

ANRE-DEMONSTRATIEPROJECT BIJ BEUKELEERS, DUFFEL

Eindrapport

D. Weyen en N. Dufait

Vito

Maart 1998

SAMENVATTING

In het kader voor de bevordering van REG-demonstratietechnieken (KB van 10/02/1983) heeft de Vlaamse overheid aan het rozenbedrijf Beukeleers een subsidie toegekend ten belope van 35% van de investeringskosten van een WKK-installatie van 750 kW_e. De installatie levert elektriciteit voor de assimilatiebelichting, voor de voeding van een aantal andere, kleine verbruikers (pompen, ventilatoren,...), en levert warmte voor verwarming van de serres.

VITO voert in opdracht van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Vlaamse Gemeenschap een evaluatie van dit demonstratieproject uit. Van september 1995 tot en met augustus 1996 worden de energiestromen bij Beukeleers op uurbasis gemeten en geregistreerd. Op basis van deze metingen worden de technische prestaties van de technologie, de bereikte energiebesparing, de vermindering van de CO₂-emissie en de rendabiliteit geëvalueerd.

Gedurende de eerste registratieperiode (september 1995 tot en met november 1995) heeft de WKK-installatie 872 geregistreerde draaiuren gemaakt, 526 MWh aan elektriciteit en 3211 GJ aan warmte geproduceerd.

De WKK-installatie behaalde een gemiddeld elektrisch rendement van 32,4 % en een gemiddeld thermisch rendement van 55,5 %; de totale brandstofbenuttigingsgraad bedraagt dus 87,9 %.

Deze resultaten moeten nog besproken en geëvalueerd worden; bij het opstellen van dit tussentijdsverslag is er een afwijking (11,2 %) vastgesteld tussen het aflezen van de tellerstand van de WKK-installatie en het door de computer geregistreerd verbruik van de WKK-installatie.

Tijdens de meetmaanden september en oktober werd door het toepassen van WKK 855 GJ of 8,5 % primaire energie bespaard en werd de CO₂-emissie met 90,7 ton of 13,6 % verminderd, ten opzichte van de referentiesituatie zonder WKK.

Het eindverslag van de opvolging van dit demonstratieproject wordt opgesteld aan het einde van de registratieperiode in september 1996.

INHOUD

SAMENVATTING.....	1
1 INLEIDING.....	3
2 TECHNISCHE BESCHRIJVING WKK-INSTALLATIE EN KETELS.....	4
2.1 WKK-installatie.....	4
2.1.1 Elektriciteitsproductie.....	5
2.1.2 Warmteproductie.....	5
2.2 Aardgasketel.....	5
2.3 Stookolieketel.....	5
3 METING EN REGISTRATIE ENERGIESTROMEN.....	6
3.1 WKK-installatie.....	7
3.2 Aardgasketel.....	7
3.3 Stookolieketel.....	7
4 TECHNISCHE EVALUATIE.....	8
4.1 Elektriciteitsproductie.....	8
4.2 Warmteproductie.....	9
4.3 Rendementen WKK-installatie.....	12
5 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN CO ₂ -VERMINDERING.....	14
5.1 Uitgangspunten.....	14
5.2 Besparing primaire energie.....	15
5.3 CO ₂ -emissiereductie.....	16
6 ECONOMISCHE EVALUATIE.....	17
7 BESLUIT	19
BIJLAGE 1 : CO ₂ -emissiefactor en rendement elektriciteitspark.....	20
BIJLAGE 2 : Elektriciteitstarief (geldig tijdens registratieperiode sept. 1995 - aug. 1996)	21
Referenties.....	22

1 INLEIDING

Tuinder Beukeleers heeft een rozenteeltbedrijf met een teeltoppervlakte van 1,6 hectare. Tegenwoordig wordt bij de teelt van rozen vaak assimilatiebelichting toegepast om de groei van de rozen te bevorderen (teeltduurverkorting) en de kwaliteit van de rozen te verbeteren.

Tuinder Beukeleers heeft beslist om assimilatiebelichting toe te passen; hiervoor gebruikt hij 400 en 600 Watt lampen. De lampen worden gevoed door een WKK-installatie bestaande uit een aardgasmotor (Waukesha, 750 kW_e) met een toerental van 1000 toeren/min.

De geproduceerde elektriciteit van de WKK-installatie wordt gebruikt voor toepassing van de assimilatiebelichting en voor de voeding van een aantal andere, kleine verbruikers (pompen, ventilatoren,...); de geleverde warmte wordt gebruikt voor verwarming van de serre.

In het kader van het Koninklijk Besluit van 10/02/1983, ter ondersteuning van REG-demonstratieprojecten, heeft de Vlaamse Gemeenschap aan Beukeleers een subsidie toegekend ten belope van 35 % (?) van de investeringskosten van de 750 kW_e installatie, zijnde kBEF. VITO voert in opdracht van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Vlaamse Gemeenschap een evaluatie van dit demonstratieproject uit. Van september 1995 tot en met augustus 1996 worden de energiestromen bij Beukeleers op uurbasis gemeten en geregistreerd. Op basis van deze metingen worden de technische prestaties van de technologie, de bereikte energiebesparing, de vermindering van de CO₂-emissie en de rendabiliteit geëvalueerd.

In hoofdstuk 2 wordt een technische beschrijving gegeven van de WKK-installatie en de ketels. In hoofdstuk 3 wordt de meetprocedure weergegeven. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de technische prestaties geanalyseerd, in hoofdstuk 5 worden de primaire energiebesparing en CO₂-emissiereductie bepaald. Tenslotte wordt in hoofdstuk 6 het besluit geformuleerd.

2 TECHNISCHE BESCHRIJVING WKK-INSTALLATIE EN KETELS

De energievoorziening bij tuinder Beukeleers bestaat uit een WKK-installatie, een aardgasketel en een stookolieketel.

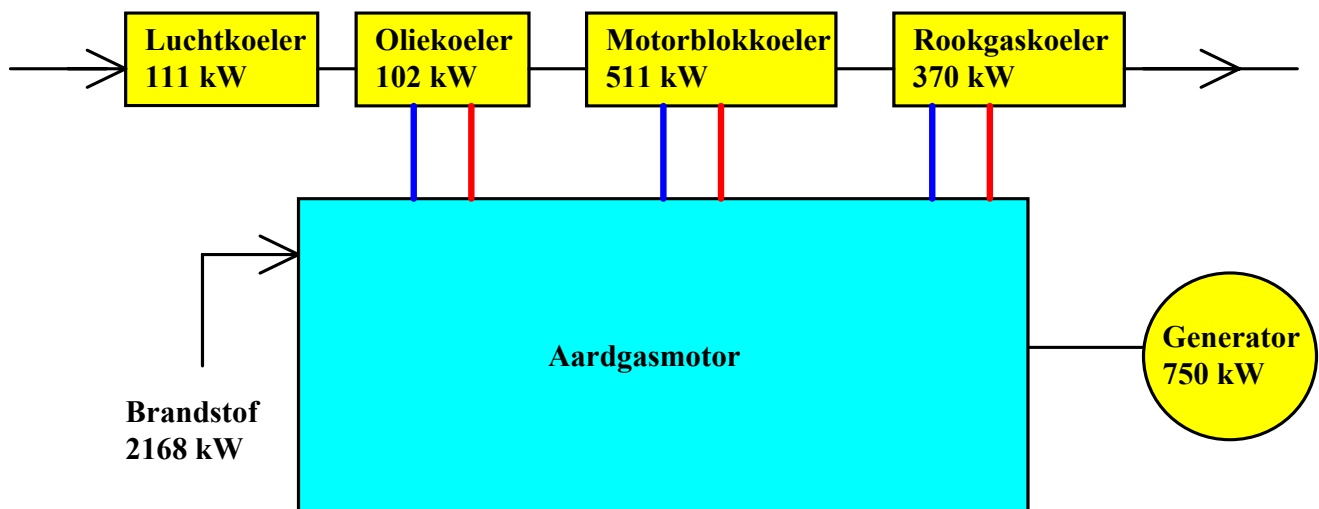
De elektriciteit voortgebracht door de WKK-installatie wordt gebruikt voor assimilatiebelichting en de geproduceerde warmte voor verwarming van de serres. Gemiddeld is de temperatuur van het water dat uit de serres komt (retourtemperatuur) 45 à 50 °C. Het water wordt eerst opgewarmd door warmte te recupereren uit de rookgassen van de aardgasketel (rookgascondensator). Daarna wordt het water verder verwarmd door warmte te recupereren uit de WKK-installatie. Wanneer de warmtevraag groter is dan de gerecupereerde warmte uit de WKK-installatie en rookgascondensator, gaan de ketels warmte toevoegen.

De voornaamste technische specificaties van de WKK-installatie en gasketel worden in 2.1 en 2.2 vermeld.

2.1 WKK-installatie

De WKK-installatie is gebouwd rond een Waukesha gasmotor en een Leroy-Somer alternator. De WKK-installatie is geplaatst en in bedrijf gesteld door aggregaatbouwer 'Electrogroep De Becker'.

Het blokschema van de WKK-installatie wordt in figuur 2.1 weergegeven



Figuur 2.1: Energiestromen WKK-installatie

Volgens gegevens van Waukesha is het elektrisch rendement van de WKK-installatie 34,6 % en het thermisch rendement 51,4 %.

2.1.1 Elektriciteitsproductie

De WKK-installatie, aangedreven door een aardgasmotor, heeft volgens de specificaties een elektrisch vermogen van 750 kW_e. Voor de belichting worden lampen van 600 en 400 Watt gebruikt. Het totaal geïnstalleerd elektrisch vermogen van de lampen bedraagt momenteel 680 kW_e. De groep levert zijn vermogen aan de lampbelasting en gedeeltelijk aan intermitterende verbruikers (pompen, motoren, ventilatoren). De WKK-installatie wordt gestuurd op de elektriciteitsvraag; wanneer er belicht moet worden is de WKK-installatie in bedrijf. De WKK-installatie werkt in eilandbedrijf en is niet gekoppeld aan het net, d.w.z. dat wanneer de WKK-installatie in storing valt, geen assimilatiebelichting kan toegepast worden.

Indien de assimilatiebelichting uitgeschakeld is wordt het elektrisch verbruik voor de overige gebruikers van het openbare net aangekocht.

2.1.2 Warmteproductie

De WKK-installatie heeft een thermisch vermogen van 1094 kW_t en is ‘voorgeschakeld’ aan de ketels. Zoals uit figuur 2.1 blijkt, is de warmterecuperatie als volgt opgebouwd:

luchtkoeler:	10 %
oliekoeler:	9 %
motorblokkoeleer:	47 %
rookgaskoeleer :	34 %

2.2 Aardgasketel

De aardgasketel is voorzien van een modulerende Hamworthy gasbrander (type CG015 TTAV) met ventilator en heeft een regelbereik tussen 290 kW en 3,5 MW.

Om de rookgasverliezen te beperken is een afzonderlijke opgestelde rookgascondensor aangesloten. De rookgascondensor (type CL-3.0) met een vermogen van $360 \cdot 10^3$ kcal/h (418 kW) koelt de rookgassen af tot beneden het dauwpunt.

De rookgassen van de aardgasketel worden tevens gebruikt voor CO₂-dosering. Met behulp van een ventilator wordt een hoeveelheid rookgas uit het rookkanaal gehaald. Dit rookgas wordt al dan niet gemengd met lucht en via geperforeerde buisjes wordt het CO₂-rijke rookgas verspreid in de serre.

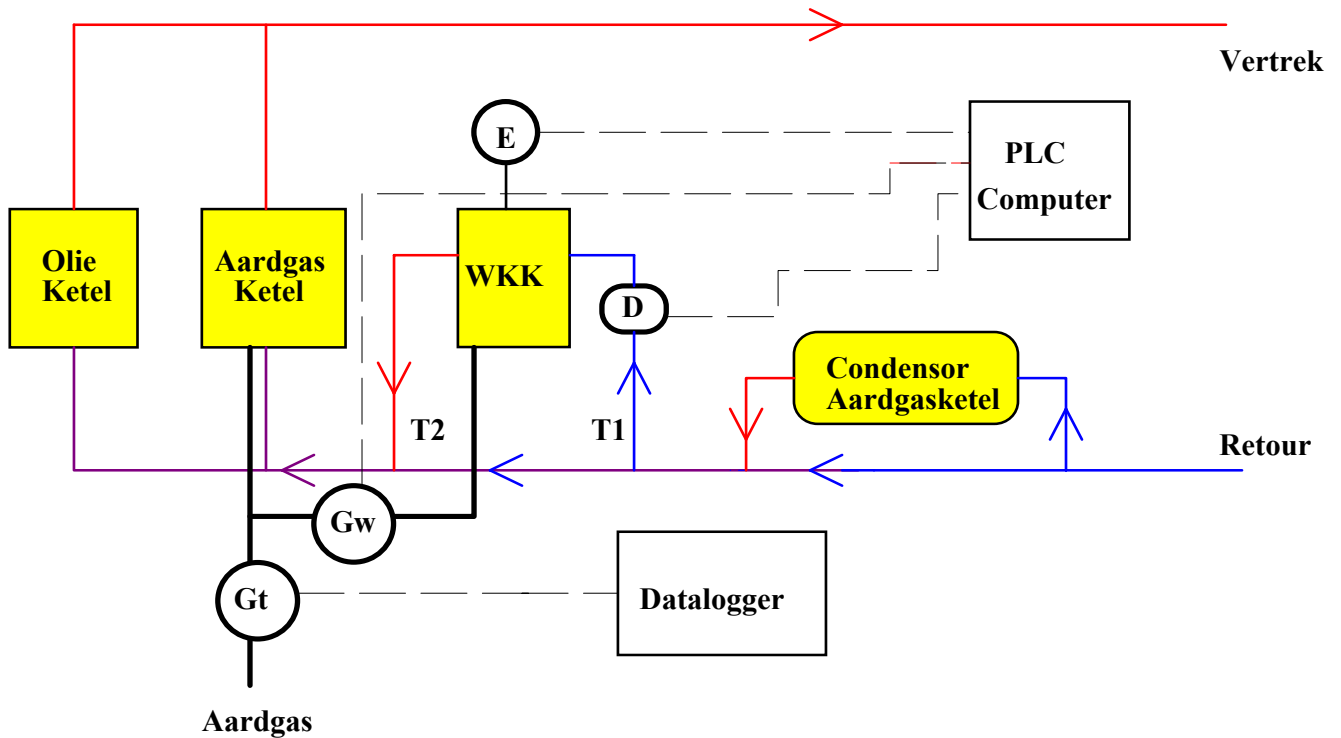
2.3 Stookolieketel

Een stookolieketel met een vermogen van 1,4 MW staat in parallel met de aardgasketel en levert een gedeelte van de basiswarmtevraag.

3 METING EN REGISTRATIE ENERGIESTROMEN

Gedurende één jaar (september 1995 - augustus 1996) zijn de energiestromen bij tuinder Beukeleers gemeten en geregistreerd.

Figuur 3.1 toont een schematisch overzicht van de energieregistratie.



Figuur 3.1: Schematisch overzicht energieregistratie

Verklaring van de meetsymbolen:

D: Debietmeter

T1: temperatuurmeting van het water aan de ingang van de WKK

T2: temperatuurmeting van het water aan de uitgang van de WKK

E: elektriciteitsmeter WKK-installatie

Gw: gasteller WKK-installatie

Gt : gasteller totaal aardgas

De meetapparatuur aan de WKK-installatie werd geïnstalleerd door de leverancier van de WKK-installatie; de gegevens van de WKK-installatie worden geregistreerd en verwerkt met een PLC en een computer, waarvan VITO de data gebruikt.

De metingen aan de aardgasketel wordt uitgevoerd door VITO; deze meetgegevens worden geregistreerd door een datalogger.

3.1 WKK-installatie

Korte beschrijving meetpunten WKK-installatie:

a) Brandstofverbruik van de aardgasmotor [Gw]

De meting van het brandstofverbruik gebeurt met een gasteller die geleverd werd door de energiemaatschappij. De gasteller levert pulsen aan de PLC-computer. Bij het ophalen van de meetgegevens wordt de tellerstand maandelijks afgelezen. Op basis van 32100 kJ/Nm^3 en een drukcorrectiefactor van 1,0725 volgens de faktuur van de leverancier wordt het maandelijks gasverbruik omgerekend naar MJ.

b) Elektriciteitsproductie van de WKK-installatie [E]

De elektriciteitsproductie (kWh) van de WKK-installatie wordt gemeten met een vermogen-transmitter die zijn meetsignaal stuurt naar PLC en computer, waar de kwartuurwaarden berekend worden. VITO berekent hieruit uurgemiddelden voor verdere verwerking.

c) Warmteproductie van de WKK-installatie [C]

Voor de bepaling van de warmteproductie van de WKK-installatie worden 3 metingen uitgevoerd:

T1 meet de temperatuur van het water aan de ingang van de WKK-installatie.

T2 meet de temperatuur van het water aan de uitgang van de WKK-installatie.

D: debietmeter D bepaalt het debiet van het water dat door de WKK-installatie stroomt.

Uit deze 3 grootheden wordt het warmtevermogen [C] bepaald.

3.2 Aardgasketel

Het totaal aardgasverbruik (Gt) wordt gemeten met de aanwezige gasmeter van de energiemaatschappij. De gasteller levert pulsen aan de datalogger die uurlijks geregistreerd worden. De omrekening naar MJ aardgas gebeurt op dezelfde manier als bij de WKK-gasteller. Door aftrekking van het WKK-verbruik wordt het gasverbruik van de ketel bepaald.

Ook de tellerstand van de totale gasmeter (Gt) wordt maandelijks genoteerd.

3.3 Stookolieketel

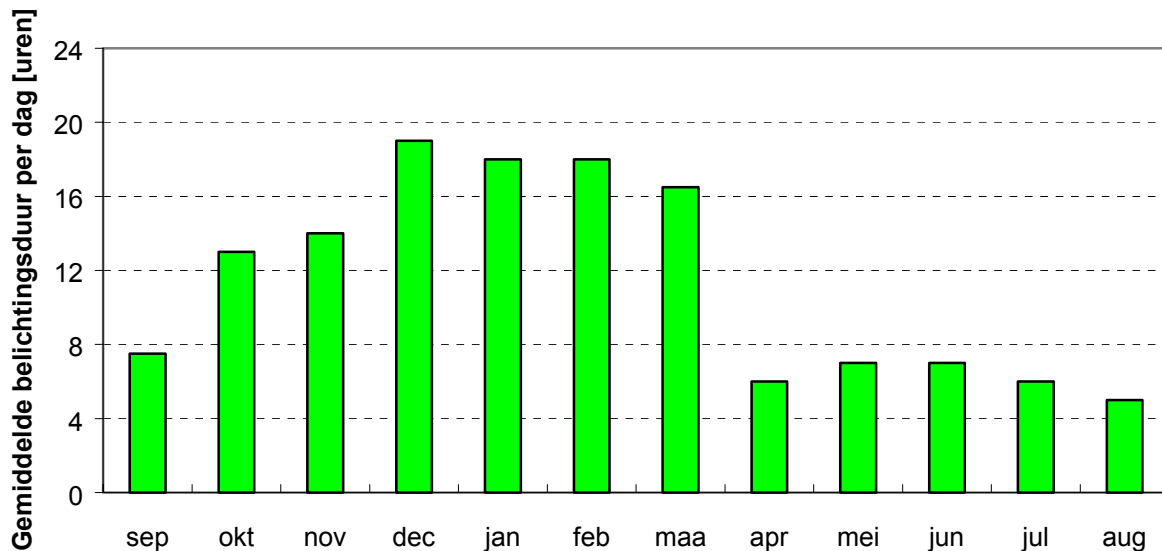
Omwille van de bestaande leidingsconstructie kon geen olieteller in de toevoerleiding van de extra zware stookolie ingebouwd worden. Daarom wordt het niveau van de stookolie in de opslagtank maandelijks genoteerd. Met behulp van de stookolieleveringsbonnen kan het extra zware stookolieverbruik bij benadering maandelijks bepaald worden.

4 TECHNISCHE EVALUATIE

In dit hoofdstuk worden de energiestromen (elektriciteit en warmte), gemeten van september 1995 tot en met augustus 1996, en de prestatie van de WKK-installatie besproken.

4.1 Elektriciteitsproductie

De WKK-installatie wordt gestuurd volgens de elektriciteitsvraag: indien belichting noodzakelijk is, is de WKK-installatie in bedrijf. In figuur 4.1 wordt de gemiddelde belichtingsduur per dag weergegeven.



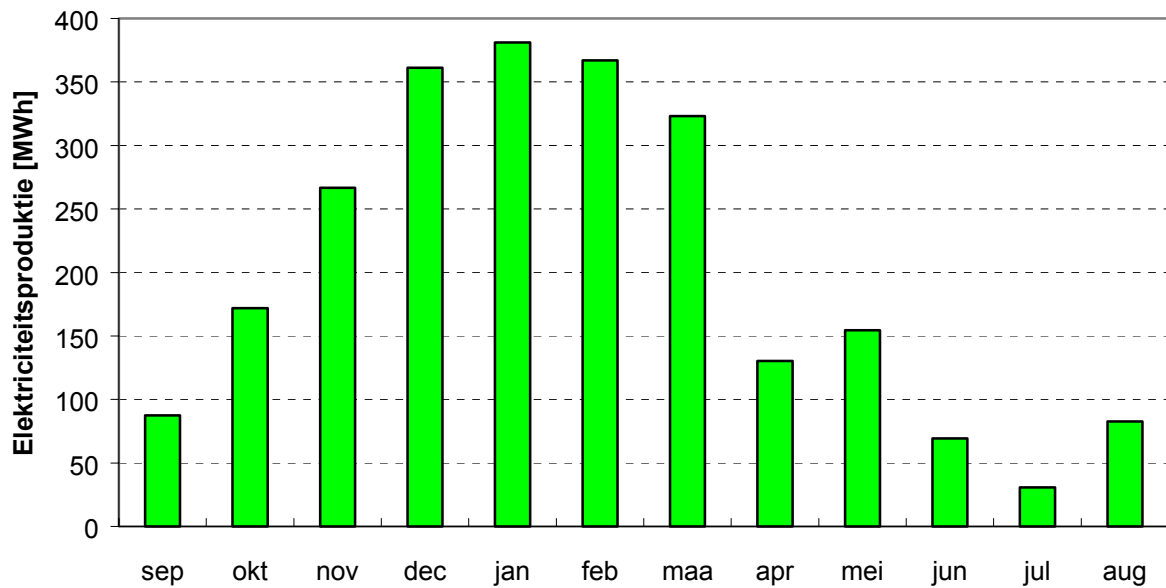
Figuur 4.1: Gemiddelde belichtingsduur per dag

Tijdens de zomermaanden zijn er 2 periodes waarin geen belichting wordt toegepast; van 4 juni t.e.m. 20 juni en van 8 juli t.e.m. 9 augustus. De gemiddelde belichtingsduur per dag tijdens de zomermaanden is berekend voor die dagen waarop belichting werd toegepast.

Tijdens het tussenseizoen varieert de gemiddelde belichtingsduur per dag tussen 6 en 7.5 uur toegepast. In oktober en november neemt de belichtingsduur toe tot 13 à 14 uur per etmaal; gedurende de wintermaanden is de verlichtingsperiode vrij hoog en bedraagt meer dan 16 uur per dag.

In figuur 4.2 wordt de elektriciteitsproductie van de WKK-installatie op maandbasis weergegeven. Van september 1995 tot en met augustus 1996 heeft de WKK-installatie 3230 equivalente vollasturen gemaakt en 2424 MWh aan elektriciteit geleverd. Van september tot en met oktober leverde de WKK-installatie een gemiddeld elektrisch vermogen van 590 kWe. In november is het verlichtingsnet uitgebreid (meer lampen bijgehangen) waardoor de WKK-installatie vanaf december een gemiddeld een gemiddeld elektrisch vermogen van 710 kWe levert.

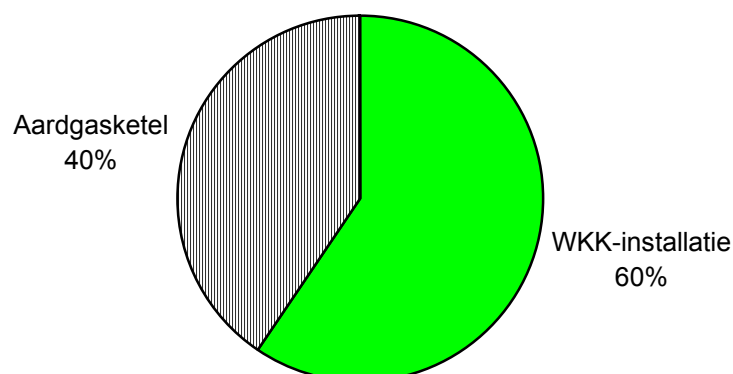
Nochtans werden in december een aantal dagen waargenomen waarop de WKK-installatie een gemiddeld elektrisch vermogen van circa 590 kWe leverde; dit verklaart waarom in figuur 4.2 bij een hoger gemiddelde belichtingsduur per dag minder elektriciteit geproduceerd wordt.



Figuur 4.2: Elektriciteitsproductie van de WKK-installatie op maandbasis

4.2 Warmteproductie

Indien we aannemen dat de warmte die bij CO₂-dosering vrijkomt nuttig benut wordt, kan het gedeelte van de warmtevraag dat door aardgas gedekt wordt bepaald worden. Tijdens de registratieperiode van een jaar bedroeg de warmteproductie (WKK-installatie en aardgasketel) 24126 GJ. Figuur 4.3 toont het aandeel van de WKK-installatie en de aardgasketel. De warmteproductie door de WKK-installatie werd gemeten en geregistreerd. De warmteproductie van de aardgasketel werd afgeleid uit het gemeten brandstofverbruik en de veronderstelling dat het rendement 95 % bedraagt (onderste verbrandingswaarde).

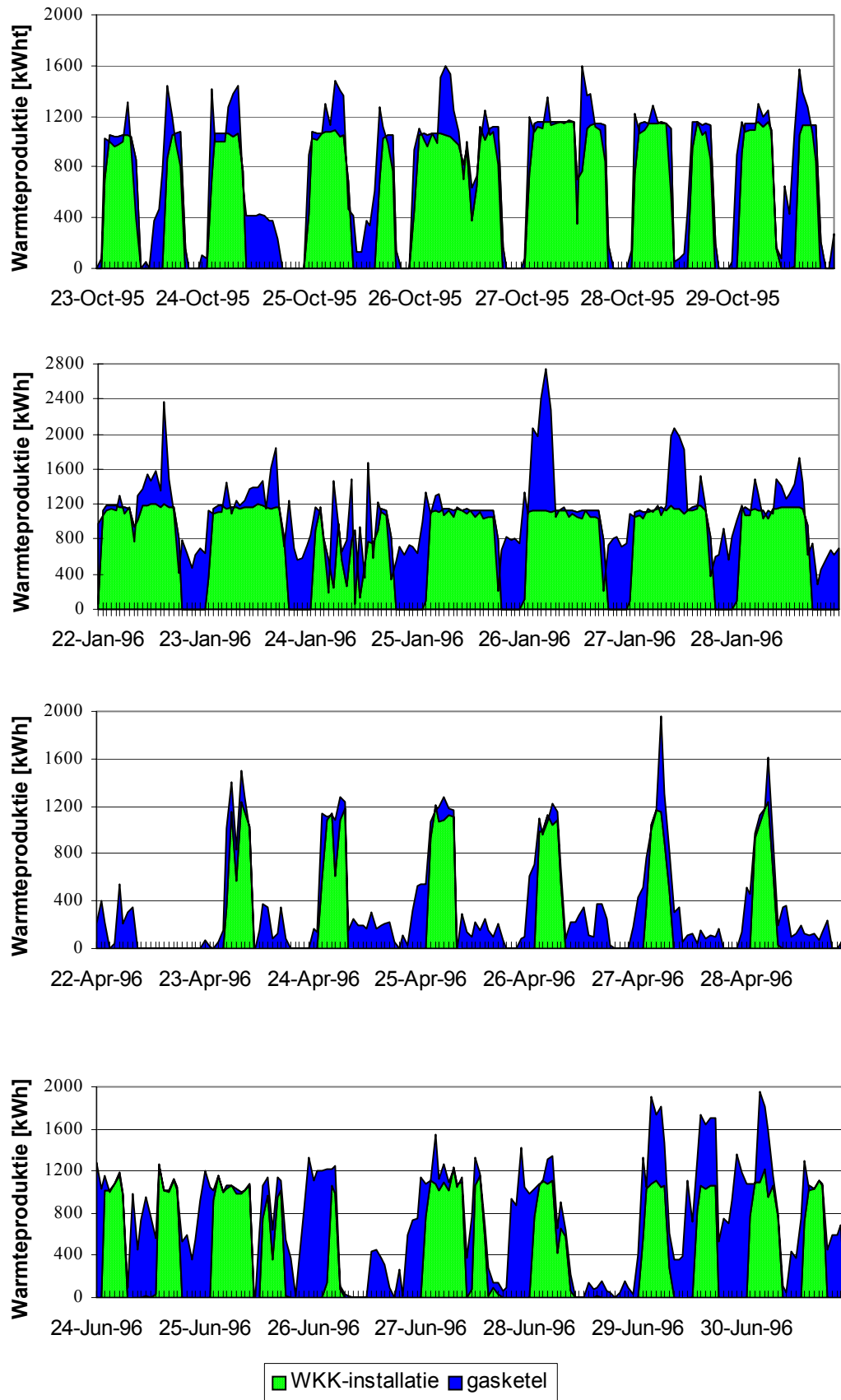


Figuur 4.3: Aandeel van de aardgasinstallaties in de jaarlijkse warmteproductie

Figuur 4.4 toont op uurbasis de geleverde warmte door de WKK-installatie en de aardgasketel gedurende een week in oktober, januari, april en juni. In praktijk is de warmtevraag van het

tuinbouwbedrijf tijdens deze 4 meetweken groter; figuur 4.4 toont niet de totale warmtevraag. De warmte die door de olietel geleverd werd is niet in figuur 4.4 opgenomen (geen oliemeting mogelijk).

De uurlijks geproduceerde warmte van de WKK-installatie bedraagt ongeveer 1140 kWh tijdens de 4 meetperiodes. De geproduceerde warmte van de aardgasketel tijdens de 4 meetweken is eerder beperkt (vermogen ketel is 3.5 MW) en werd hoofdzakelijk gerecupereerd tijdens de CO₂-dosering.



Figuur 4.4: Geleverde warmte door WKK-installatie en aardgasketel

4.3 Rendementen WKK-installatie

Tabel 4.1 toont een overzicht van de prestaties van de WKK-installatie gedurende de registratieperiode.

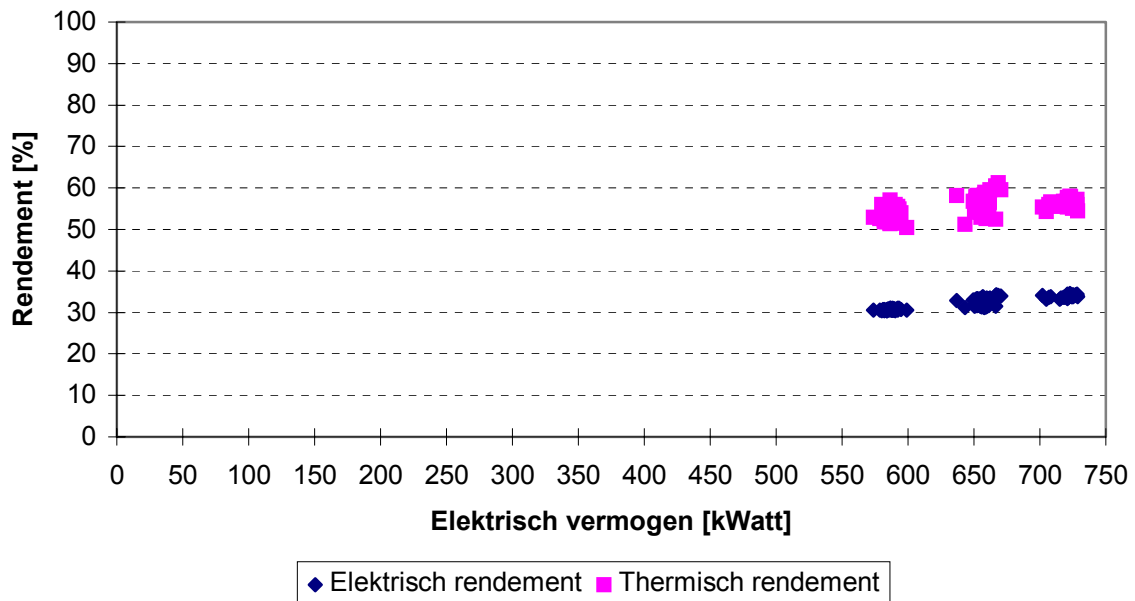
Tabel 4.1: Prestaties van de WKK-installatie op maandbasis

Registratie periode	WKK-installatie					
	E-prod. [kWh]	Q-prod. [GJ]	Brandstof [GJ]	el. rend. [%]	th. rend. [%]	tot. rend. [%]
september	87543	476	924,2	34,1	51,5	85,6
oktober	171836	1092	2005,5	30,8	54,4	85,2
november	266657	1643	2914,6	32,9	56,3	89,3
december	361171	2169	3951,6	32,9	54,8	87,8
januari	381183	2255	4091,8	33,5	55,1	88,6
februari	357696	2098	3809,1	33,8	55,0	88,8
maart	323064	1907	3407,0	34,1	55,9	90,0
april	130156	780	1418,8	33,0	54,9	87,9
mei	161505	929	1821,9	31,9	51,0	82,9
juni	69352	387	773,8	32,2	50,0	82,2
juli	30846	172	345,3	32,1	49,8	81,9
augustus	82767	462	932,8	31,9	49,5	81,4
Totaal	2423776	14370	26396,4	33,1	54,4	87,5

Op jaarbasis behaalde de WKK-installatie een elektrisch rendement van 33,1 % en een thermisch rendement van 54,4 %. Dit betekent dat onder praktijkomstandigheden 87,5 % van de brandstof door de WKK-installatie werd omgezet in nuttige elektriciteit en warmte. De WK-verhouding van de installatie is circa 1,65. Het elektrisch rendement varieert tussen 30,8 en 34,1 %.

Opvallend in deze tabel is dat het thermisch rendement in september beduidend lager is. Dit kan verklaard worden doordat in september de meting van de warmteproductie foutief berekend werd (Bij de meting van de ΔT (verschil tussen vertrek- en retourtemperatuur werd een afrondingsfout gemaakt). Dit euvel werd eind september verholpen; in oktober en november behaalde de WKK-installatie een thermisch rendement van 54 % respectievelijk 56 %.

Het elektrisch en thermisch rendement wordt in figuur 4.5 weergegeven in functie van het geleverd elektrisch vermogen.



Figuur 4.5: Elektrisch en thermisch rendement i.f.v. het geleverd elektrisch vermogen

Bij een elektrisch vermogen van 590 kW_e (79 % van het nominaal vermogen van de WKK-installatie) bedraagt het gemiddeld elektrisch rendement 30,5 % en het gemiddeld thermisch rendement 54 %. Bij een geleverd nominaal vermogen van 87 % (655 kW_e) stijgt het gemiddeld elektrisch rendement tot 32,5 % en het thermisch rendement neemt toe tot 56 %.

Tijdens de laatste 8 meetdagen leverde de WKK-installatie een elektrisch vermogen van circa 710 kW_e (95 % van het nominaal vermogen). Bij dit vermogen stijgt het gemiddeld elektrisch rendement tot 33,5 %; het gemiddeld thermisch rendement bedraagt 56 %.

5 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN CO₂-VERMINDERING

5.1 Uitgangspunten

Voor de berekening van de energie en CO₂-besparingen werden volgende uitgangspunten gedefinieerd:

Situatie met WKK (huidige situatie)

- elektriciteit: de elektriciteit voor de verlichting wordt geleverd door de WKK-installatie
Het elektriciteitsverbruik van de kleinere gebruikers wordt geleverd door de WKK-installatie tijdens belichting; bij geen belichting wordt de elektriciteit aangekocht van het openbare net (rendement 44 %, CO₂-emissiefactor 624 g/kWh).
- warmteproductie: WKK-installatie
Olieketel
Aardgasketel

Situatie zonder WKK

- elektriciteit: centrale elektriciteitsvoorziening aardgas/kolen: rendement 44 %; CO₂-emissiefactor 624 g/kWh (Bijlage 1).
- warmteproductie: Olieketel
Aardgasketel

Tabel 5.1 toont de uitgangspunten die gebruikt zijn bij de berekening van de besparing op primaire energie en de vermindering van de CO₂-emissie.

Tabel 5.1: uitgangspunten

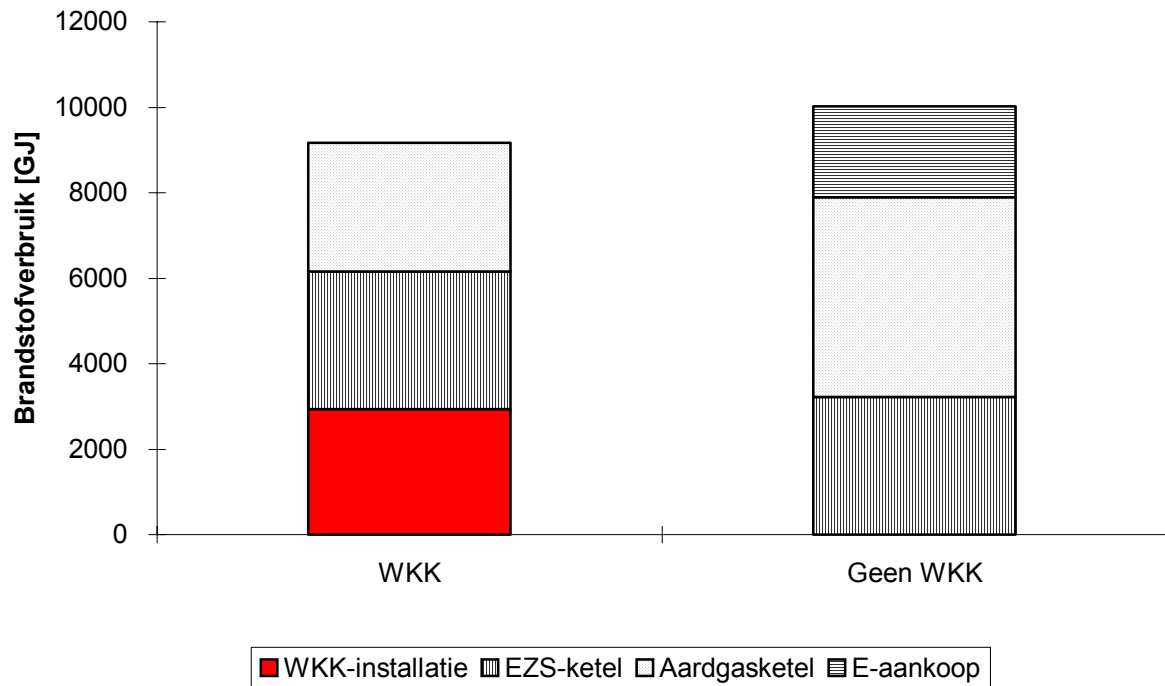
Installatie	Brandstof	onderste verbrandingswaarde	CO ₂ -Emissiefactor
Olieketel	extra zware stookolie	40,3 MJ/kg	76,6 g/MJ
Gasketel	aardgas	32,1 MJ/Nm ³	55,5 g/MJ
WKK	aardgas	32,1 MJ/Nm ³	55,5 g/MJ

- Omdat het olieverbbruik van de extra zware stookolieketel niet op uurbasis gemeten kon worden en omdat we aannemen dat het vermogen van de olieketel (1,4 MW) niet voldoende is om steeds de warmtevraag te dekken gaan we ervan uit dat in de referentiesituatie de gasketel de vervangingswarmte van de WKK-installatie levert.

In realiteit zal ook de olieketel een gedeelte van de vervangingswarmte leveren, waardoor de gerealiseerde primaire energiebesparing en CO₂-emissiereductie hoger zou kunnen zijn dan de berekende besparingen.

5.2 Besparing primaire energie

De gerealiseerde energiebesparing tijdens de maanden september en oktober 1995 wordt in figuur 5.1 weergegeven.

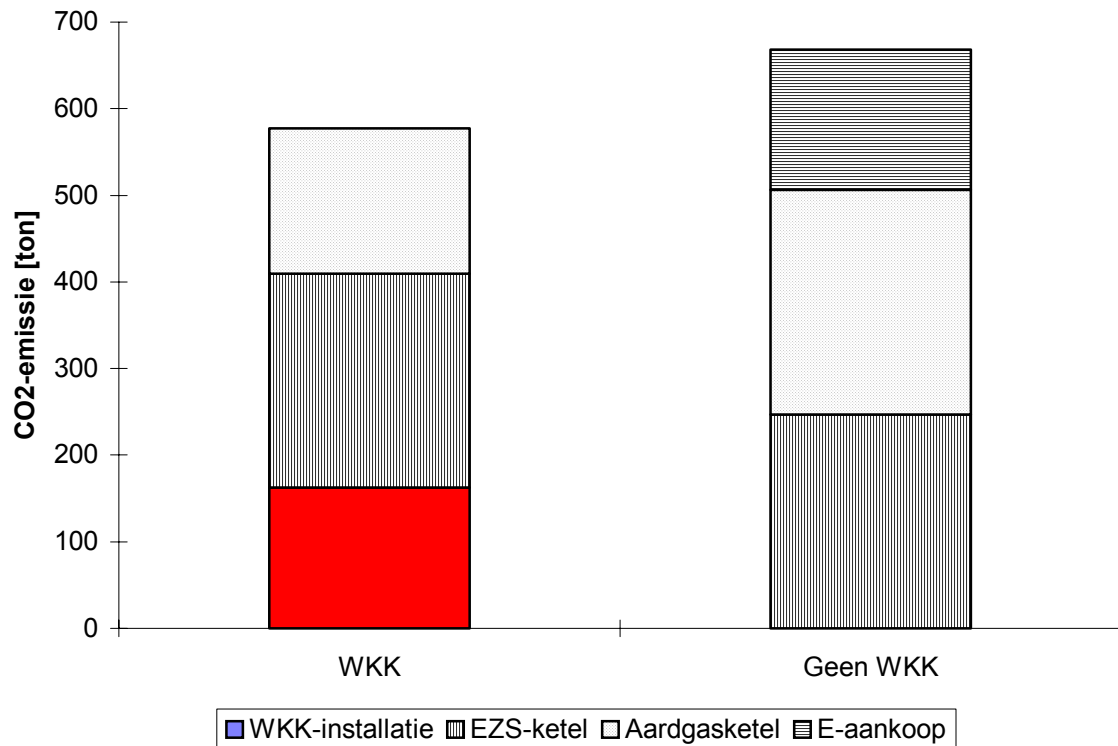


Figuur 5.1: Energiebesparing t.o.v. referentiesituatie

Gedurende de maanden september en oktober is er t.o.v. de referentiesituatie een energiebesparing van 855 GJ of circa 24800 m³ aardgas wat overeen komt met een besparing van 8,5 %.

5.3 CO₂-emissiereductie

Figuur 5.2 toont de CO₂-emissie in de situatie met WKK en in de situatie zonder WKK.



Figuur 5.2: CO₂-besparing t.o.v. referentiesituatie

Gedurende de registratieperiode is er t.o.v. de referentiesituatie een CO₂-besparing van 90,7 ton wat overeen komt met een besparing van 13,6 %.

6 ECONOMISCHE EVALUATIE

De rendabiliteit van het project wordt berekend door het relateren van de baten aan de kosten van het project. Tabel 6.1 toont de kosten/baten-balans.

Tabel 6.1 Kosten en baten WKK-project

KOSTEN	BATEN
<ul style="list-style-type: none"> ◆ ONDERHOUDSKOSTEN ◆ INVESTERINGSKOSTEN 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ BESPARING OP DE ENERGIEREKENING: <u>energierekening situatie met WKK</u> <ul style="list-style-type: none"> • aardgasverbruik WKK • verbruik aardgasketel • verbruik stookolieketel • aankoop elektriciteit voor drijfkracht <li style="text-align: center;">β <u>energierekening situatie zonder WKK</u> <ul style="list-style-type: none"> • verbruik aardgasketel • verbruik stookolieketel • aankoop elektriciteit voor belichting en drijfkracht

De besparing op de energierekening is de belangrijkste opbrengstenpost. De energiekosten in de situatie met WKK worden vergeleken met de energiekosten in de situatie zonder WKK. De energiekosten in de situatie zonder WKK zijn de kosten die Beukeleers zou maken indien het bedrijf de elektriciteit nodig voor assimilatiebelichting van het net zou aankopen en alle warmte zou opwekken in de ketels. In tabel 6.2 worden de energiekosten in de situatie met en in de situatie zonder WKK voor de periode september 1995 tot en met augustus 1996 naast elkaar gezet. Onderaan de tabel wordt verwezen naar de oorsprong van de bedragen.

Tabel 6.2 : *Energierekening situatie met WKK t.o.v. situatie zonder WKK*

	Situatie met WKK [MBEF]	Situatie zonder WKK [MBEF]
Aardgasverbruik WKK en ketel	5,3 ^a	2,7 ^d
Verbruik stookolieketel	1,2 ^b	1,8 ^e
Aankoop elektriciteit	0,4 ^c	5,2
Totaal	6,9	9,7
Energiekostenbesparing	2,8	

a : gemeten verbruik x 127 BEF/GJ_{bvw} (gemiddelde gasprijs aug. '96 -sept '97) ;

de gasprijs is gekoppeld aan de lichte stookolieprijs

b : som factuurbedragen

c : som maandelijkse factuurbedragen (excl. reactief verbruik)

d : 50% van de benodigde warmte wordt opgewekt in de aardgasketel aan een gemiddelde gasprijs van 127 BEF/GJ_{bvw}

e : 50% van de benodigde warmte wordt opgewekt in de stookolieketel aan een gemiddelde stookolieprijs van 3,7 BEF/kg

f : totale elektriciteitsvraag aan uurseizoentarief (zie bijlage 2).

De brandstofkosten (aardgas WKK, verbruik aardgasketel, verbruik stookolieketel) liggen in de situatie met WKK 2 MBEF hoger dan in de situatie zonder WKK (verbruik aardgas- en stookolieketel). Ten gevolge van WKK daalt de elektriciteitsrekening echter aanzienlijk, met 4,8 MBEF. Uiteindelijk ligt de totale energierekening in de situatie met WKK 2,8 MBEF (29%) lager dan in de situatie zonder WKK.

Tabel 6.3 geeft de investeringsanalyse van het project.

Tabel 6.3 *Investeringsanalyse*

Energiekostenbesparing	2,8 MBEF
Onderhoudskosten	MBEF
Jaarl. Netto Opbrengst	MBEF
Investeringskosten	19,8 MBEF
Terugverdiëntijd	jaar
Intern rendement	%

De jaarlijkse netto opbrengst van het project is de energiekostenbesparing (9,3 MBEF) verminderd met de onderhoudskosten (0,7 MBEF), wat neerkomt op 8,6 MBEF. De onderhoudskosten zijn de kosten van een all-in onderhoudscontract met de leverancier (143 BEF/draaiuur). Indien we er vanuit gaan dat de netto opbrengst elk jaar dezelfde is, dan kan men de terugverdiëntijd en het interne rendement van het project berekenen door de investeringskosten te relateren aan de jaarlijkse netto opbrengst. Zonder rekening te houden met de investeringssubsidie van 35% die Rosarium van de Vlaamse Gemeenschap verkregen heeft, wordt het project in 3 jaar terugverdiend en bedraagt het intern rendement 31%. Na subsidie bedraagt de terugverdiëntijd 2 jaar en het intern rendement 49%.

7 BESLUIT

In de eerste registratieperiode (september 1995 tot november 1995) heeft de WKK-installatie ruim 872 geregistreerde draaiuren gemaakt waarin de WKK-installatie (nominaal vermogen van 750 kW_e) ruim 526 MWh aan elektriciteit en 3211 GJ aan warmte geproduceerd heeft.

Voor de eerste registratieperiode wordt een gemiddeld elektrisch rendement van 32,4 % behaald en een gemiddeld thermisch rendement van 55,5 %; de totale brandstofbenuttigingsfactor van de WKK-installatie bedraagt 87,9 %. Deze resultaten moeten nog besproken en geëvalueerd worden; bij het opstellen van dit tussentijds verslag is er een afwijking (11,2 %) vastgesteld tussen het aflezen van de tellerstand van de WKK-installatie en het door de computer geregistreerd verbruik.

Gedurende één jaar heeft de WKK-installatie 79 % van zijn nominaal vermogen geleverd; uit de registratiegegevens (september en oktober) blijkt dat bij dit vermogen een gemiddeld elektrisch rendement van 30,5 % en een gemiddeld thermisch rendement van 54 % behaald werd. Door uitbreiding van de verlichtingsinstallatie (tuinder heeft meer lampen gehangen) heeft de WKK-installatie gedurende de laatste 8 registratiedagen 95 % van zijn nominaal vermogen geleverd (710 kW_e). Bij dit vermogen werd een gemiddeld elektrisch rendement van 33,5 % behaald; het gemiddeld thermisch rendement bedraagt 56 %.

De besparing op primaire energie bedroeg tijdens de maanden september en oktober 855 GJ (equivalent aan circa 24800 m³ aardgas). De vermindering van de CO₂-emissie bedroeg tijdens september en oktober 90,7 ton; dit komt overeen met een besparing van 13,6 %.

BIJLAGE 1 : CO₂-EMISSIEFACTOR EN RENDEMENT ELEKTRICITEITSPARK

De afleiding van de gehanteerde CO₂-emissiefactor voor elektriciteit (624 g/kWh) en het rendement (44 %) wordt nader toegelicht.

- Volgens [1] zijn de aandelen brandstof in de elektriciteitsvoorziening in 2000 als volgt:
 - 15,9 % steenkool ;
 - 26,4 % aardgas (voornamelijk STEG).
- Het rendement van een steenkoolcentrale bedraagt volgens [1] 36,5 %; dit leidt tot een CO₂-emissiefactor van 962 g/kWh.
- Voor aardgas wordt verondersteld dat in 2000 het conversierendement gemiddeld 48 % bedraagt, wat leidt tot een CO₂-emissie van de elektriciteitsproductie met aardgas van 420 g/kWh.

Het rendement en de CO₂-emissiefactor worden dan als volgt bepaald :

- rendement : $(0,159*36,5+0,264*48)/(0,159+0,264) = 44 \%$;
- CO₂-factor : $(0,159*962+0,264*420)/(0,159+0,264) = 624 \text{ g/kWh}$.

BIJLAGE 2 : ELEKTRICITEITSTARIEF (geldig tijdens registratieperiode sept. 1995 - aug. 1996)

Situatie zonder en met WKK : uurseizoentarief

Vermogenterm

winter

tijdens piekuren	$674,8 \cdot D \cdot N_E$	BEF/kW
buiten piekuren	$135,0 \cdot D \cdot N_E$	BEF/kW
tussenseizoen	$135,0 \cdot D \cdot N_E$	BEF/kW
zomer	$118,1 \cdot D \cdot N_E$	BEF/kW

Proportionele term

normale uren	$1,855 \cdot D \cdot N_E + 0,642 \cdot N_C$	BEF/kWh
stille uren	$0,904 \cdot N_E + 0,542 \cdot N_C$	BEF/kWh

Ristorno

Het ziekenhuis krijgt een korting van 10% op de factuur

Meterhuur : $1135 \cdot N_E$

met : kW : maandelijks maximaal kwatuurvermogen
D : $0,74 + 70/(kW + 340)$
(bij uurseizoentarief : $kW = \max(kW_{\text{piek}}, kW_{\text{buiten piek}})$)
 N_C en N_E : prijsherzieningsparameters, wijzigen maandelijks
bv. jan. '95 : $N_C = 1,0149$ en $N_E = 1,1788$
winter : november t.e.m. februari
tussenseizoen : maart, april, september, oktober
zomer : mei t.e.m. augustus
normale uren : maandag t.e.m. vrijdag van 06.00 tot 21.00 (uitgezonderd feestdagen)
stille uren : maandag t.e.m. vrijdag van 21.00 tot 06.00, zater-, zon- en feestdagen
piekuren : maandag t.e.m. vrijdag van 07.00 tot 09.00 en van 11.00 tot 13.00 tijdens winter (uitgezonderd feestdagen)

Referenties

- [1] P. Bulteel en F. Vandenberghe, Elektriciteitsproductie en CO₂-emissies, Informatiedag CO₂, Laborelec, Linkebeek, mei 1993