

**ANRE-DEMONSTRATIEPROJECT:
ENERGIEZUINIGE STOOKPLAATS,
RUSTOORD “De Nieuwe Lente”, KORTRIJK**

Eindrapport

J. Desmedt, W. Luyckx en J. Stroobants

Vito

Augustus 2000

SAMENVATTING

In het kader van de bevordering van nieuwe energietechnologieën (KB van 10/02/1983) heeft de Vlaamse overheid een investeringssubsidie toegekend aan het OCMW rustoord “De Nieuwe Lente” te Kortrijk voor de plaatsing van een energiezuinige stookplaats met een condenserende aardgasketel (294 kW), een hoogrendementsketel op aardgas (271 kW), 82 m² thermische vlakkeplaatcollectoren met een voorraadvat van 4.000 liter en 680 Wp fotovoltaïsche monokristallijne zonnecellen.

Vito voerde in opdracht van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Vlaamse Gemeenschap gedurende de periode maart 1999 tot en met februari 2000 een evaluatie van dit demonstratieproject uit. Op basis van metingen werden de technische prestaties van de installatie, de bereikte primaire energiebesparing, de vermindering van de CO₂-emissie en de rentabiliteit geëvalueerd.

De condenserende ketel heeft 80.740 Nm³ (3.068 GJ_{ovw}) aardgas verbruikt en de hoogrendementsketel 2.599 Nm³ (99 GJ_{ovw}) aardgas. De nuttig geproduceerde warmte door de ketels bedroeg respectievelijk 2.479 GJ en 55 GJ. De condenserende ketel was gedurende de registratieperiode het meest in dienst. Het vermogen van de condenserende ketel volstaat voor het leveren van de benodigde warmte bij de buitentemperaturen gedurende de registratieperiode (aantal graaddagen 19/19 registratieperiode: 3.070). De HR-ketel diende enkel ingeschakeld te worden bij extreme weersomstandigheden of bij uitval van de condenserende ketel. Een stookplaats in een rusthuis wordt zo opgevat dat bij lagere buitentemperaturen aan het comfort (en aan het SWW verbruik) in alle omstandigheden steeds kan voldaan worden.

Het waterzijdige rendement voor de condenserende ketel varieerde tussen 75 en 90%_{ovw} (gemiddeld 80%_{ovw}) en voor de HR-ketel tussen 41 en 61%_{ovw} (gemiddeld 47%_{ovw}). Voor de condenserende ketel zijn de rendementen relatief laag vermits gedurende vele perioden de retourtemperatuur hoger was dan 55°C waardoor de ketel niet kon condenseren. Het lage rendement van de HR-ketel is te wijten aan de zeer lage belastingsgraad.

Gedurende de registratieperiode werd in totaal 566 GJ warmte geproduceerd voor sanitair warm water (SWW) waarvan 449 GJ (79%) door de ketels en 117 GJ (21%) door de zonneboiler. Van de totaal geproduceerde warmte door de ketels (2.534 GJ) werd in totaal 22% geproduceerd voor SWW.

Door de zonnecollector werd 141 GJ geleverd aan het buffervat, 117 GJ werd overgedragen van het buffervat naar de warmtewisselaar van het SWW-circuit. Het rendement van de zonnecollector varieerde van 37% tot 64% met een gemiddelde van 45%. Het rendement van het buffervat bedroeg gemiddeld 83%. De dekkingsgraad van de zonneboilerinstallatie varieerde van 3 tot 44% met een gemiddelde op jaarbasis van 21%. Vanaf september 1999 werd de installatie optimaal bedreven met een gemiddelde dekkingsgraad van ongeveer 40%.

Het fotovoltaïsch paneel (PV) heeft slechts 52 kWh geleverd. Omwille van technische problemen aan de netkoppelingsmodule heeft het PV-paneel niet de verwachte opbrengst (±500 kWh/jaar) kunnen realiseren. Bijkomende (nadelige) factor is dat de PV-panelen geplaatst zijn (vanwege het demonstratief karakter) aan de inkomzijde van het gebouw

zodat deze gedurende een gedeelte van de dag in de schaduw staan en hun opbrengst dus niet volledig representatief is voor de gebruikte technologie.

Het primair energieverbruik in de huidige situatie bedroeg 3.167 GJ. Het primair energieverbruik in de referentiesituatie bedroeg 3.147 GJ. Dit betekent een meerverbruik aan primaire energie van 20 GJ. De CO₂-emissie in de huidige situatie bedroeg 176 ton/jaar. De CO₂-emissie in de referentiesituatie bedroeg 175 ton/jaar. Dit betekent dus een meeruitstoot van 1 ton/jaar. De totale primaire energie en CO₂-emissie liggen hoger in de huidige dan in de referentiesituatie als gevolg van het relatief lage rendement van de condenserende ketel. Door de thermische zonnepanelen wordt er uiteraard primaire energie bespaard (65 GJ/jaar) en wordt er minder CO₂ uitgestoten (4 ton/jaar), de totale balans blijft echter negatief.

De installatie van een condenserende ketel is niet zinvol gebleken en de meerinvestering in de condenserende ketel ten opzichte van een klassieke hoogrendementsketel (170.000 BEF) wordt dan ook niet terugverdiend.

Met een investering van 2,25 MBEF of 27.400 BEF/m² (incl. voorraadvat, panelen, montage) voor de thermische zonnepanelen werd een energiebesparing gerealiseerd van 141 GJ/jaar of 30 kBEF/jaar. Rekening houdend met de meerinvesteringen van 1,75 MBEF geeft dit een terugverdientijd van 58 jaar zonder subsidie en 27 jaar met subsidie van de Vlaamse overheid. De resultaten van de zonneboiler gedurende deze meetperiode dienen dan ook geïnterpreteerd te worden als zijnde een minimum en mogen niet veralgemeend worden voor elk zonneboilerproject. Door uitgevoerde aanpassingen aan de instellingen werd de dekkingsgraad (of de opbrengst van de zonneboiler) gedurende een aantal maanden reeds verhoogd. Dit geldt eveneens voor de economische evaluatie waar bij hogere opbrengsten de rendabiliteit positiever wordt.

De aankoop en installatie van PV-panelen vergde een investering van ongeveer 235 kBEF of 345 BEF/Wattpiek (incl. omvormer, metalen frame, montage) maar omwille van een te lage opbrengst is een economische evaluatie van deze technologie in dit project niet representatief.

INHOUD

1	INLEIDING	5
2	TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE.....	6
	2.1 <i>Omschrijving van de installatie</i>	<i>6</i>
	2.2 <i>Inplantingsschema</i>	<i>8</i>
3	METING EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN.....	10
	3.1 <i>Overzicht van de metingen.....</i>	<i>10</i>
	3.2 <i>Tijdsplanning.....</i>	<i>10</i>
4	TECHNISCHE EVALUATIE.....	12
	4.1 <i>Condenserende en hoogrendementsketel.....</i>	<i>12</i>
	4.2 <i>Thermische zonnepanelen.....</i>	<i>17</i>
	4.3 <i>Fotovoltaïsche panelen.....</i>	<i>23</i>
5	PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN CO₂-REDUCTIE.....	24
6	ECONOMISCHE EVALUATIE	26
7	MENING VAN DE GEBRUIKER.....	27
8	BESLUIT.....	28
	Bijlage 1: Samenvatting resultaten.....	30
	Bijlage 2: Rendement en CO₂-emissiefactor elektriciteitspark.....	32

1 INLEIDING

Het OCMW Kortrijk biedt dienstverlening aan de oudere bevolking van de stad: ouderenwoningen, serviceflats, rusthuizen en een ziekenhuis. In het kader van de bevordering van nieuwe energietechnologieën (KB van 10/02/1983) heeft de Vlaamse Gemeenschap aan het OCMW rustoord “De Nieuwe Lente” te Kortrijk (90 bedden) een investeringssubsidie toegekend voor de plaatsing van een energiezuinige stookplaats. Vermits de stookplaats en de regeling van de verwarmingsinstallatie aan vervanging toe waren, besloot het OCMW om een volledig nieuwe energiezuinige stookplaats te bouwen met de integratie van een condenserende en een hoogrendementsketel, thermische zonnepanelen voor de productie van sanitair warm water en fotovoltaïsche panelen voor de productie van elektriciteit.

Vito voerde in opdracht van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Vlaamse Gemeenschap een evaluatie van dit demonstratieproject uit. Het demonstratieproject werd goedgekeurd in augustus 1998 evenals het aanvangsverslag. De installatie werd in oktober 1998 in dienst genomen. Door aanpassingen aan het leidingwerk en problemen met de dataregistratie kon de installatie pas definitief opgestart worden vanaf december 1998 en werd de meetperiode gestart vanaf maart 1999. Het tussentijds rapport werd opgesteld in september 1999. Dit eindrapport beschrijft de meetresultaten van de maanden maart 1999 tot en met februari 2000.

Gedurende een meetperiode van 1 jaar werden de energiestromen op uurbasis opgemeten en geregistreerd. Op basis van deze metingen werden de technische prestaties van de installatie, de bereikte primaire energiebesparing, de vermindering van de CO₂-emissie en de rentabiliteit geëvalueerd.

In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 een technische beschrijving van de installatie gegeven. In hoofdstuk 3 wordt de meetprocedure van de energiestromen beschreven en in hoofdstuk 4 worden de meetresultaten geanalyseerd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 de besparing op primaire energie en de vermindering van de CO₂-emissie berekend en wordt in hoofdstuk 6 een economische evaluatie gemaakt. Tenslotte wordt in hoofdstuk 7 een besluit geformuleerd.

2 TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE

2.1 Omschrijving van de installatie

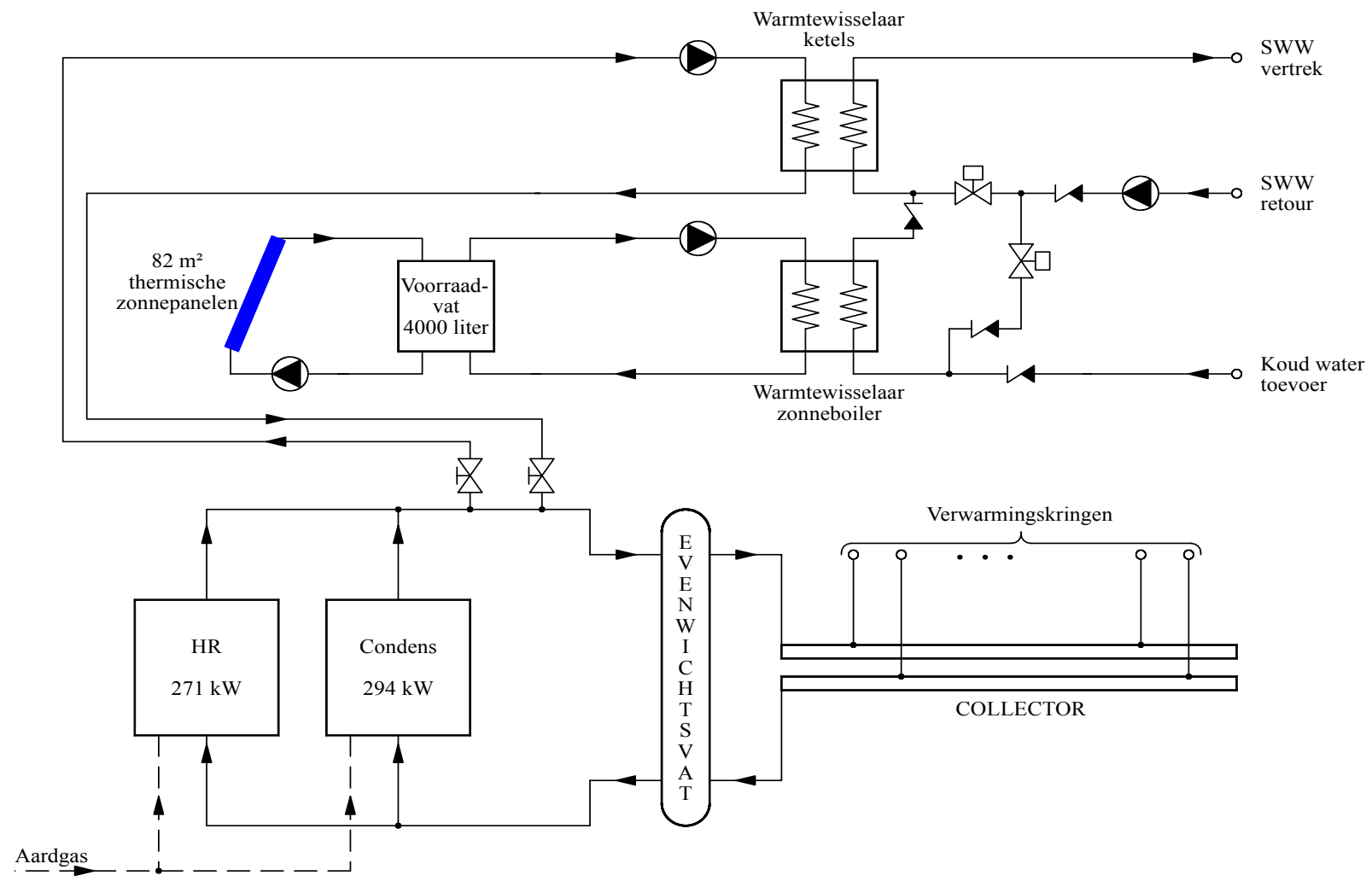
De energiezuinige stookplaats bestaat uit de integratie van volgende delen: een condenserende aardgasketel met een vermogen van 294 kW, een hoogrendementsketel op aardgas met een vermogen van 271 kW, 82 m² thermische vlakkeplaatcollectoren met een voorraadvat van 4.000 liter. Het energiebeheersysteem (Landis & Staefa, Brussel) controleert, regelt en bewaakt de verschillende delen van de verwarmingsinstallatie. De verwarmingsinstallatie van het rustoord bevindt zich in een lokaal van de kelder en werd geïnstalleerd door de firma Vandewalle uit Jabbeke. Figuur 1 geeft een schematische weergave van de verwarmingsinstallatie in het rustoord. De fotovoltaïsche panelen zijn op dit schema niet weergegeven.

De warmte van de Remeha aardgasketels (Mampaey, Antwerpen) wordt geleverd over een evenwichtsfles aan een collector met 6 distributieleidingen. De warmte wordt gebruikt voor de verwarming van lokalen in het rustoord. Via een warmtewisselaar wordt tevens de warmte van de ketels overgedragen naar het sanitair warm water (SWW) circuit. Het SWW wordt via een ringleiding naar de verschillende gebruikers rondgepompt.

De vlakkeplaat zonnepanelen (82 m²) zijn zuidwaarts op het plat dak van het rustoord geplaatst onder een hoek van 45° en voorzien van de nodige ballast tegen extreme weersomstandigheden. De zonneboilerinstallatie werd geleverd door de firma IZEN uit Berchem. De warmte van de zonnepanelen wordt opgeslagen in een geïsoleerd voorraadvat van 4.000 liter geplaatst in de stookruimte. De warmte van het voorraadvat wordt over een warmtewisselaar afgegeven aan het SWW-circuit. Het sanitair retourwater kan opgewarmd worden door de warmtewisselaar van de zonnepanelen en/of vervolgens bijverwarmd door de warmtewisselaar van de ketels (dit is afhankelijk van de retourwatertemperatuur van het SWW en de temperatuur in het voorraadvat).

Het fotovoltaïsch systeem (PV-systeem) is opgebouwd uit 8 in serie geplaatste Astro monokristallijne modules van 85 Wp elk, geleverd door de firma Solar Technics uit Roeselare. De PV-panelen zijn zuidwaarts geplaatst onder een hoek van 30° voor de ingang van het rustoord. Het totaal vermogen van de PV-panelen bedraagt 680 Wp en het systeem is voorzien van een omvormer om de geleverde gelijkstroom om te zetten in wisselstroom en van een netkoppelingsmodule zodat de geproduceerde elektriciteit in het net kan gebruikt worden.

Figuur 1: Schematische weergave van de installatie



2.2 Inplantingsschema

Figuur 2 geeft een aantal foto's weer van het rustoord en de inplanting van de verschillende delen van de verwarmings- en zonneboilerinstallatie.

Rustoord “De Nieuwe Lente” (zicht op voorgevel en velden zonnepanelen)



Stookplaats in kelder



- 1: condenserende ketel (294 kW)
- 2: hoogrendementsketel (271 kW)
- 3: voorraadvat zonneboiler (4.000 liter)

Thermische zonnepanelen (vlakkeplaatcollectoren)



Fotovoltaïsche panelen



Figuur 2: Foto's van de installatie in het rustoord

3 METING EN REGISTRATIE VAN DE ENERGIESTROMEN

3.1 Overzicht van de metingen

Figuur 3 geeft een overzicht van de installatie met ingebouwde meetapparatuur. De fotovoltaïsche panelen en zonne-instralingsmeter zijn niet weergegeven op de figuur.

Voor de evaluatie van de installatie worden volgende parameters gemeten:

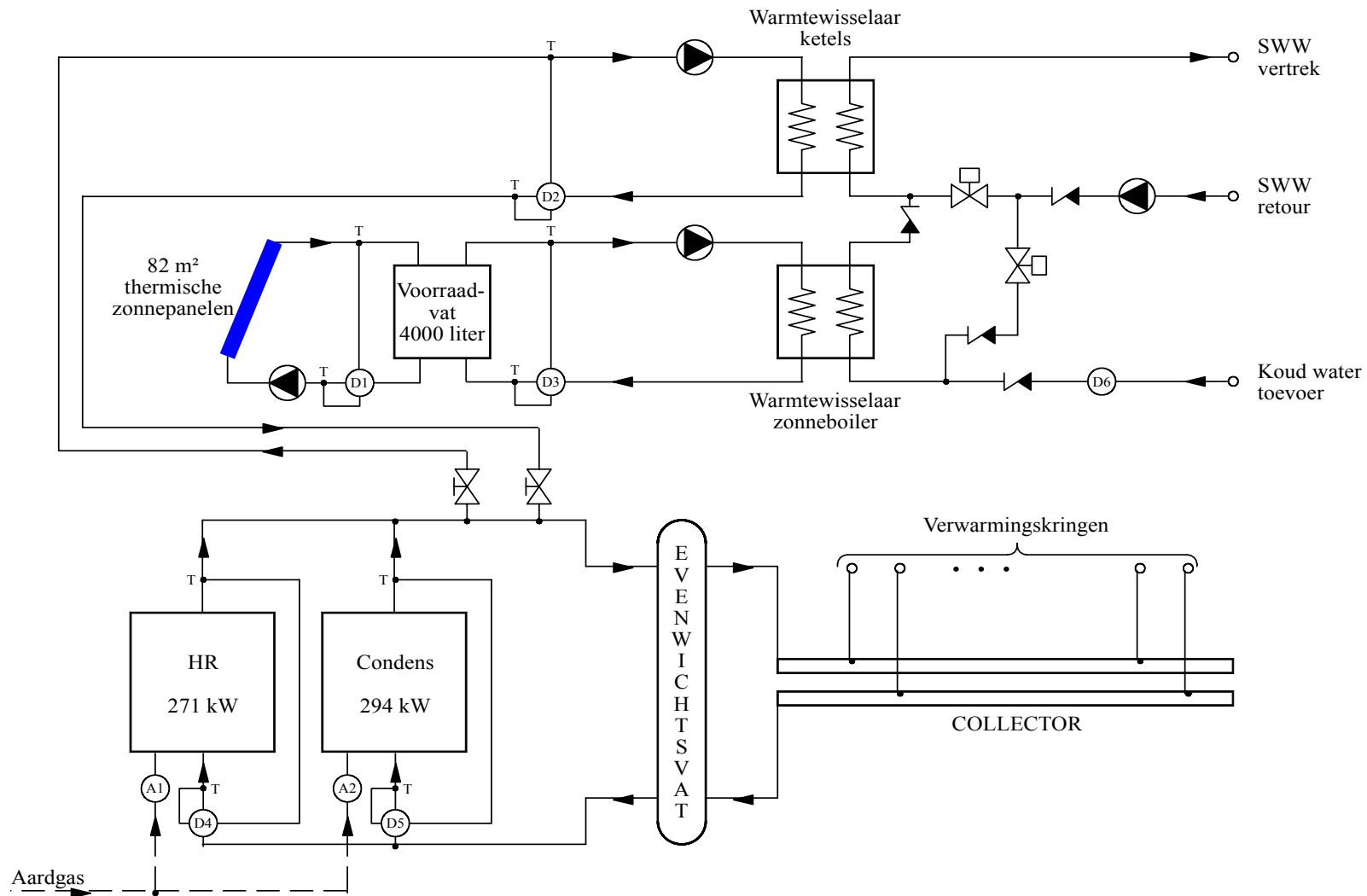
- A1: aardgasverbruik van de hoogrendementsketel;
- A2: aardgasverbruik van de condenserende ketel;
- D1: warmte geleverd door de zonnecollectoren aan het voorraadvat;
- D2: warmte geleverd door de ketels aan het sanitair warmwatercircuit;
- D3: warmte geleverd door het voorraadvat aan het sanitair warmwatercircuit;
- D4: nuttig geproduceerde warmte van de hoogrendementsketel;
- D5: nuttig geproduceerde warmte van de condenserende ketel;
- D6: koudwaterverbruik;
- verschillende temperaturen in het hydraulisch circuit (buitentemperatuur, temperatuur voorraadvat, temperatuur zonnecollector,...);
- geproduceerde elektriciteit van de fotovoltaïsche zonnepanelen;
- de zonne-instraling.

De installatie werd reeds voorzien van de noodzakelijke energiemeters en een dataloggingsysteem. Naderhand zijn geen extra meters bijgeplaatst. Omwille van technische problemen met de verwerking van de datasignalen door het dataloggingsysteem van het rusthuis werd door Vito besloten om pulsen van de verschillende energiemeters te ontdebelen. De uurlijkse gegevens worden geregistreerd via dataloggers door Vito. Maandelijks worden deze gegevens afgehaald en verwerkt.

3.2 Tijdsplanning

De installatie werd in dienst genomen in oktober 1998. In het begin waren er technische (hydraulische) inpassingsproblemen met de combinatie verwarmings- en zonneboilerinstallatie. Door aanpassingen aan het leidingwerk kon de installatie pas definitief opgestart worden vanaf december 1998. Omwille van technische problemen met de bestaande dataregistratie werd besloten om de dataregistratie van het rusthuis te ontdebelen en kon de registratieperiode pas gestart worden vanaf maart 1999.

Figuur 3: Meetschema van het project

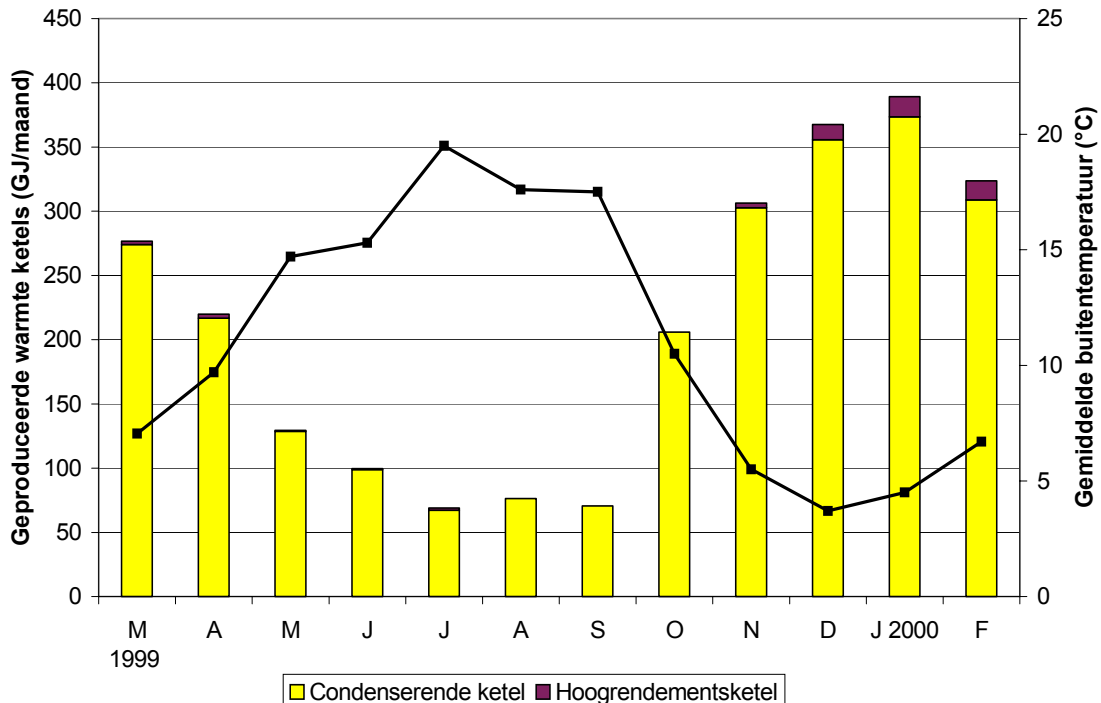


4 TECHNISCHE EVALUATIE

In deze paragraaf wordt een technische evaluatie van de ketels, de thermische zonnepanelen en de fotovoltaïsche panelen gemaakt op basis van meetgegevens over de periode maart 1999 tot en met februari 2000. In bijlage 1 worden de maandelijkse meetgegevens in tabelvorm weergegeven.

4.1 Condenserende en hoogrendementsketel

Gedurende de registratieperiode (maart 1999 tot en met februari 2000) heeft de condenserende ketel 80.740 Nm^3 ($3.068 \text{ GJ}_{\text{ovw}}$) aardgas verbruikt en de hoogrendementsketel (HR) 2.599 Nm^3 ($99 \text{ GJ}_{\text{ovw}}$) aardgas. De gemiddelde onderste verbrandingswaarde van aardgas bedroeg 38 MJ/Nm^3 . Het aardgasverbruik van de maand maart 1999 werd pas vanaf 16/3 gemeten en geëxtrapoleerd volgens graaddagen voor de ontbrekende dagen. De nuttig geproduceerde warmte door de ketels bedroeg respectievelijk 2.479 GJ en 55 GJ . De totale nuttig geproduceerde warmte van de ketels bedroeg 2.534 GJ . De condenserende ketel was gedurende de registratieperiode hoofdzakelijk in dienst. Tijdens het tussenseizoen werd voorgesteld om de HR-ketel uit te schakelen vermits de condenserende ketel het benodigd warmtevermogen kon leveren. Figuur 4 geeft op maandbasis het verloop weer van de nuttig geproduceerde warmte door de ketels en de gemiddelde buitentemperatuur.

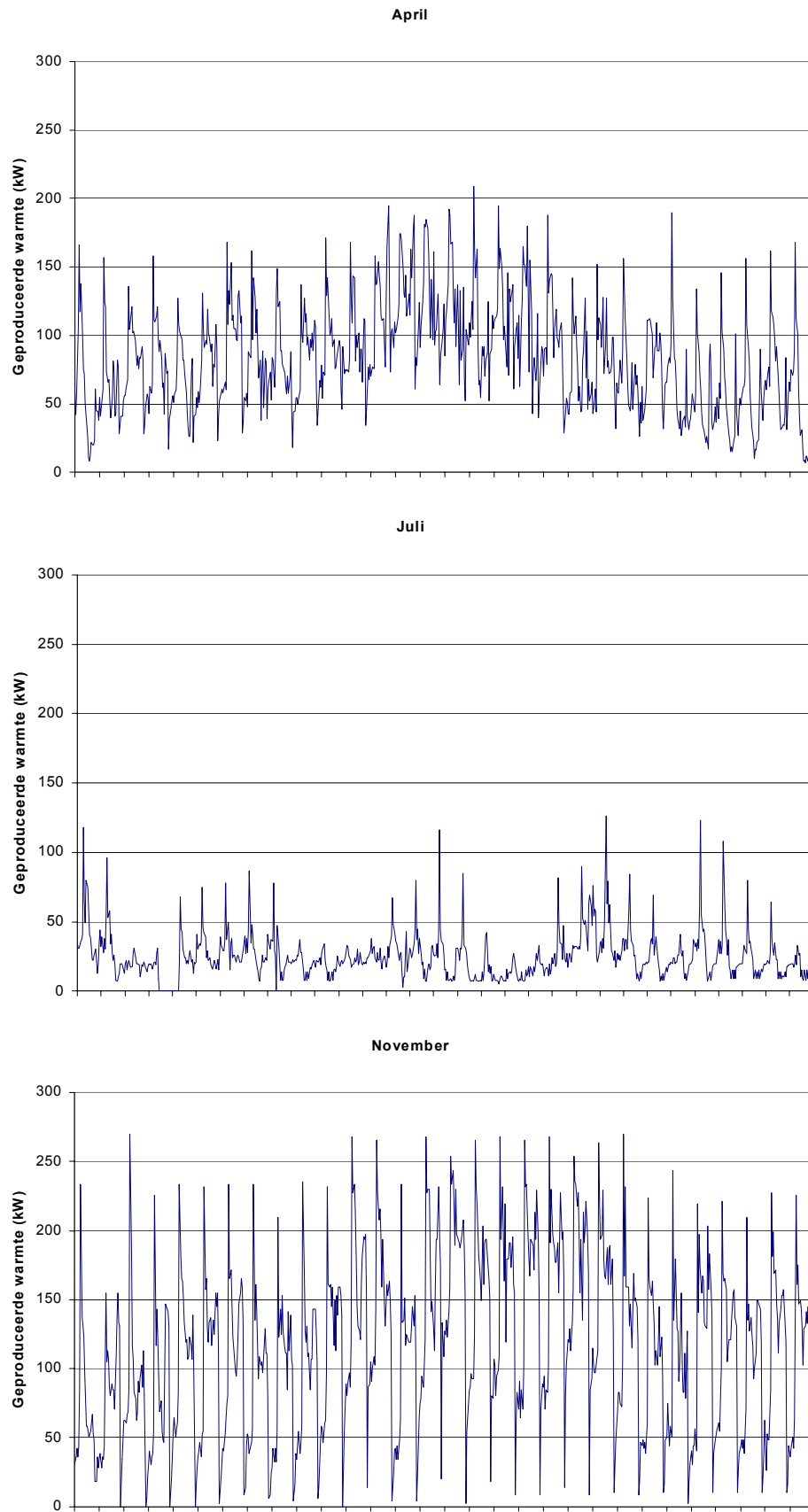


Figuur 4: Nuttig geproduceerde warmte ketels en gemiddelde buitentemperatuur

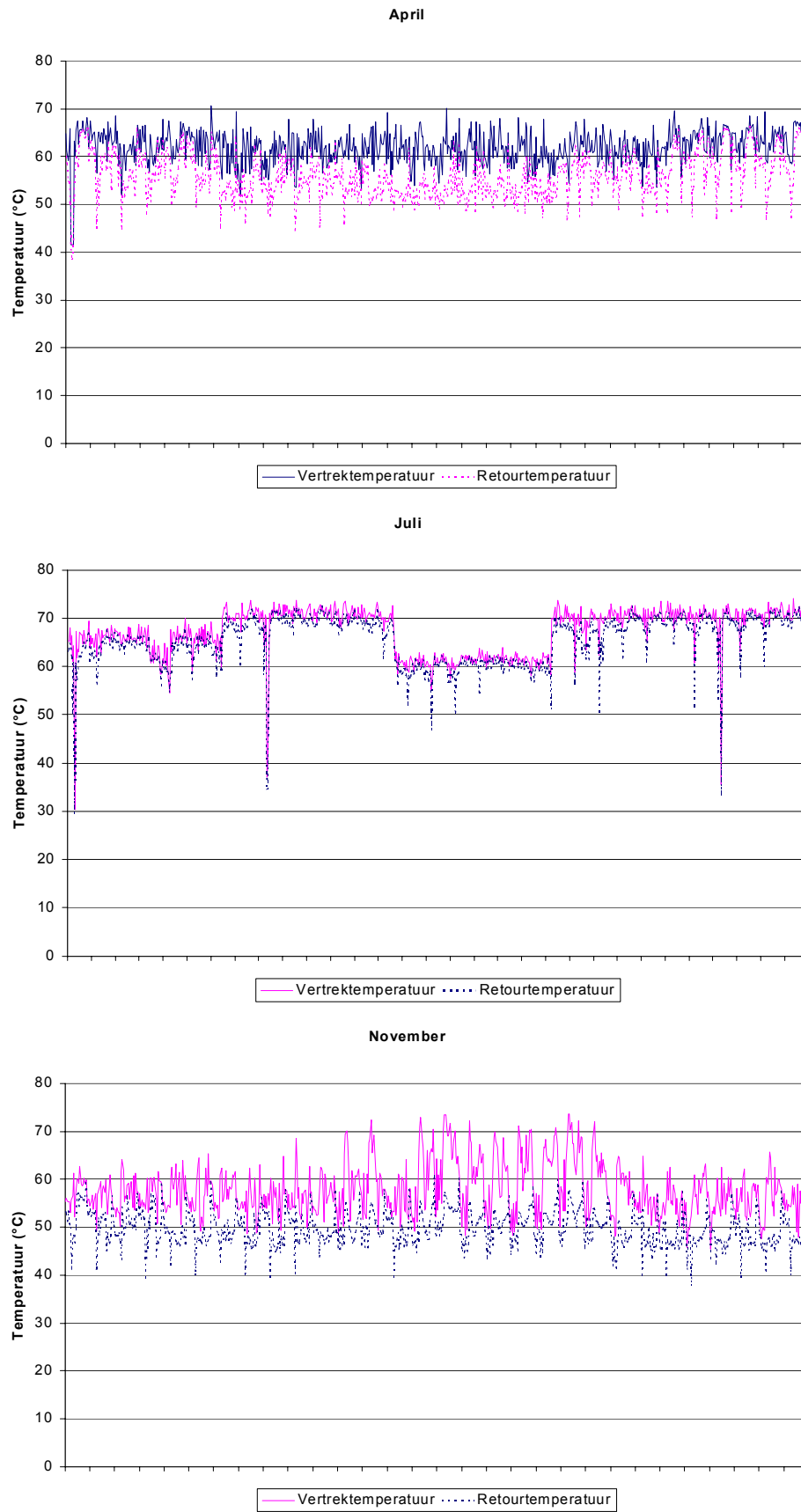
Figuur 5 toont op uurbasis de evolutie van het geproduceerde vermogen van de condenserende ketel gedurende 3 maanden (april, juli en november). Het geproduceerd

vermogen ligt in de maand april 1999 tussen 25 en 210 kW (gemiddelde buitentemperatuur: 9,7°C), in de maand juli tussen 10 en 125 kW (gemiddelde buitentemperatuur: 19,7°C) en in de maand november tussen 25 en 270 kW (gemiddelde buitentemperatuur: 5,5°C). Voor de hoogrendementsketel liggen de waarden beduidend lager (5 tot max. 92 kW). Het warmtevermogen van de condenserende ketel (294 kW) volstaat voor het leveren van het benodigd vermogen bij het merendeel van de geldende buitentemperaturen tijdens de registratieperiode (aantal graaddagen 19/19 registratieperiode: 3.070). De winterperiode was gekenmerkt door zachte buitentemperaturen (gemiddelde buitentemperatuur december: 3,7°C). De HR-ketel diende enkel ingeschakeld te worden bij extreme weersomstandigheden of bij uitval van de condenserende ketel. Een stookplaats in een rusthuis wordt zo opgevat dat bij lagere buitentemperaturen aan het comfort (en aan het SWW verbruik) in alle omstandigheden steeds kan voldaan worden. Deze voorwaarde wordt steeds voldaan met het huidige opgestelde ketelvermogen.

De gemiddelde waterzijdige rendementen (op onderste verbrandingswaarde en op maandbasis) schommelen voor de condenserende ketel tussen 75 en 90%_{ovw} (gemiddeld 80%_{ovw}) en voor de HR-ketel tussen 41 en 61%_{ovw} (gemiddeld 47%_{ovw}). Voor de condenserende ketel zijn de rendementen relatief laag vermits gedurende vele perioden de retourtemperatuur hoger was dan 55°C waardoor de ketel niet kon condenseren. Het lage rendement van de HR-ketel is te wijten aan de zeer lage belastingsgraad. De uurlijkse rendementen voor beide ketels liggen uiteraard hoger. Figuur 6 geeft op uurbasis het verloop weer van de vertrek- en retourtemperatuur van de condenserende ketel gedurende 3 maanden.



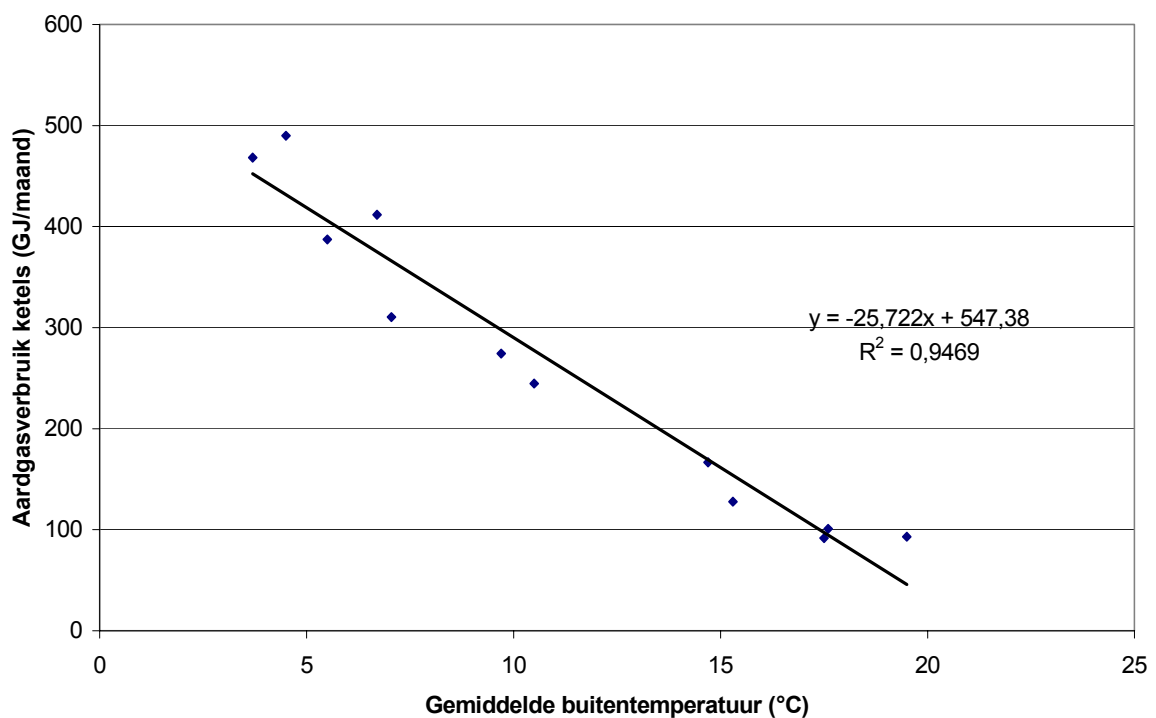
Figuur 5: Verloop geproduceerd vermogen condenserende ketel



Figuur 6: Verloop vertrek- en retourtemperatuur condenserende ketel

Uit figuur 6 blijkt dat de retourtemperatuur van de condenserende ketel vaak boven de 55°C is zodat deze niet kan condenseren. Merk op dat in de wintermaanden de condenserende ketel meer condenseert dan in de zomermaanden. De vertrektemperatuur bedroeg gemiddeld 65°C. Gedurende de maand juli 1999 zijn een aantal wijzigingen aan de instellingen van de ketelwatertemperatuur uitgevoerd om tot hogere rendementen te kunnen komen. De hoge vertrektemperatuur is noodzakelijk voor de correcte werking van de luchtgroep in de keuken (beperkte gebruiksduur) en voor de naverwarming van het SWW. Indien de HR-ketel enkel op deze verbruikers geplaatst wordt, kan de condenserende ketel bijna altijd condenseren. Bij de keuze voor een condenserende ketel moet men ook nagaan dat de rest van de verwarmingsinstallatie (radiatoren, ventilatiegroepen,..) is aangepast en dat de warmtedistributie is aangepast aan het lagere temperatuursregime.

Figuur 7 toont op maandbasis het verband tussen het totaal aardgasverbruik en de gemiddelde buitentemperatuur. Het verband is een rechte met een hoge regressiecoëfficiënt ($r^2 = 0,95$).



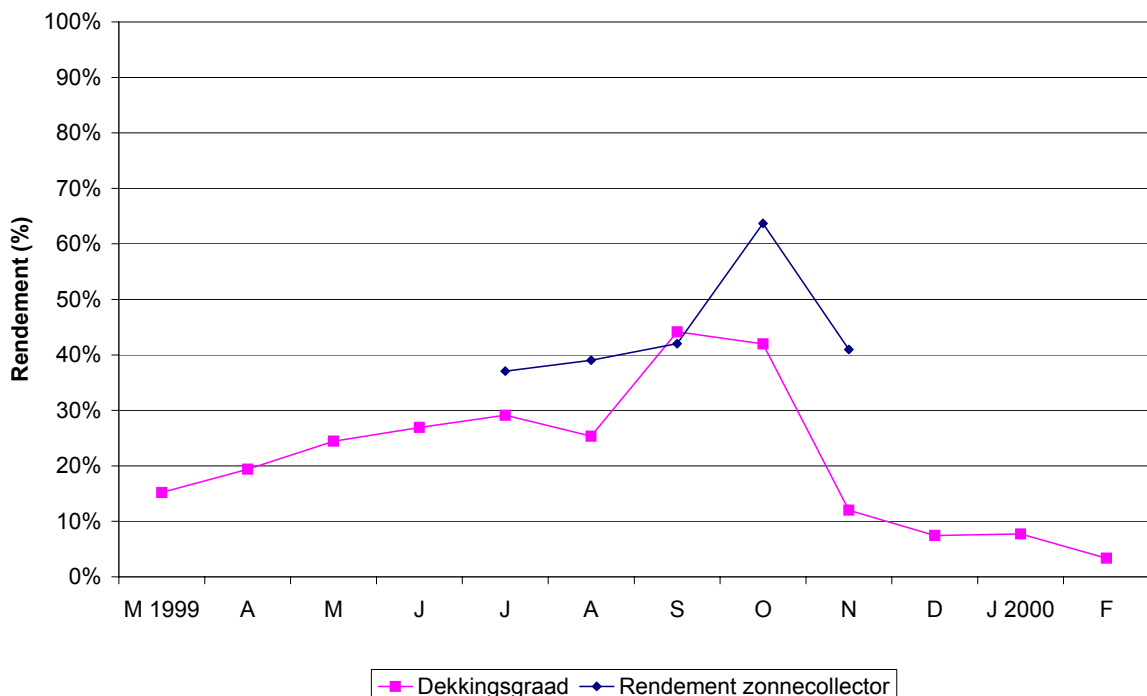
Figuur 7: Aardgasverbruik in functie van buitentemperatuur

4.2 Thermische zonnepanelen

Gedurende de registratieperiode werd in totaal 566 GJ warmte geproduceerd voor SWW waarvan 449 GJ (79%) door de ketels en 117 GJ (21%) door de zonneboiler. Van de totaal geproduceerde warmte door de ketels (2.534 GJ) werd in totaal 22% geproduceerd voor SWW. Het SWW verbruik bedroeg gemiddeld 160 m³ water per maand of 1.890 m³ water per jaar. Het gemiddeld koud waterverbruik per dag bedroeg ±5.000 liter/dag.

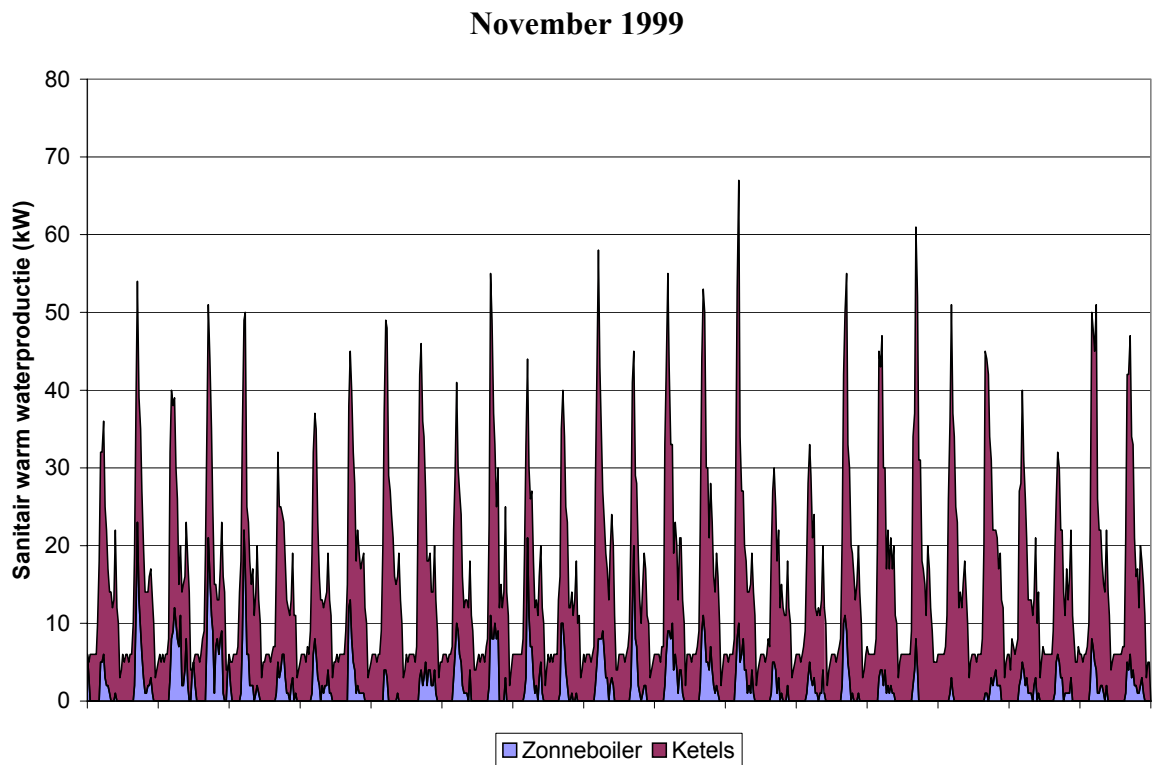
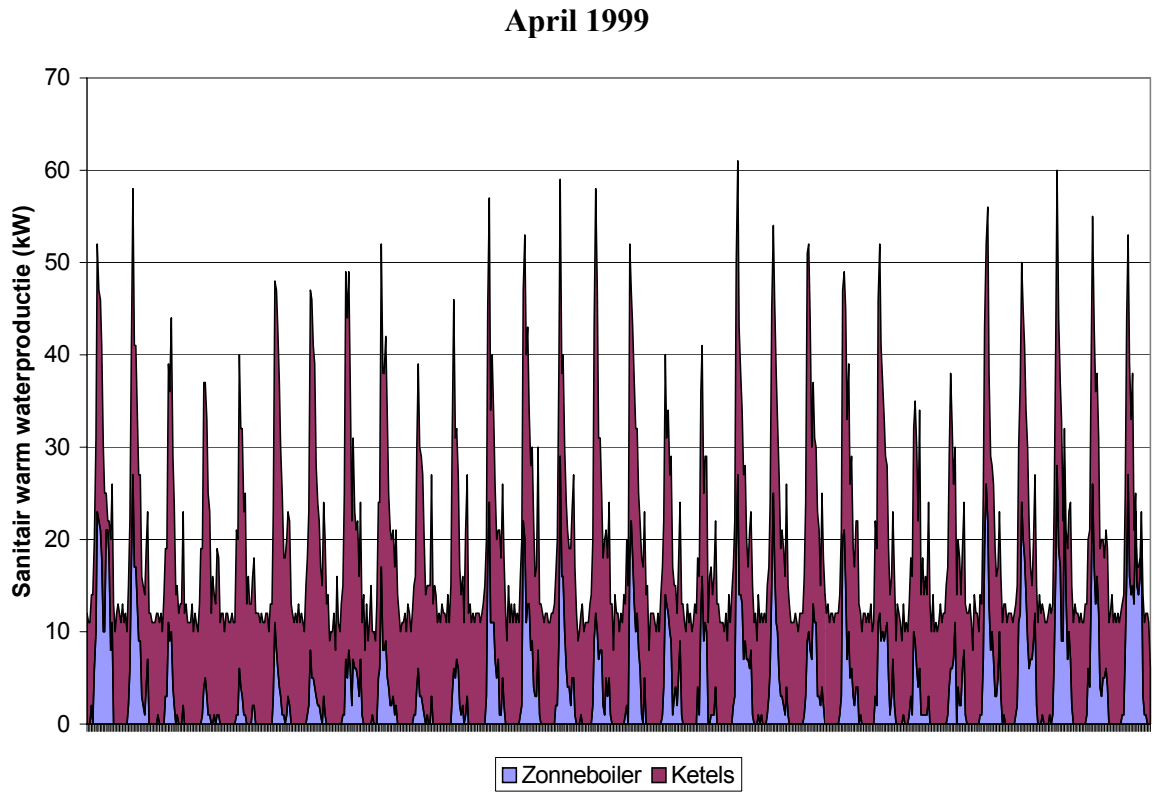
Door de zonnecollector werd 141 GJ geleverd aan het buffervat, 117 GJ werd overgedragen van het buffervat naar de warmtewisselaar van het SWW-circuit. Het rendement van de zonnecollector (= overgedragen warmte zonnecollector aan buffervat tot totale ingestraalde zonneenergie) varieerde van 37% tot 64% met een gemiddelde van 45%. Het rendement van het buffervat (=benutte zonnestraling collector tot overgedragen warmte buffervat naar warmtewisselaar) bedroeg gemiddeld 83%.

Figuur 8 geeft op maandbasis het verloop weer van de dekkinggraad en het rendement van de zonneboiler. Voor een aantal maanden kon geen rendement worden berekend wegens het ontbreken van cijfers omtrent de zonne-instraling. De dekkinggraad van de zonneboilerinstallatie (=overgedragen warmte buffervat tot totale productie SWW) varieerde van 3% (maand februari) tot 44% (maand september) met een gemiddelde op jaarbasis van 21%. Na aanpassingen aan de regeling van de installatie in de maand augustus stijgt de dekkinggraad in de maand september van 25 naar 44%. Vanaf de maand september wordt de installatie optimaal bedreven zodat een gemiddelde dekkinggraad van ongeveer 40% voor dit project dus realiseerbaar is tijdens maanden met zonnige perioden.



Figuur 8: Dekkingsgraad en rendement zonnecollector

Figuur 9 geeft op uurbasis het verloop weer van het geproduceerd vermogen voor SWW door de zonneboiler en de ketels gedurende de maanden april en november 1999.



Figuur 9: Verloop geproduceerd vermogen SWW

Uit de grafieken kunnen we besluiten dat het thermisch vermogen voor SWW varieerde van 5 tot 20 kW met pieken tot 65 kW. Er is een verschil waar te nemen tussen de basislast van beide maanden. In de maand juli 1999 werd de temperatuurstelling van het SWW aangepast van 60°C naar 45°C tijdens de nacht. Hierdoor daalde de basislast van 10 kW naar 5 kW. De daling van de basislast is toe te schrijven aan de daling van de warmteverliezen bij het rondpompen van het SWW (afname SWW tijdens de nacht is minimaal).

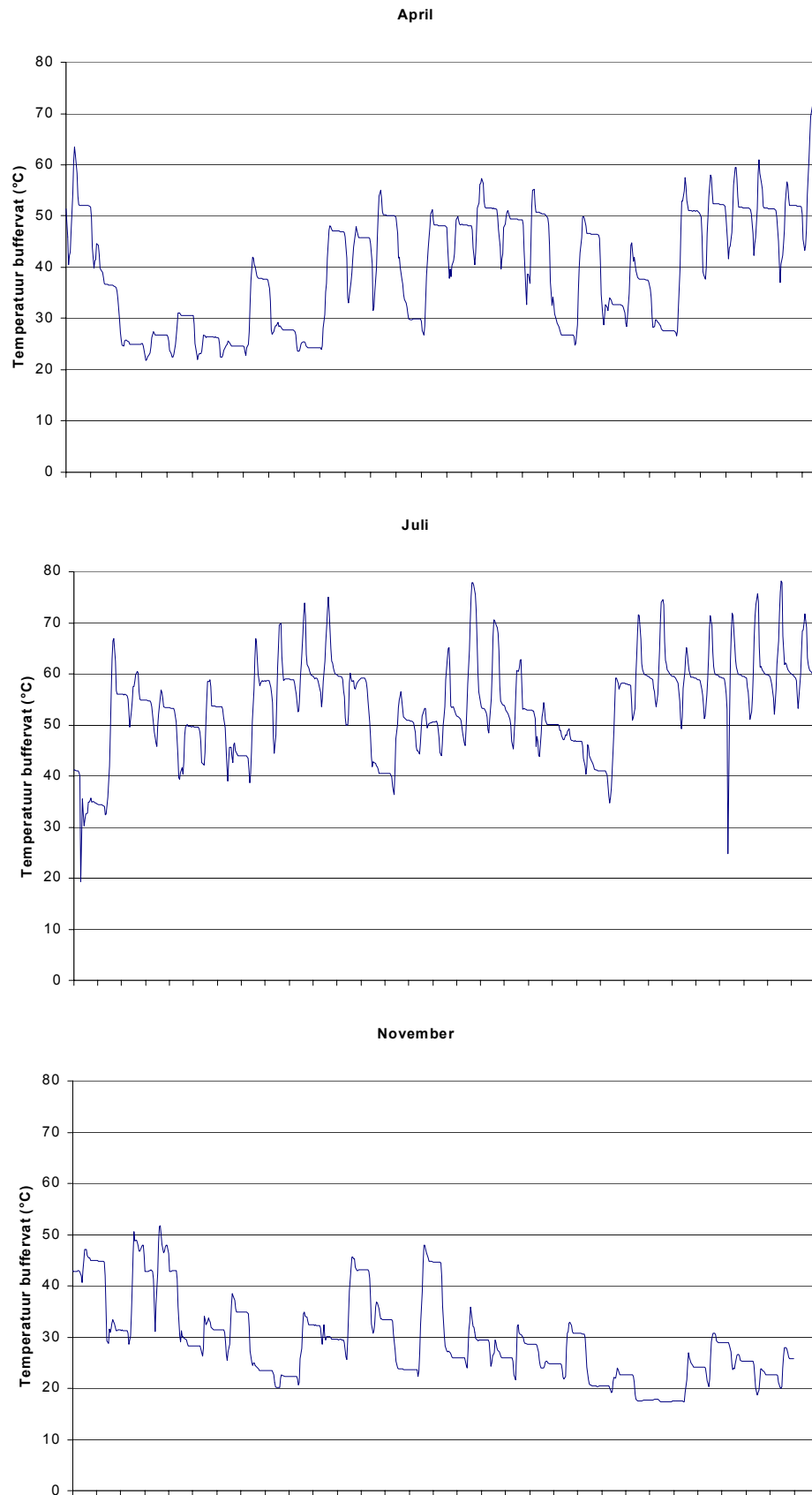
De gemiddeld specifiek opbrengst van de zonnecollector bedroeg gedurende de registratieperiode 478 kWh/m².jaar. Tijdens de zomermaanden ligt deze opbrengst hoger (max. 750 kWh/m².jaar). Dit getal werd niet gecorrigeerd naar een “normaal” jaar met een gemiddeld aantal zonneshijnen.

Figuur 10 geeft op uurbasis het verloop weer van de temperatuur in het buffervat gedurende 3 maanden. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in het buffervat varieerde van 22 tot 54°C met een gemiddelde van 38°C. De uurlijkse temperaturen liggen hoger (zie grafieken). Uit de figuren blijkt dat de temperatuur in het buffervat gedurende een aantal maanden kan oplopen tot 70°C met een minimum van 20°C (maand november). Gedurende deze meetperiode werd de warmte opgeslagen in het buffervat niet altijd voldoende benut m.a.w. de ketels produceerden het SWW terwijl de nodige voorverwarming aanwezig was in het buffervat. Tijdens deze periode zijn een aantal aanpassingen aan de instellingen van het regelsysteem uitgevoerd om een hogere opbrengst of dekkingsgraad te verkrijgen.

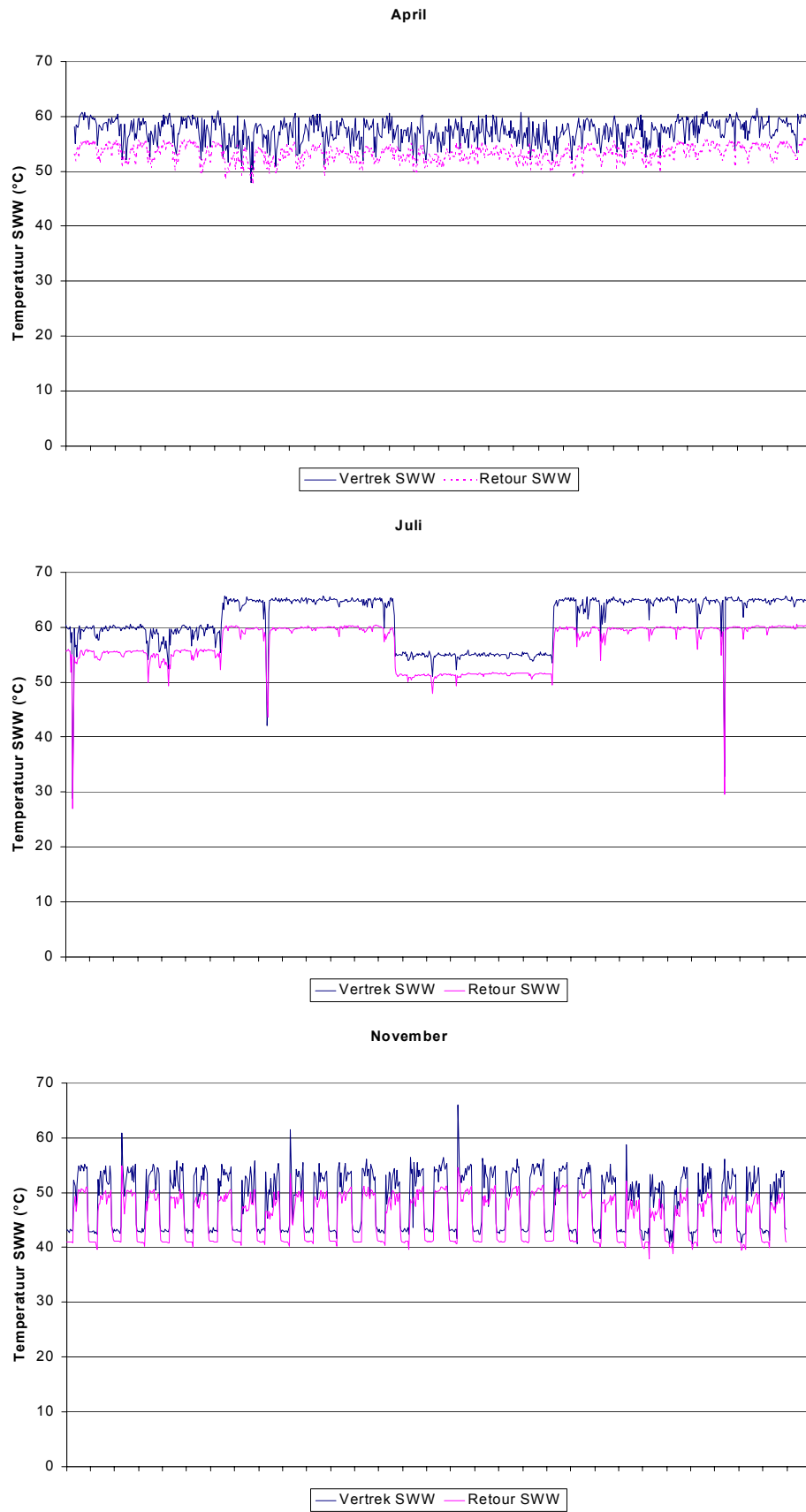
Figuur 11 geeft op uurbasis het verloop weer van de vertrek- en retourtemperatuur van het SWW. Tot en met de maand juni 1999 bedroeg de gemiddelde vertrektemperatuur van het SWW 60°C en de retourtemperatuur 55°C. Door aanpassingen aan de instellingen bedroeg vanaf de maand oktober 1999 de gemiddelde vertrektemperatuur van het SWW 55°C en de retourtemperatuur 50°C tijdens de “daguren” en respectievelijk 43°C en 41°C tijdens de “nachturen”. Eénmaal per week wordt de temperatuur van het SWW verhoogd tot 65°C om het ontstaan van legionella bacteriën te vermijden.

Figuur 12 geeft op uurbasis de zonne-instraling weer gemeten onder een hoek van 45° georiënteerd op het zuiden gedurende 2 maanden. Uit de grafieken besluiten we dat de zonne-instraling in de maand juli 1999 varieerde van 200 tot 1000 W/m². Tijdens de maand november 1999 ligt de zonne-instraling uiteraard lager (100 tot 800 W/m²).

De resultaten van de zonneboiler gedurende deze meetperiode dienen dan ook geïnterpreteerd te worden als zijnde een minimum waarbij door aanpassingen aan de instellingen en regelingen de dekkingsgraad of de opbrengst van de zonneboiler nog verhoogd kan worden.

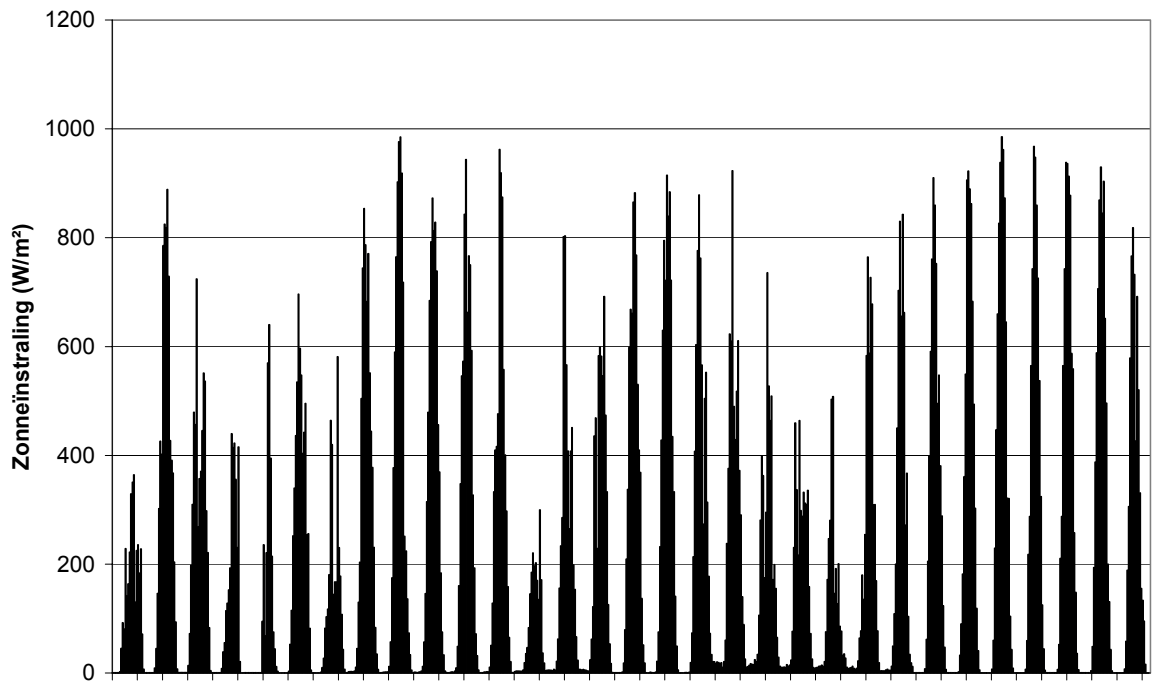


Figuur 10: Verloop temperatuur buffervat

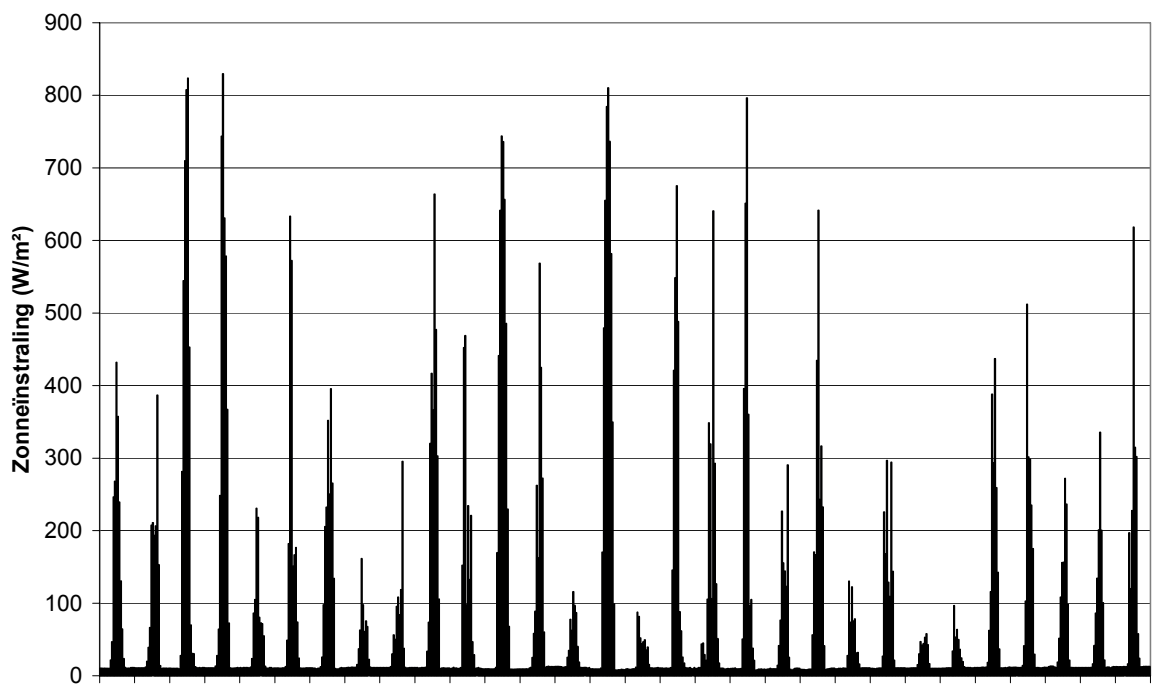


Figuur 11: Verloop vertrek- en retourtemperatuur SWW

Juli 1999



November 1999



Figuur 12: Zonne-instraling gedurende de maanden juli en november 1999

4.3 Fotovoltaïsche panelen

Gedurende de registratieperiode heeft het fotovoltaïsch paneel (PV) slechts 52 kWh geleverd. Dit is zeer laag gezien de verwachte opbrengst van ± 500 kWh per jaar. De verhouding van de totaal geproduceerde elektriciteit tot het vermogen van de PV-panelen (680 Wattpiek) bedraagt gemiddeld 19 kWh/kWp (= 19 vollasturen).

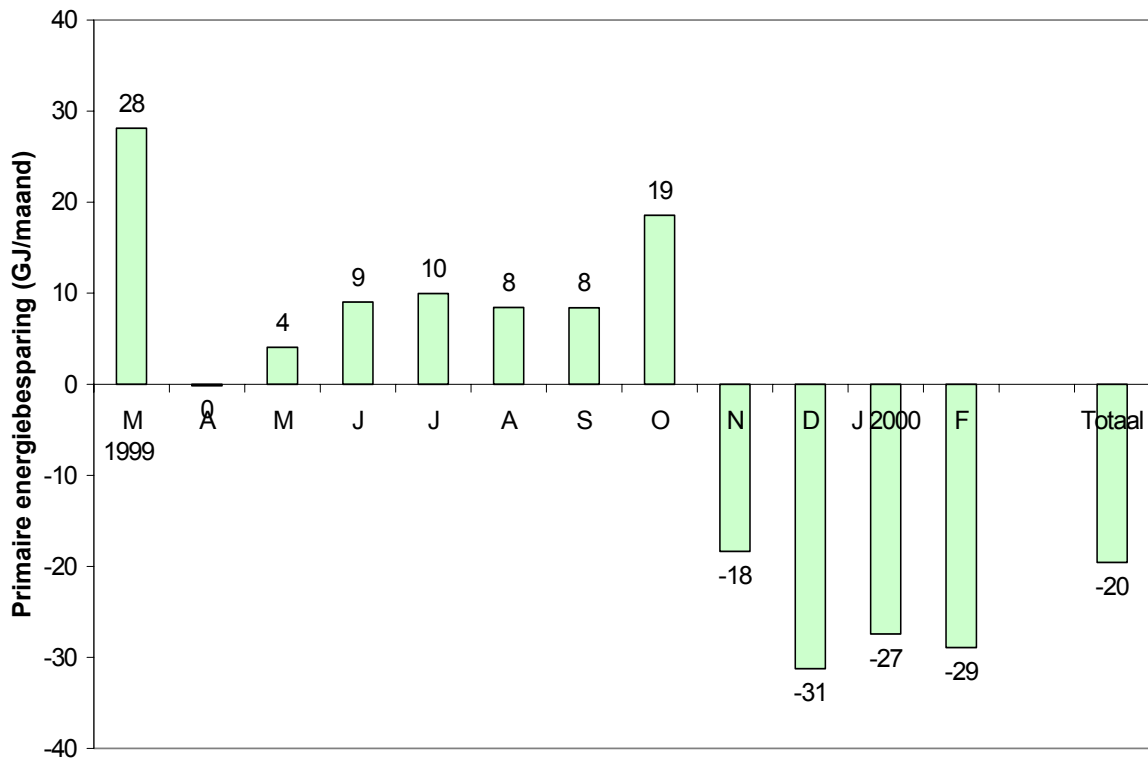
Omwille van technische problemen aan de netkoppelingsmodule heeft het PV-paneel niet de verwachte opbrengst kunnen realiseren. Bijkomende (nadelige) factor is dat de PV-panelen geplaatst zijn (vanwege het demonstratief karakter) aan de inkomzijde van het gebouw zodat deze gedurende een gedeelte van de dag in de schaduw staan en hun opbrengst dus niet volledig representatief is voor de gebruikte technologie. Een bepaling van het rendement en de performantieratio voor de PV-panelen in dit project is dan ook niet representatief voor de gebruikte technologie. Indien de PV panelen geplaatst worden op het dak van het rusthuis (zuidwaarts zoals de thermische zonnepanelen) kunnen hogere opbrengsten en rendementen verwacht worden.

5 PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN CO₂-REDUCTIE

Volgende uitgangspunten worden gebruikt voor de bepaling van de besparing op primaire energie en CO₂-reductie:

- de door de fotovoltaïsche panelen geproduceerde elektriciteit wordt vergeleken met de referentiesituatie waarbij deze elektriciteit door een centrale wordt geleverd (rendement centrale: 44%, berekening zie bijlage 2);
- de door de ketels en zonnecollectoren geproduceerde warmte wordt vergeleken met de situatie waarbij een klassieke aardgasketel met een rendement van 85% deze warmte produceert;
- de onderste verbrandingswaarde aardgas bedraagt 38 MJ/Nm³;
- de CO₂-emissiefactor voor de productie van elektriciteit in een centrale bedraagt 624 g CO₂/kWhel (berekening zie bijlage 2);
- de CO₂-emissiefactor van aardgas bedraagt 55,5 g/MJ.

Figuur 13 geeft op maandbasis het verloop weer van de primaire energiebesparing.

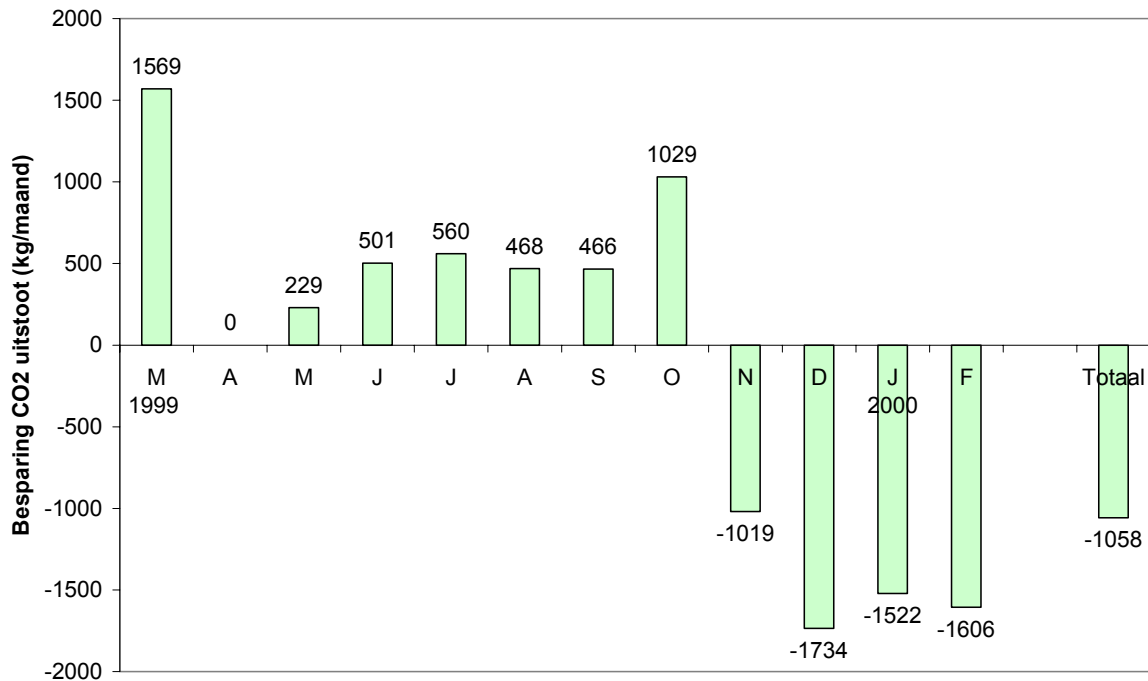


Figuur 13: Maandelijke primaire energiebesparing

Uit de figuur kunnen we besluiten dat in een aantal maanden de primaire energiebesparing positief was, de balans van de totale primaire energiebesparing over de registratieperiode is echter negatief doordat de condenserende ketel niet kon condenseren en dus een relatief laag rendement heeft. Het primair energieverbruik in de huidige situatie bedroeg 3.167 GJ. Het primair energieverbruik in de referentiesituatie bedroeg 3.147 GJ. Dit betekent een meerverbruik aan primaire energie van 20 GJ/jaar. Indien we als referentiesituatie het opgegeven rendement van de oude stookplaats door de leverancier van de ketels (66%, Mampaey) nemen, wordt de totale primaire energiebesparing van de installatie sterk positief of 886 GJ/jaar.

Door de thermische zonnepanelen wordt er wel degelijk primaire energie bespaard, de totale primaire energiebalans blijft echter negatief. Door de zonnepanelen wordt 141 GJ_{warmte} overgedragen aan het SWW, dit geeft een primaire energiebesparing van 65 GJ/jaar (of equivalent 1.710 Nm³ aardgas per jaar) rekening houdend met een rendement van 85%. Andere rendementen leiden eenvoudigweg tot hogere besparingen.

Figuur 14 geeft op maandbasis het verloop weer van de besparing op CO₂ uitstoot.



Figuur 14: Maandelijke besparing op CO₂ uitstoot

De CO₂-emissie in de huidige situatie bedroeg 176 ton/jaar. De CO₂-emissie in de referentiesituatie bedroeg 175 ton/jaar. Dit betekent dus een meeruitstoot van 1 ton/jaar. Ook de CO₂ uitstoot is in een aantal maanden positief, het totaal over de meetperiode is echter negatief (zelfde reden als bij de primaire energiebesparing). Door de thermische zonnepanelen wordt de CO₂-emissie uiteraard verminderd, 4 ton/jaar CO₂ wordt er minder uitgestoten door gebruik te maken van thermische zonneenergie (rendement 85%). Indien we als referentiesituatie het opgegeven rendement van de oude stookplaats (66%, Mampaey) nemen, wordt de CO₂-emissie van de totale installatie sterk verminderd of een besparing van 49 ton/jaar CO₂. Andere rendementen leiden tot hogere CO₂-emissiereducties.

Zowel de primaire energiebesparing als de CO₂ uitstoot kunnen hoger (en dus positief) zijn indien:

- de doorgevoerde aanpassingen aan de zonneboiler over een heel jaar worden verrekend;
- de PV-panelen een hogere opbrengst realiseren;
- de condenserende ketel meer te laten condenseren en aldus een hoger rendement wordt behaald.

6 ECONOMISCHE EVALUATIE

De rendabiliteit van het project wordt berekend door het relateren van de baten aan de kosten van het project gedurende de registratieperiode van één jaar. Alle vermelde bedragen zijn inclusief 21% BTW en de vermelde investeringskosten zijn bedragen excl. de subsidie van de Vlaamse Overheid (ANRE) en Gaselwest. Het OCMW rusthuis heeft het tweecomponententarief A-drijfkracht voor elektriciteit en het openbare besturen deelgenoten tarief voor aardgas. De gemiddelde aardgasprijs over de registratieperiode bedroeg 215 BEF/GJ (incl. energiebijdrage). Voor de economische evaluatie zijn volgende conclusies te vermelden:

- De installatie van een condenserende ketel is niet zinvol gebleken. Wegens te hoge retourtemperaturen in een aantal maanden kan de ketel niet condenserend werken. De meerinvestering in de condenserende ketel ten opzichte van een klassieke hoogrendementsketel (170.000 BEF) wordt dan ook niet terugverdiend.
- De aankoop en installatie van de thermische zonnepanelen vergde een investering van ongeveer 2,25 MBEF of 27.400 BEF/m² (incl. voorraadvat, panelen, montage). De meerinvesteringen van de zonneboiler ten opzichte van een “klassieke” SWW-productie bedroeg ongeveer 1,75 MBEF. De gerealiseerde besparing bedroeg 141 GJ/jaar of 30 kBEF/jaar. Rekening houdend met de meerinvesteringen geeft dit een terugverdientijd van 58 jaar zonder subsidie en 27 jaar met subsidie van de Vlaamse overheid.
- De aankoop en installatie van fotovoltaïsche panelen vergde een investering van ongeveer 235 kBEF of 345 BEF/Wattpiek (incl. omvormer, metalen frame, montage). Omwille van technische problemen aan de netkoppelingsmodule heeft het PV-paneel niet de verwachte opbrengst (500 kWh/jaar) kunnen realiseren (cf. paragraaf 4.3) en is een economische evaluatie van deze technologie in dit project niet representatief.

De resultaten van de economische evaluatie dienen dan ook geïnterpreteerd te worden als zijnde een minimum waarbij door aanpassingen aan de instellingen en regelingen van de zonneboiler en de fotovoltaïsche panelen de resultaten nog verhoogd kunnen worden.

7 MENING VAN DE GEBRUIKER

Bij het OCMW Kortrijk is rationeel energieverbruik reeds lange tijd een prioriteit. In het ruime patrimonium van het OCMW zijn reeds verscheidene energievriendelijke maatregelen getroffen, zowel bij nieuwbouw als bij renovatie. Bij ieder concept is er een energiereflex waarbij gezocht wordt naar energievriendelijke oplossingen. Dit gaat zowel naar toepassingen van verbeterde isolerende beglazing of naar toepassingen van condenserende ketels of naar piekbewaking. Bij de noodzakelijke vernieuwing van de stookplaats van de Nieuwe Lente, was het ogenblik daar om nog verder te gaan in ons streven naar rationeel omgaan met energie.

De Nieuwe Lente is een eenvoudig, functioneel gebouw van twintig jaar oud. Het biedt, meestal voor een min of meer lange periode, plaats aan 90 patiënten. Daarnaast is er een dagopvangcentrum voor 16 mensen. De Nieuwe Lente beschikt, op het gelijkvloers, over ruime accommodatie voor kiné, ergo en revalidatietherapie. Het gebouw heeft een eigen grootkeuken voor de bereiding van de maaltijden voor de bewoners en het personeel.

Uit metingen leren we dat we gemiddeld meer dan 4000 liter warm water per dag verbruiken. Dit verbruik is constant, zowel op zon- en feestdagen als op de gewone werkdagen. Het situeert zich voor meer dan 60% in de voormiddag. We vonden dat deze constante behoefte aan warm water, een ideale situatie was om zonne-energie toe te passen in het concept van de stookplaats. Onze vooropgestelde opties waren niet van de minste:

Het thermisch comfort moet minstens gehandhaafd blijven. Dit zowel op gebied van de verwarming als op het gebied van de beschikbaarheid van sanitair warm water. Er moet dus op elk ogenblik van de dag en de nacht een onbeperkte hoeveelheid sanitair warm water onmiddellijk ter beschikking zijn. Er wordt vooropgesteld dat er een besparing moet gerealiseerd worden van 25% op de stookkosten, natuurlijk rekening houdend met de aard van het stookseizoen.

We capteren de zonne-energie via panelen die op het dak geplaatst zijn. Er werden op het dak 82,5 m² panelen geplaatst. De panelen zijn pal naar het zuiden gericht en staan onder een hoek van 45°. Dit is de ideale stand om gedurende het hele jaar gemiddeld het beste rendement te bekomen. We stockeren de opgevangen warmte in een buffervat van 4000 liter. Indien er een warmtevraag is brengen we de zonnewarmte over op het sanitair water via een platenwisselaar.

Met de hulp van Gaselwest, GOM West Vlaanderen en VITO, zijn we erin geslaagd een goed werkende stookplaats te maken met geïntegreerd gebruikt van zonne-energie. Na ruim een jaar in dienststelling zijn we heel tevreden over de werking van het geheel, zeker nu we nagezien hebben dat onze gasfactuur het voorbije jaar met 25% gedaald is. Het systeem werkt volledig autonoom en is onderhoudsvriendelijk.

We zijn ervan overtuigd dat het een vooruitstrevend project is, dat in de verzorgingssector om navolging vraagt.

Rik Lambert
Hoofd Technische dienst

8 BESLUIT

Gedurende de registratieperiode (maart 1999 tot en met februari 2000) heeft de condenserende ketel 80.740 Nm³ (3.068 GJ_{ovw}) aardgas verbruikt en de hoogrendementsketel 2.599 Nm³ (99 GJ_{ovw}) aardgas. De nuttig geproduceerde warmte door de ketels bedroeg respectievelijk 2.479 GJ en 55 GJ. De condenserende ketel was gedurende de registratieperiode het meest in dienst. Het warmtevermogen van de condenserende ketel (294 kW) volstaat voor het leveren van het benodigd vermogen bij het merendeel van de geldende buitentemperaturen (aantal graaddagen 19/19 registratieperiode: 3.070). De HR-ketel diende enkel ingeschakeld te worden bij extreme weersomstandigheden of bij uitval van de condenserende ketel. Een stookplaats in een rusthuis wordt zo opgevat dat bij lagere buitentemperaturen aan het comfort (en aan het SWW verbruik) in alle omstandigheden steeds kan voldaan worden.

De gemiddelde waterzijdige rendementen (op onderste verbrandingswaarde en op maandbasis) schommelen voor de condenserende ketel tussen 75 en 90%_{ovw} (gemiddeld 80%_{ovw}) en voor de HR-ketel tussen 41 en 61%_{ovw} (gemiddeld 47%_{ovw}). Voor de condenserende ketel zijn de rendementen relatief laag vermits gedurende vele perioden de retourtemperatuur hoger was dan 55°C waardoor de ketel niet kon condenseren. Het lage rendement van de HR-ketel is te wijten aan de zeer lage benuttigingsduur. De uurlijkse rendementen voor beide ketels liggen uiteraard hoger.

Gedurende de registratieperiode werd in totaal 566 GJ warmte geproduceerd voor sanitair warm water (SWW) waarvan 449 GJ (79%) door de ketels en 117 GJ (21%) door de zonneboiler. Van de totaal geproduceerde warmte door de ketels (2.534 GJ) werd in totaal 22% geproduceerd voor SWW. Het koudwaterverbruik bedroeg gemiddeld per dag 5.000 liter/dag.

Door de zonnecollector werd 141 GJ geleverd aan het buffervat, 117 GJ werd overgedragen van het buffervat naar de warmtewisselaar van het SWW-circuit. Het rendement van de zonnecollector varieerde van 37% tot 64% met een gemiddelde van 45%. Het rendement van het buffervat bedroeg gemiddeld 83%. De dekkingsgraad van de zonneboilerinstallatie varieerde van 3 tot 44% met een gemiddelde op jaarbasis van 21%. Vanaf september 1999 werd de installatie optimaal bedreven zodat een gemiddelde dekkingsgraad van ongeveer 40% voor dit project realiseerbaar is tijdens maanden met zonnige perioden.

Het fotonvoltaïsch paneel (PV) heeft slechts 52 kWh geleverd. Omwille van technische problemen aan de netkoppelingsmodule heeft het PV-paneel niet de verwachte opbrengst (± 500 kWh/jaar) kunnen realiseren. Bijkomende (nadelige) factor is dat de PV-panelen geplaatst zijn (vanwege het demonstratief karakter) aan de inkomzijde van het gebouw zodat deze gedurende een gedeelte van de dag in de schaduw staan en hun opbrengst dus niet volledig representatief is voor de gebruikte technologie.

Het primair energieverbruik in de huidige situatie bedroeg 3.167 GJ. Het primair energieverbruik in de referentiesituatie bedroeg 3.147 GJ. Dit betekent een meerverbruik aan primaire energie van 20 GJ. De CO₂-emissie in de huidige situatie bedroeg 176 ton/jaar. De CO₂-emissie in de referentiesituatie bedroeg 175 ton/jaar. Dit betekent dus een meeruitstoot van 1 ton/jaar. De totale primaire energie en CO₂-uitstoot liggen hoger in de huidige dan in de referentiesituatie als gevolg van het relatief lage rendement van de condenserende ketel. Door de thermische zonnepanelen wordt er uiteraard primaire energie

bespaard (65 GJ/jaar) en wordt er minder CO₂ uitgestoten (4 ton/jaar), de totale balans blijft echter negatief.

De installatie van een condenserende ketel is niet zinvol gebleken en de meerinvestering in de condenserende ketel ten opzichte van een klassieke hoogrendementsketel (170.000 BEF) wordt dan ook niet terugverdiend.

Met een investering van 2,25 MBEF of 27.400 BEF/m² (incl. voorraadvat, panelen, montage) voor de thermische zonnepanelen werd een energiebesparing gerealiseerd van 141 GJ/jaar of 30 kBEF/jaar. Rekening houdend met een meerinvestering van 1,75 MBEF geeft dit een terugverdientijd van 58 jaar zonder subsidie en 27 jaar met subsidie van de Vlaamse overheid. De resultaten van de zonneboiler gedurende deze meetperiode dienen dan ook geïnterpreteerd te worden als zijnde een minimum en mogen niet veralgemeend worden voor elk zonneboilerproject. Door uitgevoerde aanpassingen aan de instellingen werd de dekkingsgraad (of de opbrengst van de zonneboiler) gedurende een aantal maanden reeds verhoogd. Dit geldt eveneens voor de economische evaluatie waar bij hogere opbrengsten de rendabiliteit positiever wordt.

De aankoop en installatie van PV-panelen vergde een investering van ongeveer 235 kBEF of 345 BEF/Wattpiek (incl. omvormer, metalen frame, montage) maar omwille van een te lage opbrengst is een economische evaluatie van deze technologie in dit project niet representatief.

BIJLAGE 1: SAMENVATTING RESULTATEN

Resultaten ketels

Maand	Condenserende ketel			Hoogrendementsketel			Totaal	
	Aardgas (Nm ³)	Warmte (GJ)	Rendement (%)	Aardgas (Nm ³)	Warmte (GJ)	Rendement (%)	Aardgas (Nm ³)	Warmte (GJ)
Maart 1999 (*)	8.033	274	90	138	3	52	8.171	277
April	7.066	217	81	155	3	52	7.221	220
Mei	4.336	129	78	51	1	38	4.387	129
Juni	3.326	99	78	37	1	41	3.363	100
Juli	2.358	67	75	91	2	52	2.449	69
Augustus	2.653	76	76	1	0	9	2.654	76
September	2.414	71	77	0	0	-	2.414	71
Oktober	6.437	206	84	0	0	-	6.437	206
November	9.997	303	80	194	4	-	10.191	306
December	11.739	356	80	582	12	50	12.321	367
Januari	12.189	373	81	705	16	54	12.895	389
Februari	10.192	309	80	644	15	58	10.836	323
Totaal	80.740	2.479	80	2.599	55	61	83.339	2.534

(*) gegevens vanaf 16/347

Resultaten thermische zonnepanelen

Maand	Zonne- instraling	Warmte collector	Warmte buffervat	SWW Ketels + zonneboiler	Rendement Collector	Rendement Buffervat	Dekkings- graad
	(GJ)	(GJ)	(GJ)	(GJ)	(%)	(%)	(%)
Maart 1999	- (*)	11	9	49	-	79	15
April	-	13	10	42	-	77	19
Mei	-	16	13	39	-	80	24
Juni	-	17	14	37	-	81	27
Juli	50	19	15	37	37	82	29
Augustus	42	16	15	43	39	89	25
September	35	14	13	16	42	88	44
Oktober	28	18	16	22	64	90	42
November	17	7	5	36	41	69	12
December	-	4	3	40	-	83	7
Januari	-	4	3	41	-	84	8
Februari	-	2	2	46	-	86	3
Totaal	172(*)	141	117	449	45	83	21

(*): ontbrekende gegevens zonne-instraling

BIJLAGE 2: RENDEMENT EN CO₂-EMISSIEFACTOR ELEKTRICITEITSPARK

De afleiding van de gebruikte CO₂-emissiefactor voor elektriciteit en het rendement worden in deze bijlage beschreven.

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 kg/MWh (CO₂-factor kolen : 97,8 kg/GJ).

Voor aardgas wordt verondersteld dat in 2000 het gemiddelde conversierendement 48 % bedraagt, wat leidt tot een CO₂-emissie van de elektriciteitsproductie met aardgas van 420 kg/MWh.

Rekening houdend met de brandstofaandelen kolen/aardgas leidt dit tot de volgende factoren:

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

REFERENTIES

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