bij afname in jaar 0, pagina 20.

10.8.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 wordt bepaald op basis van de door de VREG meest recent goedgekeurde distributienettarieven. Dit zijn de tarieven voor het jaar 2016. Er wordt verondersteld dat een gasturbine van 7 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 2 MW$_e$ wordt aangesloten op het 1-26 kV net. Op dit net is het gemiddelde injectietarief gelijk aan 0,00246 €/kWh. Dit gemiddelde is bepaald op basis van de distributienettarieven van de 7 netbeheerders onder EANDIS en de 4 netbeheerders onder INFRAX en bevat zowel het variabele als het vaste deel van het injectietarief. Bij het injectietarief wordt ook een onbalanskost bijgeteld, ter waarde van 0,0008 €/kWh, gebaseerd op cijfers uit de sector. Dit komt neer op een totale **kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0** van **0,00326 €/kWh**.

10.8.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

De aankoopkost voor aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. Deze kost is verschillend voor verschillende verbruikerscategorieën, afhankelijk van het aardgasverbruik. Er kan worden aangenomen dat een gasturbine van 7.000 kW$_e$ in categorie I5 valt (aardgasverbruik tussen 1.000.000 GJ en 4.000.000 GJ BVW). De gemiddelde aardgasprijs in 2015 is dan volgens EUROSTAT gelijk aan 0,0210 €/kWh BVW. Dit is de prijs inclusief tarieven. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0233 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2014 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een aardgasprijs van 0,0233 €/kWh.

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is gekeken naar de futures voor 2017(gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze bedraagt 7,505 €/ton CO_2 (Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708 kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0248 €/kWh**.

10.8.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

De vermeden primaire brandstof is eveneens aardgas. De marktwaarde van aardgas wordt bepaald op basis van de meest recent beschikbare gegevens van [EUROSTAT, 2016]. In tegenstelling tot bij de aankoopkost voor aardgas, wordt in dit geval de prijs exclusief tarieven genomen. Voor categorie I5 is de gemiddelde waarde voor 2015 gelijk aan 0,0205 €/kWh BVW. Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW), met een omrekeningsfactor van 0,903 is de gemiddelde aardgasprijs gelijk aan 0,0227 €/kWh OVW. Deze waarde voor 2015 wordt tweemaal geïndexeerd met 0% (tot 2017), volgens de jaarlijkse indexatie die wordt vastgelegd op basis van waarden bepaald door VITO (zie hoofdstuk 4). Zo wordt gekomen tot een marktwaarde van aardgas van 0,0227 €/kWh.

Met de inrekening van de CO_2-kost (0,0015 €/kWh) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0242 €/kWh**.

10.8.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.c.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	34,5
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,986**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 7.c.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,35
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,0671**

10.9 WKK 20 MW_e < GASTURBINE ≤ 50 MW_e (CAT. 8.A.1 EN CAT.8.A.2)

10.9.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 30 MW_e op aardgas

In het vorig VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen : een installatie met een gasturbine van 30 MW_e op aardgas.

10.9.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.9.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Wegens gebrek aan nieuwe installaties in deze categorie, wordt het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie overgenomen uit het VEA-rapport 2014/1. Er wordt

geen evolutie voor deze parameters verwacht in 2017. Het **bruto elektrisch rendement is 35,7%** en het **netto thermisch rendement is 50%** [VEA, 2014/1].

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 55%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die hoger is dan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (stoom als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **49,3%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 20,8%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.9.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen uit WKK categorie 7.a en is gelijk aan **7.470 uren** [VEA, 2013/2]. Deze waarde ligt in lijn met het aantal vollasturen dat door de twee certificaatgerechtigde installaties in deze categorie wordt gehaald.

10.9.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt overgenomen uit VEA-rapport 2014/1 en is gelijk aan **2,0%** van het bruto elektrisch vermogen [VEA, 2014/1]. Deze waarde ligt in lijn met gegevens die bij het Vlaams Energieagentschap beschikbaar zijn in het kader van de opvolging van certificaatgerechtigde warmte-krachtinstallaties in deze categorie.

10.9.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een gasturbine van 30 MW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **2 jaar**.

10.9.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.9.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 8.a.1)** worden volgende kosten meegenomen: gasturbine, uitrusting voor warmterecuperatie (HRSG), instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 2017 wordt bepaald op **1.180 €/kW_e**. Deze waarde is bepaald op basis van cijfers uit de IEA ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010], gasturbine package prijzen uit het Gas Turbine World GTW Handbook 2015 [GTW, 2015] en beschikbare facturen en offertes. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoom- en gasturbines met 1% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014; 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016.

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 8.a.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een gasturbine 50% is van de investeringskost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een investeringskost van **590 €/kW$_e$**.

10.9.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een gasturbine van 30 MW$_e$ bevatten de operationele kosten en onderhoudskosten en deze worden geschat op **0,00873 €/kWh**. Deze waarde is gebaseerd op cijfers uit de ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016].. Er wordt verondersteld dat de onderhoudskost 50% van de totale variabele kosten per eenheid productie betreft.

10.9.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker wordt de vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname bepaald op basis van de Cal 17 ENDEX voor elektriciteit (zie hoofdstuk 4). Deze elektriciteitsprijs (0,0370 €/kWh) wordt verhoogd met de vermeden ELIA-tarieven (goedgekeurd door de CREG op 3 december 2015 voor de periode 2016-2019 – totaal 0,00517 €/kWh) en vermeden taksen en heffingen en bijdragen voor certificaatverplichtingen (0,00881 €/kWh). Dit komt in totaal neer op een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0511 €/kWh[14].**

10.9.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 bestaat uit het injectietarief zoals bepaald in de injectietarieven van ELIA voor 2016-2019. Het injectietarief voor 2017 is gelijk aan **0,000964 €/kWh zoals goedgekeurd door de CREG op** 3 december 2015 .

10.9.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de aankoopkost voor aardgas bepaald op basis van de Cal 17 van de ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde wordt genomen over de laatste 12 maanden. Deze waarde (0,0178 €/kWh) wordt omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903. Deze energiecomponent (0,0197 €/kWh OVW) wordt verhoogd met de vervoerstarieven (0,00088 €/kWh) en de taksen en heffingen (0,000210 €/kWh).

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is eveneens gekeken naar de futures voor 2016 (gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze kost bedraagt 7,505 €/ton CO_2 (Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708 kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0223 €/kWh**.

10.9.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de marktwaarde voor aardgas bepaald op basis van de cal 17 van de ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde is genomen over de laatste 12 maanden. Deze is gelijk aan 0,0197 €/kWh OVW. Met de inrekening van de CO_2-kost van 0,0015 €/kWh (zie paragraaf 0) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging**

[14] Dit is de exacte waarde berekend op basis van de correcte prijzen van de vermelde subprijzen (ENDEX Call 17, ELIA-tarieven en taxen), niet de som van de afgeronde waarden op 3 beduidende cijfers.

van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0 van **0,0212 €/kWh**.

10.9.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.a.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	42,9
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	1,23
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.a.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	9,29
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,265**

10.10 WKK 20 MW_e < STOOMTURBINE ≤ 50 MW_e (WKK CAT. 8.B.1 EN CAT. 8.B.2)

10.10.1 Keuze van de referentie-installatie: stoomturbine van 30 MW_e op aardgas

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen : een installatie met een stoomturbine van 30 MW_e op aardgas.

10.10.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.10.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Voor het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie wordt uitgegaan van de waarden gebruikt in WKK categorie 7.b (stoomturbine van 5 MW_e). Het **bruto elektrisch/mechanisch rendement** is **9,5%** en het **netto thermisch rendement** is **84,5%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 55%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die hoger is dan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (stoom als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **47,8%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing iets meer dan 10%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.10.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit WKK categorie 7.b (stoomturbine van 5 MW_e) en is gelijk aan **5.700 uren**.

10.10.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt overgenomen van de referentie-installatie uit WKK categorie 7.b (stoomturbine van 5 MW_e) en is gelijk aan **1,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.10.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een stoomturbine van 30 MW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **2 jaar**.

10.10.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.10.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 8.b.1)** worden de volgende kosten meegenomen: stoomturbine, uitrusting voor de warmterecuperatie, instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 2017 wordt bepaald op **1.022 €/kW$_e$**. Deze waarde is overgenomen van het VEA-rapport 2013/1 [VEA, 2013/1]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoomturbines met 1% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie (inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014; 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016. .

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 8.b.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een stoomturbine van 30 MW_e ongeveer 50% is van de kost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een investeringskost van **511 €/kW$_e$**.

10.10.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een stoomturbine van 30 MW_e zijn de operationele kosten en onderhoudskosten en deze worden geschat op **0,00421 €/kWh**. Deze waarde werd overgenomen uit VEA-rapport 2013/2 [VEA, 2013/2]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]..

10.10.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

Gezien een stoomturbine van 30 MW_e typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker wordt de vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname bepaald op basis van de Cal 17 ENDEX voor elektriciteit (zie hoofdstuk 4). Deze elektriciteitsprijs (0,0370 €/kWh) wordt verhoogd met de vermeden ELIA-tarieven (goedgekeurd door de CREG op 3 december 2015 voor de periode 2016-2019 – totaal 0,00605 €/kWh) en vermeden taksen en heffingen en bijdragen voor certificaatverplichtingen (0,00881 €/kWh). Dit komt in totaal neer op een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0519 €/kWh.**

10.10.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 bestaat uit het injectietarief zoals bepaald in de injectietarieven van ELIA voor 2016-2019. Het injectietarief voor 2017 is gelijk aan **0,000964 €/kWh zoals goedgekeurd door de CREG op** 3 december 2015.

10.10.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Gezien een stoomturbine van 30 MW_e typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de aankoopkost voor aardgas bepaald op basis van de Cal 17 van de ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde wordt genomen over de laatste 12 maanden. Deze waarde (0,0178 €/kWh) wordt omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903. Deze energiecomponent (0,0197 €/kWh OVW) wordt verhoogd met de vervoerstarieven (0,00088 €/kWh) en de taksen en heffingen (0,000210 €/kWh).

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is eveneens gekeken naar de futures voor 2017 (gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze kost bedraagt 7,505 €/ton CO_2 (Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708 kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0223 €/kWh**.

10.10.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien een stoomturbine van 30 MW_e typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de marktwaarde voor aardgas bepaald op basis van de Cal 17 van de ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde is genomen over de laatste 12 maanden. Deze is gelijk aan 0,0197 €/kWh OVW. Met de inrekening van de CO_2-kost van 0,0015 €/kWh (zie paragraaf 0) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0212 €/kWh**.

10.10.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.b.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	15,1
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,431**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.b.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	--2,59
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**0,0**

10.11 WKK 20 MW_e < GT EN ST ≤ 50 MW_e (CAT. 8.C.1 EN CAT.8.C.2)

10.11.1 Keuze van de referentie-installatie: gasturbine van 30 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 7 MW_e op aardgas

In het vorige VEA-rapport [VEA, 2015/1] werd voor de bepaling van de referentie-installatie een analyse uitgevoerd. Vermits deze gegevens op jaarbasis slechts weinig zullen verschillen wordt voor dit rapport dezelfde referentie-installatie genomen: een installatie met .een **gasturbine van 30 MW_e en een nageschakelde stoomturbine van 7 MW_e**, wat neerkomt op een WKK-installatie van 37 MW_e.

10.11.2 Bepaling van de technische parameters van de referentie-installatie

10.11.2.1 Bruto elektrisch en netto thermisch rendement

Wegens gebrek aan nieuwe gegevens (er zijn geen certificaatgerechtigde installaties in deze categorie) worden het bruto elektrisch en netto thermisch rendement van de referentie-installatie in deze categorie overgenomen uit het VEA-rapport 2014/1 [VEA, 2014/1]. Er worden geen evoluties voor deze parameters verwacht in 2017. Het **bruto elektrisch rendement is 35,7%** en het **netto thermisch rendement is 50,0%**.

Voor de referentie-installatie in deze categorie is het **Vlaams elektrisch referentierendement 55%** (aangesloten op een spanningsnet met een nominale spanning die hoger is dan 15 kV) en het **Vlaams thermisch referentierendement 90%** (stoom als nuttige warmte), overeenkomstig het bepaalde in artikel 6.2.10 van het Energiebesluit en artikel 1 van het ministerieel besluit van 1 juni 2012 inzake de vastlegging van referentierendementen voor de toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmte-krachtinstallaties.

De **Europese elektrische rendementsreferentiewaarde** voor de referentie-installatie is **49,3%** (na correctie voor klimaatomstandigheden en voor vermeden netverliezen) en de **Europese thermische rendementsreferentiewaarde** is **92%** (stoom, zonder inrekening van condensaatretour). Deze waarden werden bepaald op basis van de gedelegeerde verordening 2015/2402 van de Commissie tot herziening van de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor gescheiden productie van elektriciteit en warmte overeenkomstig Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad en tot intrekking van Uitvoeringsbesluit 2011/877/EU van de Commissie.

Op basis van bovenstaande rendementen is de relatieve primaire energiebesparing gelijk aan 20,2%. Dit betekent dat de WKK-installatie voldoet aan de voorwaarden voor een kwalitatieve WKK-installatie, overeenkomstig het bepaalde in bijlage I van het Energiebesluit.

10.11.2.2 Jaarlijks aantal vollasturen

Het **jaarlijks aantal vollasturen** van de referentie-installatie in deze categorie wordt overgenomen van de referentie-installatie uit WKK categorie 8.a (gasturbine van 30 MW_e) en is gelijk aan **7.470 uren**.

10.11.2.3 Aandeel eigenverbruik

Het **aandeel eigenverbruik** van de referentie-installatie in deze categorie zelf, voor de bepaling van de netto elektriciteitsproductie, wordt overgenomen van de referentie-installatie uit WKK categorie 8.a (gasturbine van 30 MW_e) en is gelijk aan **2,0%** van het bruto elektrisch vermogen.

10.11.2.4 Constructieperiode

De **constructieperiode** voor een gasturbine van 30 MW_e met nageschakelde stoomturbine van 7 MW_e wordt, als gemiddelde tijd tussen de volledige investering en het jaar van indienstname van de installatie, gelijkgesteld aan **2 jaar**.

10.11.3 Bepaling van de financiële parameters van de referentie-installatie

10.11.3.1 Specifieke investeringskost

In de **specifieke investeringskost van nieuwe installaties (WKK categorie 8.c.1)** worden de volgende kosten meegenomen: gasturbine, stoomturbine, uitrusting voor de warmterecuperatie (HRSG), instrumentatie, voorschriften en regeling, leidingen, kosten van de hulpsystemen, aansluiting van gas en elektriciteit, bouwonkosten en projectbeheerskosten (ingenieurskosten en managementkosten). De specifieke investeringskost in 2017 wordt bepaald op **1.960 €/kW_e**. Deze waarde is bepaald op basis van cijfers uit de IEA ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010], prijzen uit het Gas Turbine World GTW Handbook 2013 [GTW, 2013] en beschikbare facturen en offertes. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017, volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016]. In de berekening werd eveneens rekening gehouden met de verwachte dalende technologiekost voor stoom- en gasturbines met 1% per jaar tot 2020 [IEA, 2010]. De totale indexatie

(inflatie en technologiekost) bedraagt 2,18% voor gegevens uit 2014; 2,10% voor gegevens uit 2015 en 1,05% voor gegevens uit 2016.

Voor **ingrijpende wijzigingen (WKK categorie 8.c.2)** is de investeringskost lager. Er wordt verondersteld dat de investeringskost voor een ingrijpende wijziging van een gasturbine met nageschakelde stoomturbine 50% is van de investeringskost van een nieuwe installatie. Dit komt neer op een specifieke investeringskost van **980 €/kW$_e$**.

10.11.3.2 Variabele kosten per eenheid productie in jaar 0

De **variabele kosten per eenheid productie in jaar 0** van een gasturbine van 30 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 7 MW$_e$ bevatten de operationele kosten en onderhoudskosten. Ze worden geschat op **0,0125 €/kWh**. Deze waarde is gebaseerd op cijfers uit de ETSAP Technology Brief CHP [IEA, 2010]. Deze kosten zijn geïndexeerd tot het jaar 2017 volgens de werkelijke inflatie tot 2016 en een ingeschatte inflatie tussen 2016 en 2017, overeenkomstig inschattingen van het Federaal Planbureau [FPB, 2016].

10.11.3.3 Vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ met een nageschakelde stoomturbine van 7 MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker wordt de vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname bepaald op basis van de Cal 17 ENDEX voor elektriciteit (zie hoofdstuk 4). Deze elektriciteitsprijs (0,0370 €/kWh) wordt verhoogd met de vermeden ELIA-tarieven (goedgekeurd door de CREG op 3 december 2015 voor de periode 2016-2019 – totaal 0,00517 €/kWh) en vermeden taksen en heffingen en bijdragen voor certificaatverplichtingen (0,00881 €/kWh). Dit komt in totaal neer op een **vermeden kost van elektriciteit bij zelfafname in jaar 0** van **0,0511 €/kWh.**

10.11.3.4 Kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0

De kost voor de geïnjecteerde elektriciteit in jaar 0 bestaat uit het injectietarief zoals bepaald in de injectietarieven van ELIA voor 2016-2019. Het injectietarief voor 2017 is gelijk aan **0,000964 €/kWh zoals goedgekeurd door de CREG op** 3 december 2015.

10.11.3.5 Prijs van de brandstof in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 7MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de aankoopkost voor aardgas bepaald op basis van de Cal 17 van de ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde wordt genomen over de laatste 12 maanden. Deze waarde (0,0178 €/kWh) wordt omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903. Deze energiecomponent (0,0197 €/kWh OVW) wordt verhoogd met de vervoerstarieven (0,00088 €/kWh) en de taksen en heffingen (0,000210 €/kWh).

Gezien het ingaand thermisch vermogen van de gasturbine groter is dan 20 MW, is het bedrijf ETS-plichtig. Daarom wordt ook een CO_2-kost meegerekend in de brandstofkost. Voor de bepaling van de CO_2-kost is eveneens gekeken naar de futures voor 2016 (gemiddelde over de laatste 12 maanden). Deze kost bedraagt 7,505 €/ton CO_2 (Intercontinental Exchange, www.theice.com). Voor aardgas wordt de CO_2-factor gelijk genomen aan 181,4708 kg CO_2/MWh BVW (www.auditconvenant.be). Omgerekend van bovenste verbrandingswaarde (BVW) naar onderste verbrandingswaarde (OVW) met een omrekeningsfactor van 0,903 is de CO_2-kost gelijk aan 0,0015 €/kWh OVW.

De **prijs van de brandstof in jaar 0** inclusief de CO_2-kost is dan gelijk aan **0,0223 €/kWh**.

10.11.3.6 Marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0

Gezien een gasturbine van 30 MW$_e$ met nageschakelde stoomturbine van 7MW$_e$ typisch wordt geplaatst bij een industriële grootverbruiker, wordt de marktwaarde voor aardgas bepaald op basis van de Cal 17 van de

ENDEX TTF voor aardgas, waarbij het gemiddelde is genomen over de laatste 12 maanden. Deze is gelijk aan 0,0197 €/kWh OVW. Met de inrekening van de CO_2-kost van 0,0015 €/kWh (zie paragraaf 0) wordt gekomen tot een **marktwaarde zonder toevoeging van taksen, heffingen en vermeden netkosten van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte in jaar 0** van **0,0212 €/kWh**.

10.11.4 Berekening van de onrendabele top en bandingfactor

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.c.1.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	95,3
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	2,72
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Onrendabele top en bandingfactor WKK categorie 8.c.2.	
De onrendabele top voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	39,4
De bandingfactor voor deze projectcategorie wordt bepaald op:	**1,13**
De bandingfactor wordt afgetopt op:	**1,00**

Overzicht parametertabellen

Parametertabel financieel-economische parameters

	Eenheid	Beschrijving	Waarde (alle cat.)
r_d	[%]	De interestvoet op de banklening	3,4%
$i_{EL,ZA}$	[%]	De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de vermeden kost voor elektriciteit door zelfafname	3,5%
$i_{EL,V}$	[%]	De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktwaarde elektriciteit bij verkoop	2,0%
i_{PBW}	[%]	De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de marktprijs van de vermeden primaire brandstof voor dezelfde hoeveelheid nuttige warmte (aardgas)	0%
i_{OK}	[%]	De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de operationele kosten	2,0%
i_B	[%]	De verwachte gemiddelde jaarlijkse verandering van de brandstofprijs (enkel i.g.v. aardgas als brandstof)	0%
E	[%]	Het aandeel eigen vermogen in de totale investering	20%
i	[%]	Het deel van de investering dat in aanmerking komt voor investeringsaftrek	100%
IAP	[%]	Het percentage van de investeringsaftrek	13,5%
b	[%]	Het percentage vennootschapsbelasting	33,99%
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	De marktwaarde elektriciteit bij verkoop in jaar 0	0,0370

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 3: Financieel-economische parameters

Parametertabel voor PV

	Eenheid	GS Cat. 2	GS Cat. 3
U	[kW_e]	60	400
EV_{EL}	[%]	0%	0%
EV_{GSC}	[%]	0%	0%
K_i	[€/kW_e]	1.340	1.090
r	[%]	5%*	5%*
T_b	[jaar]	15*	15*
T_c	[jaar]	0	0
T_a	[jaar]	15*	15*
VU	[u]	899	899
ZA_{EL}	[%]	65%*	65%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	0,145	0,109
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	19,2% x PEL,V + 0,00581	19,2% x PEL,V + 0,00242
K_V	[€/kW_e]	15,1	13,8
I_V	[€/kW_e]	149[15]	149[16]
levensduur	[jaar]	15	15

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 4: Parameters voor PV

[15] 149 €/kW_{piek} is het bedrag dat nodig is om, aan een inflatie van 2% per jaar, binnen 12 jaar uit te komen op een totaal bedrag van 23.585 € en 75.471 € voor respectievelijk de installaties van 60 kW_{piek} en 400 kW_{piek} voor de vervanging van de omvormers. Het gaat om een vervangingsinvestering die gedaan wordt na 12 jaar. Omdat het om een afgerond bedrag per kW_{piek} gaat (3 beduidende cijfers), komt de totale investering op een ander bedrag uit.

[16] Idem als voetnoot 13.

Parametertabel voor windturbines ≤ 4 MW_e

	Eenheid	GS Cat. 4
U	[kW_e]	2.300
EV_{EL}	[%]	0%
EV_{GSC}	[%]	0%
K_i	[€/kW_e]	1.360
r	[%]	8%*
T_b	[jaar]	15*
T_c	[jaar]	1
T_a	[jaar]	15*
VU	[u]	2.230
ZA_{EL}	[%]	0%*
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	9,00% * PEL,V
K_V	[€/kW_e]	46,0

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 5: Parameters voor windturbines ≤ 4 MWe

	Eenheid	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7	Cat. 8	Cat. 9
U	[kW_e]	2.400	1.300	500	290	2.000
η_{el}	[%]	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	53,0%	49,0%	15,0%	40,0%	49,0%
$\eta_{th,ref}$	[%]	70%	70%	70%	70%	70%
$\eta_{el,ref}$	[%]	42%	42%	42%	42%	42%
EV_{EL}	[%]	14,4%	22%	2,2%	2,2%	10%
EV_{GSC}	[%]	3,4%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
K_i	[€/kW_e]	3.740	12.200	1.500	1.680	6.130
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	1	1	1	1	1
i	[%]	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000
ZA_{EL}	[%]	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	N.V.T.	0,0964	N.V.T.	0,109	0,109
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,00262	0,00273	0,00294	0,0122	0,00264
$i_{EL,ZA}$	[%]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{PBW}	[€/kWh]	N.V.T.	0,00269	0,00294	0,0299	N.V.T.
i_{PBW}	[%]	N.V.T.	0%	0%	0%	0%
BF_{WKC}	[-]	1	1	1	0	1
P_{WKC}	[€/kWh]	0,035	0,035	0,035	N.V.T.	0,035
I_V	[€/kW_e]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kW_e]	379	728	183	0	553
K_{Var}	[€/kWh_e]	0	0	0	0,0249	0,00
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
M_{IS}	[ton]	43.600	35.000	N.V.T.	N.V.T.	41.000
PO_{IS}	[€/ton]	19,8	-76,3	N.V.T.	N.V.T.	29,1

i_{IS}	[%]	1,98%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%
M_{US}	[ton]	15.000	31.000	N.V.T.	N.V.T.	18.700
PO_{US}	[€/ton]	3,00	76,3	N.V.T.	N.V.T.	3,69
i_{US}	[%]	2,0%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

	Eenheid	Cat. 10	Cat. 11	Cat. 12	Cat. 13	Cat. 14
U	[kWe]	7.000	7.000	5.500	5.500	7.000
η_{el}	[%]	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	53,0%	49%	15%	40%	49%
$\eta_{th,ref}$	[%]	70%	70%	70%	70%	70%
$\eta_{el,ref}$	[%]	42%	42%	42%	42%	42%
EV_{EL}	[%]	14,4%	22%	2,2%	2,2%	10%
EV_{GSC}	[%]	3,4%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
K_i	[€/kWe]	2.990	9.800	1.200	1.340	4.910
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	1	1	1	1	1
I	[%]	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000
ZA_{EL}	[%]	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	N.V.T.	0,0964	N.V.T.	0,0964	0,0964
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,00281	0,00283	0,00283	0,00331	0,00282
$i_{EL,ZA}$	[%]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{PBW}	[€/kWh]	N.V.T.	0,0269	0,0269	0,0269	N.V.T.
i_{PBW}	[%]	N.V.T.	0%	0%	0%	N.V.T.
BF_{WKC}	[-]	1	1	0	0	1
P_{WKC}	[€/kWh]	0,035	0,035	N.V.T.	N.V.T.	0,035
I_V	[€/kWe]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kWe]	303	583	146	0,00	426
K_{Var}	[€/kWhe]	0,00	0,00	0,00	0,0199	0,00
i_{OK}	[%]	2%	2%	2%	2%	2%
M_{IS}	[ton]	165.000	189.000	N.V.T.	N.V.T.	150.000
PO_{IS}	[€/ton]	19,8	-76,3	N.V.T.	N.V.T.	29,1
i_{IS}	[%]	1,98%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%

M_{US}	[ton]	72.500	167.000	N.V.T.	N.V.T.	69.000
PO_{US}	[€/ton]	3,69	76,3	N.V.T.	N.V.T.	3,70
i_{US}	[%]	2,0%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 6: Parameters voor biogas (GS)

Parametertabel GS Biomassa

	Eenheid	Cat. 15	Cat. 16	Cat. 17	Cat. 18
U	[kW_e]	10.000	800	10.000	7.120
η_{el}	[%]	26,3%	41,2%	26,3%	20,0%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	15,0%	44,0%	15,0%	15,0%
$\eta_{th,ref}$	[%]	90%	90%	90%	90%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	34%	42,7%	34%	50%
EV_{EL}	[%]	11,1%	1,2%	11,1%	2,0%
EV_{GSC}	[%]	11,1%	10,0%	0,2%	2,0%
K_i	[€/kW_e]	4.500	1.520	4.200	2.480
r	[%]	12%*	12%*	12%*	10%*
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	2	1	2	2
VU	[u]	6.800	3.000	7.600	7.800
ZA_{EL}	[%]	40%*	40%*	30%*	30%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	0,0772	0,109	0,0772	0,0772
P_{IN}	[€/kWh]	0,5% x $P_{EL,V}$ + 0,00053	0,5% x $P_{EL,V}$ + 0,00257	0,5% x $P_{EL,V}$ + 0,00053	0,5% x $P_{EL,V}$ + 0,00053
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0227	0,0299	0,0227	0,0227
BF_{WKC}	[-]	N.V.T.	1	N.V.T.	N.V.T.
P_{WKC}	[€/kWh]	N.V.T.	0,035	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kW_e]	282	99,8	206	0,00
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,0297	0,00	0,0110	0,0121
P_B	[€/kWh]	0,0109	0,0684	0,00388	0,00
i_B	[%]	1,1%	2,0%	1,1%	N.V.T.

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 7: Parameters voor biomassa

Parametertabellen WKK op biogas

	Eenheid	Cat. 5.a.1	Cat. 5.a.2	Cat. 5.a.3	Cat. 5.a.4	Cat. 5.a.5	Cat. 5.b.1	Cat. 5.b.2	Cat. 5.b.3	Cat. 5.b.4	Cat. 5.b.5
U	[kW_e]	2.400	1.300	500	290	2.000	2.400	1.300	500	290	2.000
η_{el}	[%]	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	53,0%	49%	15%	40%	49%	53,0%	49%	15%	40%	49%
$\eta_{th,ref}$	[%]	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%
EV_{EL}	[%]	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%
K_i	[€/kW_e]	548	851	1.500	1.680	802	374	523	763	1.180	535
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
I	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000
ZA_{EL}	[%]	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	N.V.T.	0,0964	N.V.T.	0,109	0,109	N.V.T.	0,00964	N.V.T.	0,109	0,109
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,00261	0,00270	0,00294	0,0122	0,00264	0,00261	0,00270	0,00294	0,0122	0,00264
$i_{EL,ZA}$	[%]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0269	0,0269	0,0299	0,0299	0,0269	0,0269	0,0269	0,0299	0,0299	0,0269
i_{PBW}	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
K_V	[€/kW_e]	0,00	0,00	183	0,00	0,00	0,00	0,00	183	0,00	0,00
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,0103	0,0103	0,00	0,0249	0,0128	0,0103	0,0103	0,00	0,0249	0,0128
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_B	[€/kWh]	0,0731	0,151	0,00	0,00	0,127	0,0731	0,151	0,00	0,00	0,127
i_B	[%]	1,86%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%	1,86%	0,0%	N.T.V.	N.V.T.	2,0%
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

	Eenheid	Cat. 6.a.1	Cat. 6.a.2	Cat. 6.a.3	Cat. 6.a.4	Cat. 6.a.5	Cat. 6.b.1	Cat. 6.b.2	Cat. 6.b.3	Cat. 6.b.4	Cat. 6.b.5
U	[kW_e]	7.000	7.000	5.500	5.500	7.000	7.000	7.000	5.500	5.500	7.000
η_{el}	[%]	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%	42,5%	39,9%	35,8%	32,7%	39,9%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	53,0%	49%	40%	40%	49%	53,0%	49%	40%	40%	49%
$\eta_{th,ref}$	[%]	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%
EV_{EL}	[%]	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,2%
K_i	[€/kW_e]	438	649	1.200	1.340	634	299	399	611	968	422
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
i	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000	8.080	7.200	4.600	3.000	7.000
ZA_{EL}	[%]	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*	0%*	30%*	0%*	90%*	10%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	N.V.T.	0,0964	N.V.T.	0,0964	0,0964	N.V.T.	0,0964	N.V.T.	0,0964	0,0964
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,00281	0,00282	0,00283	0,00331	0,00282	0,00281	0,00282	0,00283	0,00331	0,00282
$i_{EL, ZA}$	[%]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269
i_{PBW}	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
K_V	[€/kW_e]	0,00	0,00	146	0,00	0,00	0,00	0,00	146	0,00	0,00
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,0824	0,00824	0,00	0,0199	0,0102	0,0824	0,00824	0,00	0,0199	0,0102
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_B	[€/kWh]	0,0708	0,127	0,00	0,00	0,111	0,0708	0,127	0,00	0,00	0,111
i_B	[%]	1,86%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%	1,86%	0,0%	N.V.T.	N.V.T.	2,0%
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

Tabel 8: Parameters voor WKK op biogas

Parametertabellen WKK

	Eenheid	Cat. 1.a	Cat. 1.b	Cat. 2.a	Cat. 2.b	Cat. 3.a	Cat. 3.b	Cat. 4.a	Cat. 4.b
U	[kW_e]	5,5	5,5	70	70	500	500	2.000	2.000
η_{el}	[%]	27,9%	27,9%	33,9%	33,9%	37,1%	37,1%	40,7%	40,7%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	67,9%	67,9%	54,4%	54,4%	56,5%	56,5%	60,9%	60,9%
$\eta_{th,ref}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
EV_{EL}	[%]	6,0%	6,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	2,5%	2,5%
K_i	[€/kW_e]	5.120	3.840	1.800	1.350	1.090	727	710	473
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	0	0	1	1	1	1	1	1
i	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	3.080	3.080	4.000	4.000	3.930	3.930	4.940	4.940
ZA_{EL}	[%]	100%*	100%*	90%*	90%*	60%*	60%*	3%*	3%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	0,145	0,145	0,109	0,109	0,0964	0,0964	0,109	0,109
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	N.V.T.	N.V.T.	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	N.V.T.	N.V.T.	0,0114	0,0114	0,00365	0,00365	0,00466	0,00466
$i_{EL,ZA}$	[€/kWh]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[€/kWh]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{TVB}	[€/kWh]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{TVB}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0488	0,0488	0,0374	0,0374	0,0299	0,0299	0,0269	0,0269
i_{PBW}	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I_V	[€/kW_e]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kW_e]	79,1	79,1	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,0327	0,0327	0,0309	0,0309	0,0197	0,0197	0,0135	0,0135
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_B	[€/kWh]	0,0509	0,0509	0,0404	0,0404	0,0321	0,0321	0,0282	0,0282
i_B	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

M_{IS}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{IS}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{IS}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
M_{US}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{US}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{US}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

	Eenheid	Cat. 4/1.a	Cat. 4/1.b	Cat. 7.a.1	Cat. 7.a.2	Cat. 7.b.1	Cat. 7.b.2	Cat. 7.c.1	Cat. 7.c.2
U	[kW_e]	6.400	6.400	7.000	7.000	5.000	5.000	9.000	9.000
η_{el}	[%]	43,0%	43,0%	24,2%	24,2%	9,50%	9,50%	26,8%	26,8%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	60,1%	60,1%	66,9%	66,9%	84,5%	84,5%	59,3%	59,3%
$\eta_{th,ref}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
EV_{EL}	[%]	1,0%	1,0%	0,5%	0,5%	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%
K_i	[€/kW_e]	744	531	1.950	975	1.130	791	1.650	825
r	[%]	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*	12%*
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_r	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_a	[jaar]	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*	10*
T_c	[jaar]	1	1	1	1	1	1	1	1
i	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	5.170	5.170	7.470	7.470	5.700	5.700	7.330	7.330
ZA_{EL}	[%]	3%*	3%*	80%*	80%*	80%*	80%*	80%*	80%*
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	0,109	0,109	0,0653	0,0653	0,0653	0,0653	0,0653	0,0653
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,00482	0,00482	0,00327	0,00327	0,00334	0,00334	0,00326	0,00326
$i_{EL,ZA}$	[€/kWh]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[€/kWh]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{TVB}	[€/kWh]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{TVB}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0269	0,0269	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242	0,0242
i_{PBW}	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I_V	[€/kW_e]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kW_e]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,0122	0,0122	0,0103	0,0103	0,00612	0,00612	0,0125	0,0125
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_B	[€/kWh]	0,0282	0,0282	0,0248	0,0248	0,0248	0,0248	0,0248	0,0248
i_B	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

M_{IS}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{IS}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{IS}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
M_{US}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{US}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{US}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

*: in Energiebesluit vastgelegde parameterwaarden

	Eenheid	Cat. 8.a.1	Cat. 8.a.2	Cat. 8.b.1	Cat. 8.b.2	Cat. 8.c.1	Cat. 8.c.2
U	[kW_e]	30.000	30.000	30.000	30.000	37.000	37.000
η_{el}	[%]	35,7%	35,7%	9,51%	9,51%	35,7%	35,7%
$\eta_{th,WKK}$	[%]	50,0%	50,0%	84,5%	84,5%	50,0%	50,0%
$\eta_{th,ref}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{th,ref,k}$	[%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%
$\eta_{el,ref}$	[%]	55%	55%	55%	55%	55%	55%
EV_{EL}	[%]	2,0%	2,0%	1,0%	1,0%	2,0%	2,0%
K_i	[€/kW_e]	1.180	590	1.022	511	1.960	980
r	[%]	*12%**	*12%**	*12%**	*12%**	*12%**	*12%**
E	[%]	20%	20%	20%	20%	20%	20%
r_d	[%]	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%
T_b	[jaar]	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**
T_r	[jaar]	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**
T_a	[jaar]	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**	*10**
T_c	[jaar]	2	2	2	2	2	2
i	[%]	100%	100%	100%	100%	100%	100%
IAP	[%]	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
VU	[u]	7.470	7.470	5.700	5.700	7.470	7.470
ZA_{EL}	[%]	*60%**	*60%**	*60%**	*60%**	*60%**	*60%**
$P_{EL,ZA}$	[€/kWh]	0,0511	0,0511	0,0511	0,0519	0,0519	0,0511
$P_{EL,V}$	[€/kWh]	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370	0,0370
P_{IN}	[€/kWh]	0,000964	0,000964	0,000964	0,000964	0,000964	0,000964
$i_{EL,ZA}$	[€/kWh]	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
$i_{EL,V}$	[€/kWh]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_{TVB}	[€/kWh]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{TVB}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
P_{PBW}	[€/kWh]	0,0212	0,0212	0,0212	0,0212	0,0212	0,0212
i_{PBW}	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I_V	[€/kW_e]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
K_V	[€/kW_e]	N.V.T	N.V.T	N.V.T	N.V.T	N.V.T	N.V.T
K_{Var}	[€/kWh_e]	0,00873	0,00873	0,00421	0,00421	0,0125	0,0125
i_{OK}	[%]	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
P_B	[€/kWh]	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223	0,0223
i_B	[%]	0%	0%	0%	0%	0%	0%

M_{IS}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{IS}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{IS}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
M_{US}	[ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
PO_{US}	[€/ton]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
i_{US}	[%]	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
b	[%]	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%	33,99%

Tabel 9: Parameters voor WKK op biogas

Referenties

BHKW 2014, BHKW Kenndaten 2014/2015, Module, Anbieter, Kosten, ASUE

COGEN Vlaanderen (2004) Basishandboek warmtekrachtkoppeling.

COGEN Vlaanderen (2009) Energetische valorisatie van industriële afvalstromen via warmtekrachtkoppeling.

Eandis (2012). Schriftelijke communicatie van statistieken over het gebruik van de verschillende types elektriciteitsmeters in Vlaanderen.

ECN: J.S. Hers en W. Wetzels, Onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK-vermogen 2009, Februari 2009.

ECN: S.M. Lensink, J.A. Wassenaar, M. Mozaffarian, S.L. Luxembourg, C.J. Faasen (2012). Basisbedragen in de SDE+ 2013 – Eindadvies. September 2012.

ECN: S. Lensink (2013). Eindadvies basisbedragen SDE+ 2014.

ECOFYS, Financing Renewable Energy in the European Energy Market, 2011.

Erika Meynaerts, Ils Moorkens, Erwin Cornelis (2011). Doorrekeningen ter ondersteuning van evaluatie GSC en WKK-systeem. Studie uitgevoerd in opdracht van VEA.

EUROSTAT, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_pc_205&lang=en , Electricity - industrial consumers - half-yearly prices - new methodology from 2007 onwards [nrg_pc_205], april 2016.

FPB, 2016, website Federaal Planbureau http://www.plan.be/databases/17-nl-indexcijfer+der+consumptieprijzen+inflatievooruitzichten

Gas Turbine World 2014-2015 GTW Handbook, Volume 31, 2015.

IEA, ETSAP – Technology Brief 04 – Combined Heat and Power, Mei 2010.

IRENA, Biomass for power generation, juni 2012.

D.C. Jordan, R.M. Smith, C.R. Osterwald, E. Gelak, S.R. Kurtz (2010). Outdoor PV Degradation Comparison. Presented at the 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Honolulu, Hawaii.

Onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties 2010, VITO november 2010.

OVAM, Tarieven en capaciteiten voor storten en verbranden, actualisatie tot 2011, 2012.

RE-Shaping, Long Term Potentials and Costs of RES, mei 2011

VCM, VCM-“enquête operationele stand van zaken mestverwerking in Vlaanderen 2014”, 2015

VITO, BBT (mest) covergistingsinstallaties, 2012.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2012 , Definitieve berekeningen OT/Bf, 8 januari 2013.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2013/2 deel 1, definitief rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2014, 28 juni 2013.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2013/3 deel 1, definitief rapport OT/Bf PV met een startdatum vanaf 1 juli 2014, 17 januari 2014.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2014/1 deel 1, definitief rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2015, 30 juni 2014.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2014/2 deel 1, definitief rapport OT/Bf voor PV-projecten met een startdatum vanaf 1 juli 2015, 27 januari 2015.

Vlaams Energieagentschap, Rapport 2015/1 deel 1, definitief rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2016, 31 augustus 2015.

VREG (2012b). Marktmonitor 2012.

Vreg (2013). MEDE-2013-03: de concrete toepassing door de VREG van het Energiedecreet en het Energiebesluit met betrekking tot warmte-krachtcertificaten en groenestroomcertificaten voor alle energiebronnen met uitzondering van zonne-energie.

VREG (2014). Berekening van de elektriciteitsprijzen van februari 2014 en de wegingen van Q1 2014.

VREG (2015). Lijst met de warmtekrachtinstallaties waaraan warmtekrachtcertificaten en/of WKK garanties van oorsprong worden toegekend (VREG statistieken d.d. 2 april 2015).

Website PV GIS: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

World Bank (2013) Global Economic Monitor (GEM) Commodities