

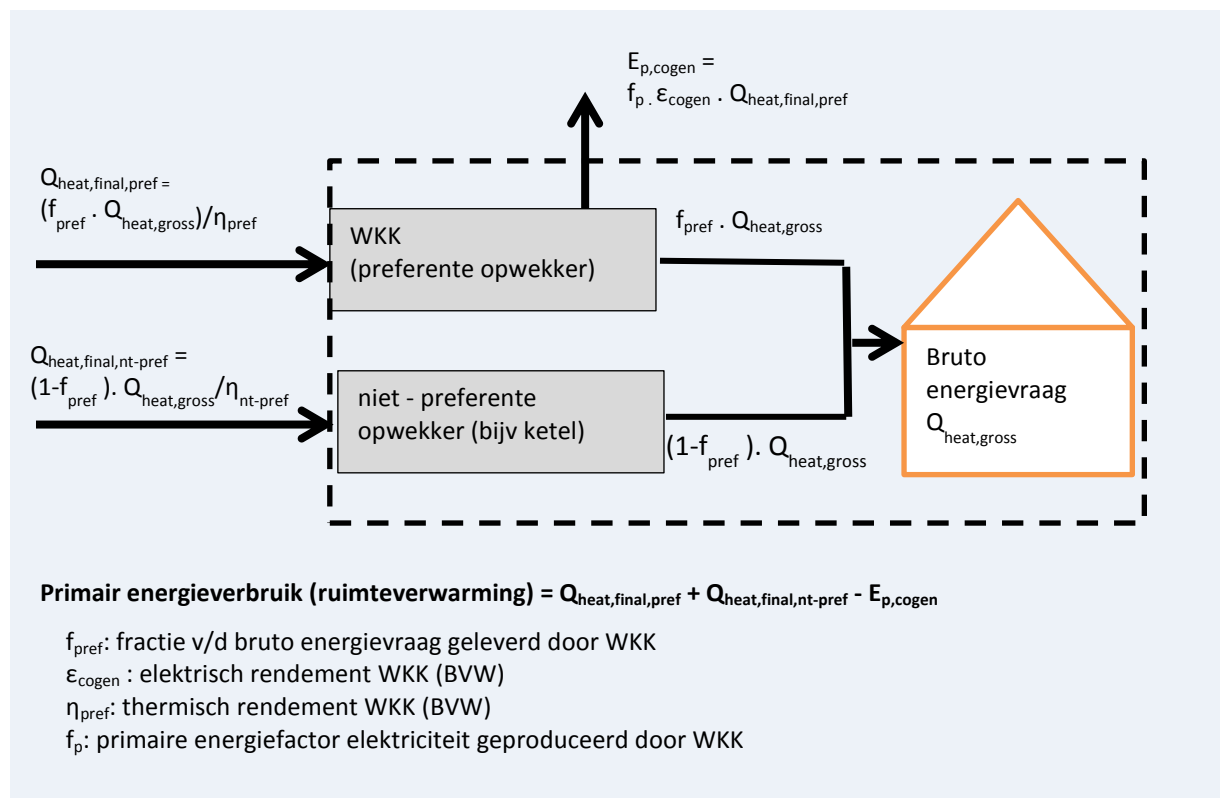
## WKK IN DE ENERGIEPRESTATIEREGELGEVING: REKENMETHODIEK EN IMPACT OP E-PEIL.

### E-PEIL BEREKENING.

#### INREKENEN VAN EEN WKK-INSTALLATIE

In de energieprestatieregelgeving wordt de invloed van een gebouwgebonden WKK op het primair energieverbruik als volgt ingerekend (zie Figuur 1):

1. Het brandstofverbruik van de WKK en de secundaire opwekker (meestal een ketel) wordt volledig mee ingerekend.
2. De door de WKK geproduceerde elektriciteit, omgezet naar primaire energie, wordt in mindering gebracht.

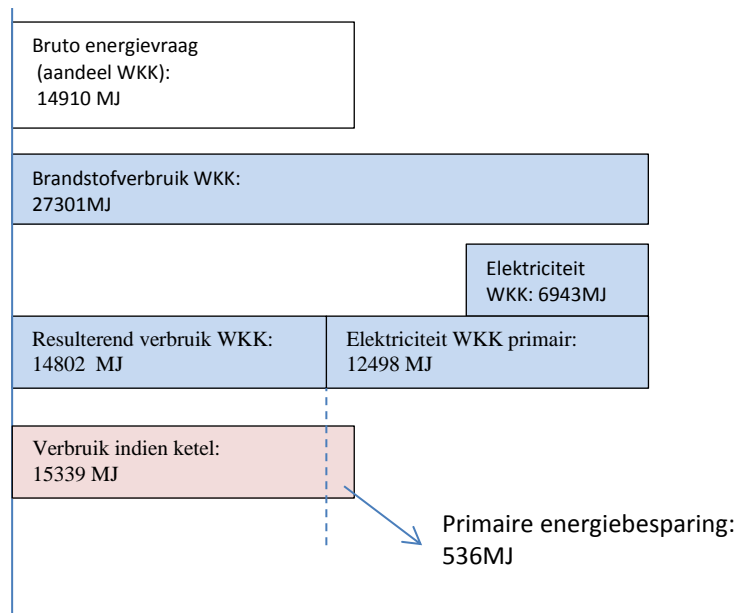


Figuur 1 Schema primair energieverbruik WKK in EPB

Door toepassen van een WKK zal het brandstofverbruik hoger liggen dan wanneer het gebouw verwarmd wordt met een ketel, omdat de WKK een kleiner thermisch opwekkingsrendement heeft.

De WKK produceert echter ook elektriciteit. De elektriciteit wordt omgezet naar primaire energie door te vermenigvuldigen met de primaire energiefactor voor WKK van 1.8.

Door het in mindering brengen van de elektriciteitsproductie van de WKK, zal het resulterend energieverbruik in de meeste gevallen lager liggen dan bij een ketel. Deze energiebalans, die per maand wordt opgemaakt, wordt aan de hand van een voorbeeld geïllustreerd in Figuur 2 .



Figuur 2 primair energieverbruik WKK in EPB, voorbeeld

## FRACTIE VAN DE ENERGIEVRAAG GELEVERD DOOR DE WKK.

Omwille van verscheidene redenen (o.a. rendabiliteit, beperkte deellastwerking,...) wordt het vermogen van een WKK in de praktijk kleiner gekozen dan het benodigde piekvermogen. Om in de totale warmtevraag te voorzien, is een tweede warmte-opwekker nodig. Betreft het een micro-WKK met interne verbrandingsmotor, dan zijn WKK en ketel altijd 2 afzonderlijke toestellen en is het logisch dat men deze ingeeft als 2 warmte-opwekkers.

Bij Stirling of brandstofcel WKK's, worden WKK en piekketel vaak in 1 toestel aangeboden. Naar analogie met de warmtepomp met elektrische weerstand, moeten hier ook een preferente en een niet-preferente opwekker worden ingevoerd.

Bij meerdere opwekkers wordt in de EPB-rekenmethodiek de WKK steeds als preferente opwekker gekozen. De niet-preferentie opwekker is meestal een ketel.<sup>1</sup> Voor de berekening van het eindenergieverbruik wordt het aandeel van beide opwekkers in de warmteproductie berekend.

Het aandeel van de WKK in de warmteproductie voor gebouwverwarming wordt maandelijks berekend op basis van de verhouding van de warmtevraag van een maand en de warmte die de WKK bij vollast maximaal kan leveren gedurende deze maand<sup>2</sup>, weergegeven in de hulpvariabele  $X_m$  met

<sup>1</sup> In de rekenmethodiek vanaf 1/1/2017 is dit nog de enige voorrangsregel. De verdeling preferent-nt-preferent voor andere opwekkers dan WKK, wordt door de verslaggever gekozen.

<sup>2</sup> Voor andere opwekkers dan WKK wordt bij het bepalen van het aandeel vanaf 1/1/2017 ook rekening gehouden met de schakelregeling en het vraagprofiel.

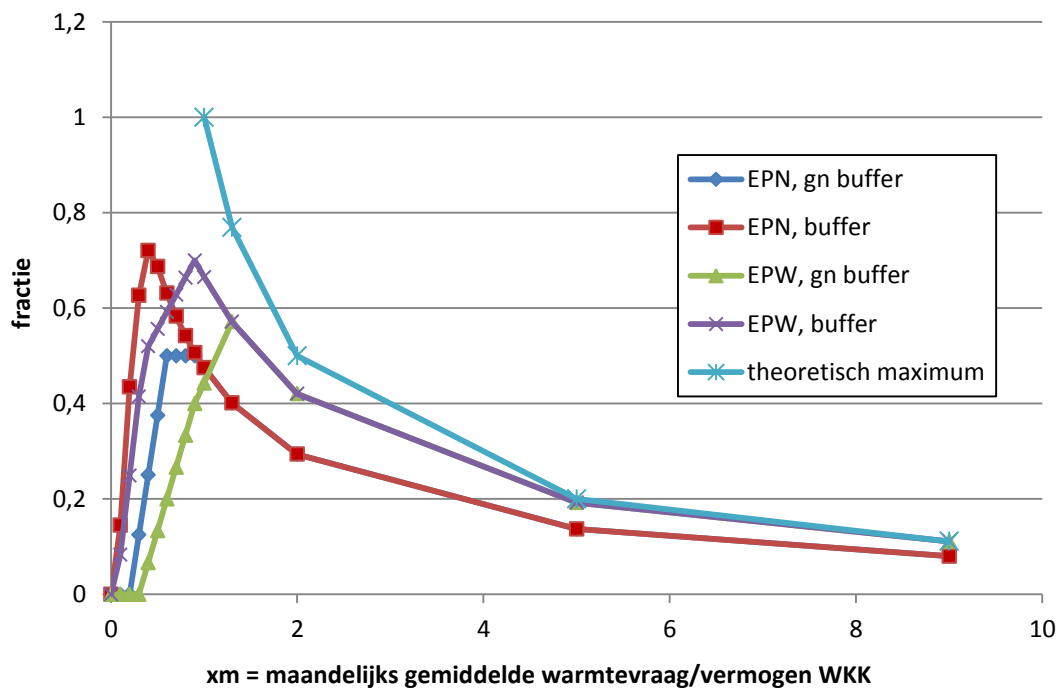
$$\begin{aligned}
X_m = & \left[ \sum_i (1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_j (1 - f_{as,water,bathj,m}) \cdot Q_{water,bathj,gross,m} \right. \\
& + \sum_k (1 - f_{as,water,sinkk,m}) \cdot Q_{water,sinkk,gross,m} + \sum_l (1 - f_{as,water,otherl,m}) \cdot Q_{water,otherl,gross,m} \\
& \left. + \sum_n (1 - f_{as,hum,n,m}) \cdot Q_{hum,net,n,m} + \sum_o \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec o,m}}{EER_{nom}} \right] / (1000 \cdot P_{coogen,th} \cdot t_m) \quad (-)
\end{aligned}$$

Veréénvoudigd geldt dus  $X_m = Q_{brut,m} / Q_{WKK,vollast, baseload,m}$ .

Zonder (of met een heel kleine) buffer bedraagt het aandeel van de WKK maximaal 40 à 50%. Dit maximum wordt bereikt als de gemiddelde warmtevraag iets kleiner is dan het WKK-vermogen (zie Figuur 3).

Met een thermische buffer die minstens een productie van 30min kan bufferen, neemt het aandeel van de WKK toe. Het maximum is dan circa 70% (zie Figuur 3).

Uit Figuur 3 blijkt ook dat een onderscheid is gemaakt tussen residentiële en niet-residentiële gebouwen. Dit heeft te maken met het gebruik van het referentie vraagprofiel: in geval van een woonéénheid wordt er uitgegaan van een vlakker vraagprofiel waardoor de WKK een groter aandeel van de energievraag zal kunnen dekken.



Figuur 3 maandelijkse fractie geleverd door WKK voor klein en groter buffervolume

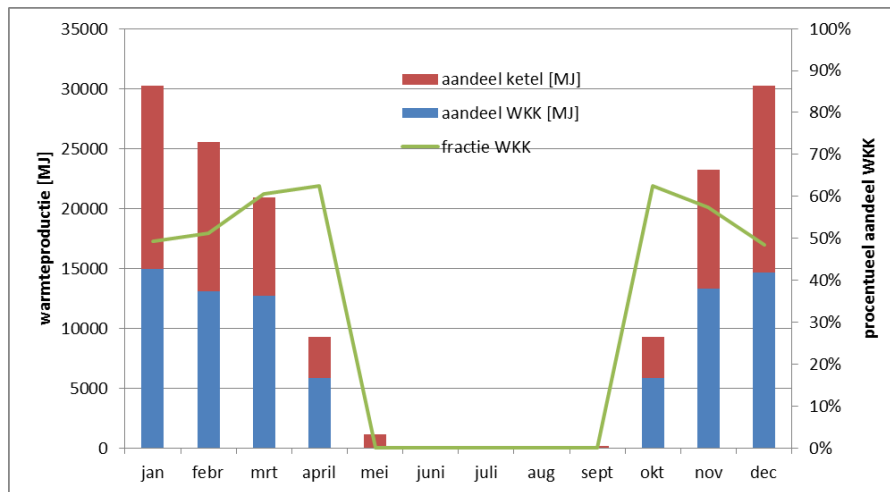
Voor een WKK die instaat voor sanitair warm water, wordt het aandeel in de productie als volgt bepaald:

- Micro-WKK die instaat voor sanitair warm water en ruimteverwarming, behoudt dezelfde fractie als voor ruimteverwarming.
- Micro-WKK die enkel instaat voor sanitair warm water, levert een fractie die gelijk is aan het relatieve vermogen van de micro-WKK tot het totaal geïnstalleerde vermogen.

Indien de WKK ook instaat voor bevochtiging, komt het aandeel van de WKK hierin overeen met het aandeel voor gebouwverwarming.

Het jaargemiddeld aandeel voor thermisch aangedreven koeling, ook steeds als preferent te beschouwen, , wordt bepaald op basis van de vermogensverhouding van de preferente tot de totale opwekkers.

In Figuur 4 is voor een voorbeeld het maandelijks aandeel in de warmtevraag van een WKK met interne verbrandingsmotor uitgezet. Op jaarbasis voorziet de WKK hier in 53% van de energievraag.

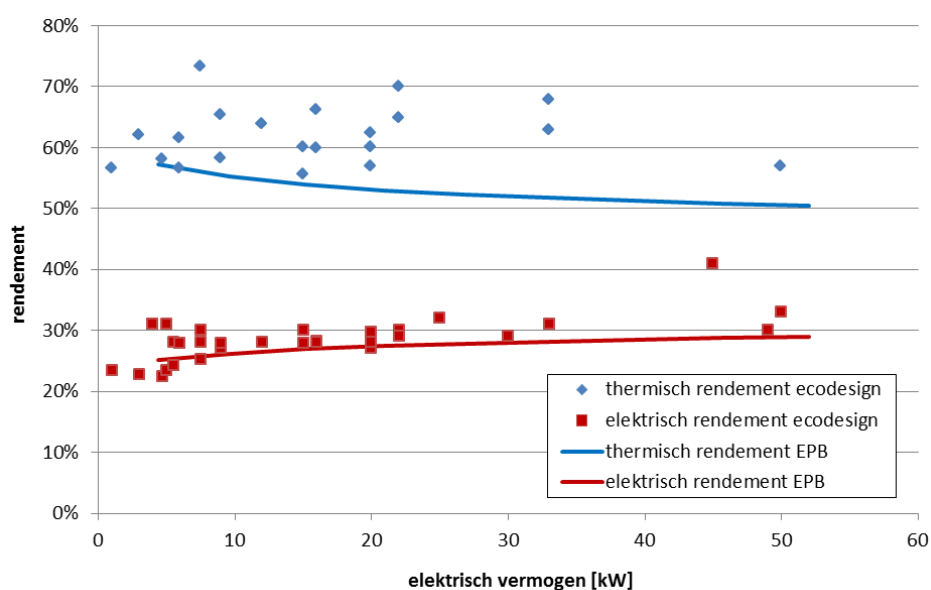


Figuur 4 aandeel WKK in warmteproductie, voorbeeld

## ELEKTRISCH EN THERMISCH RENDEMENT VAN DE WKK VOOR VERWARMING.

Voor gebouwverwarming gebeurt de berekening met standaardwaarden voor het rendement. De standaardwaarden voor het rendement variëren afhankelijk van het (elektrisch) vermogen van de WKK.

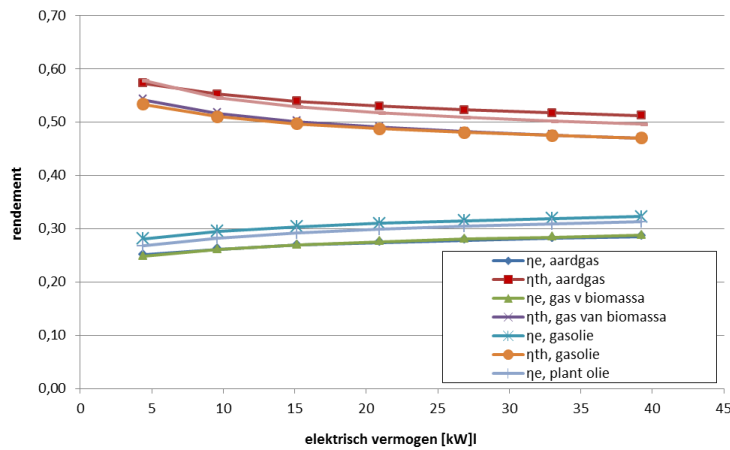
In onderstaande grafieken zijn voor micro-WKK met inwendige verbrandingsmotoren op aardgas, de standaardwaarden voor het rendement in EPB uitgezet tov het rendement volgens Ecodesign voor toestellen waar dit beschikbaar was.



Figuur 5 rendement EPB voor inwendige verbrandingsmotoren op aardgas tov ecodesign waarden (toc bovenste verbrandingswaarde)

Indien het elektrisch vermogen niet gekend is, wordt dit bepaald uitgaande van het thermische vermogen en een voorgedefinieerde kracht-warmteverhouding.

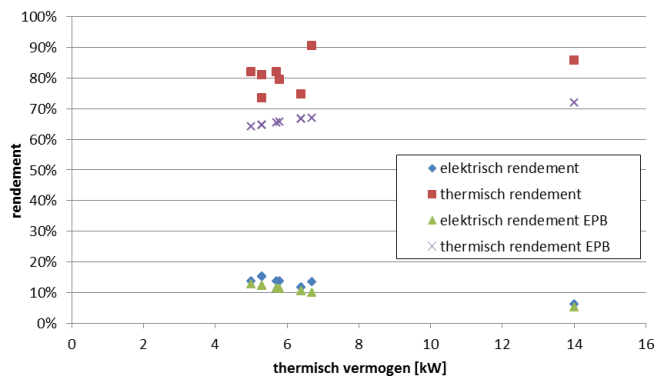
Voor inwendige verbrandingsmotoren op andere brandstoffen (gas afkomstig van biomassa, gasolie of plantaardige olie), verschilt het rendement in beperkte mate.



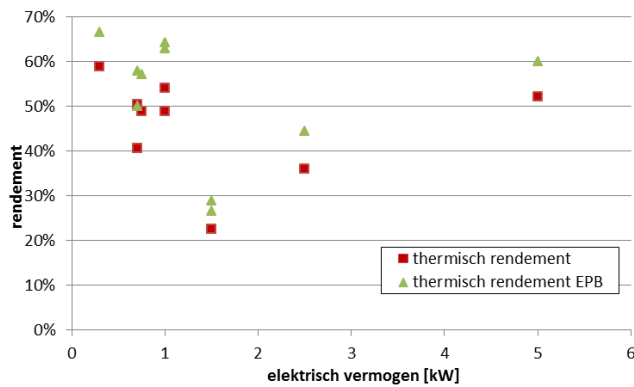
Figuur 6 Rendement in EPB ifv vermogen en type brandstof voor inwendige verbrandingsmotoren

Voor **andere technologieën** (Stirling, brandstofcel) worden het thermisch en elektrisch rendement bepaald op basis van het relatieve thermisch én elektrisch vermogen. (Voor deze technologieën is het dus verplicht om beide vermogens in te voeren.)

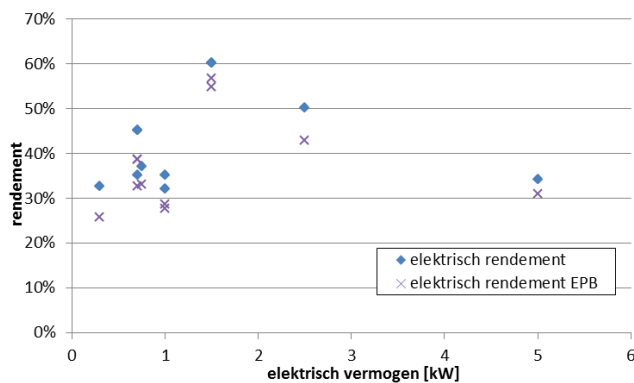
In onderstaande grafieken worden de rendementen die EPB berekend, vergeleken met de rendementen die door de fabrikant worden opgegeven. De vermogens hebben hier enkel betrekking op de micro-WKK zelf (dus zonder eventuele ketel in dezelfde behuizing).



Figuur 7 rendement EPB tov rendementen opgegeven door fabrikanten, voor Stirling



Figuur 8 rendement EPB tov rendementen opgegeven door fabrikanten, brandstofcel



Figuur 9 rendement EPb tov rendementen opgegeven door fabrikanten, brandstofcel

## RENDEMENT VAN DE WKK VOOR PRODUCTIE VAN SANITAIR WARM WATER.

Voor de productie van sanitair warm water, zijn de Ecodesign Verordeningen van toepassing en moeten de betreffende rendementen gebruikt worden. Indien deze niet gekend zijn, wordt met een rendement van 22% (<70kW) of 32% (<400kW) gerekend.

In de praktijk blijkt dat WKK-installaties wel een label hebben voor ruimteverwarming, maar geen eigen label hebben voor de productie van sanitair warm water omdat ze nooit uitgevoerd worden als doorstromer. Voor een combinatie WKK + buffervat/boiler kan volgens de Erp richtlijn geen systeemlabel berekend worden omdat beide producten zich in een ander lot bevinden. Van dergelijke combinatie kan enkel een efficiëntie en label vastgelegd worden als deze als dusdanig getest wordt, maar dit gebeurt blijkbaar niet. Bovendien is het buffervat in de praktijk meestal zo groot dat het buiten Erp valt (zie verder).

Bepaalde toestellen zijn niet onderworpen aan de Ecodesign verordeningen, nl micro-WKK die speciaal ontworpen is voor biomassa of vaste brandstoffen (pellets), WKK met elektrisch vermogen > 50kW of toestellen die voor sept 2015 op de markt zijn gebracht. Ook buffervaten met volume > 500l zijn niet onderworpen aan de Ecodesign verordeningen.

Voor deze toestellen bepaalt de rekenmethodiek zelf een rendement. In de regelgeving wordt een onderscheid gemaakt tussen 'niet verbrandingstoestellen' en 'verbrandingstoestellen'. In deze context valt WKK onder 'niet verbrandingstoestellen' en wordt het rendementen van de WKK voor ruimteverwarming overgenomen (indien met warmte-opslag -0.05).

In de meeste gevallen krijgt een WKK in EPB dus een verschillend rendement voor ruimteverwarming en voor sanitair warm water.

## MICRO-WKK EN HERNIEUWBARE ENERGIE

Micro-WKK kan enkel in aanmerking komen bij de berekening van de hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie, indien het een WKK op biomassa betreft.

De enige mogelijkheid is momenteel een 'Interne verbrandingsmotor' met als energiedrager 'gas afkomstig van biomassa' (plantaardige olie geldt niet, andere technologie op houtpellets evenmin). Dit zou een fout in de software zijn en bij een volgende versie aangepast worden zodat gas afkomstig van biomassa, plantaardige olie en houtpellets, onafhankelijk van de technologie, in aanmerking kunnen komen als hernieuwbare energie.

In woonéenheden geldt de voorwaarde dat de gebouwgebonden kwalitatieve WKK op biomassa voor ruimteverwarming als enige of als hoofdverwarmingssysteem geïnstalleerd is ( $\geq 85\%$  van de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming van de wooneenheid wordt ermee afgedekt)

De voorwaarden voor een kwalitatieve WKK zijn vermeld in bijlage van het energiebesluit. (Ter info: een kwalitatieve WKK realiseert een positieve relatieve primaire energiebesparing; om WKK-certificaten te ontvangen moet aangetoond worden aan VEA dat de WKK kwalitatief is)

In niet-residentiële gebouwen kan een WKK op biomassa bijdragen om tot de opgelegde minimale hoeveelheid van 10kWh/jaar per m<sup>2</sup> bruikbare vloeroppervlakte te komen. Er worden geen bijkomende voorwaarden opgelegd.

## VEREISTE INVOER.

De vereiste invoer is beperkt tot het type WKK, het thermisch vermogen en het volume van het opslagvat voor (micro-)WKK met interne verbrandingsmotor. Voor andere technologieën moet ook het elektrisch vermogen worden ingevoerd.

Prestaties van de WKK moeten niet ingevoerd worden.

micro-WKK	
Naam :	micro-WKK
Merk :	vb
Product-ID :	vb
Soort toestel :	Gebouwgebonden WKK
Type van technologie van de WKK :	Interne verbrandingsmotor
Energiedrager :	Aardgas
Identificatiecode toestel (variabele Xm) :	Toestel 1
Vermogen (nominaal of thermisch) :	10,00 kW
Elektrisch vermogen gekend :	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Neen
Volume van het opslagvat :	0,40 m <sup>3</sup>
Temperatuursverschil tussen vertrek en retour :	20,00 °C
Prioriteit van de opwekker :	Preferente opwekker

Annotations: 'Rendement (1)' points to the 'Soort toestel' and 'Type van technologie van de WKK' fields. 'aandeel WKK (2)' points to the 'Vermogen (nominaal of thermisch)', 'Elektrisch vermogen gekend', and 'Volume van het opslagvat' fields.

Voor een installatie met interne verbrandingsmotor die werkt op biogas of plantaardige olie, moet aangeduid worden of het een kwalitatieve WKK is, aangezien enkel een kwalitatieve WKK kan voldoen aan de eis voor hernieuwbare energie.

Een kwalitatieve micro-WKK is een WKK die een besparing van primaire energie oplevert tov de referenties voor de gescheiden opwekking van warmte en elektriciteit. De formule voor de relatieve primaire energiebesparing wordt vastgelegd in bijlage bij het Energiebesluit en is gelijk aan:

$$RPE = \left[ 1 - \frac{1}{\frac{E\eta}{Ref E\eta} + \frac{W\eta}{Ref W\eta}} \right] \cdot 100 \%$$

- $E\eta$  is het netto elektrisch rendement van de warmte-krachtinstallatie
- $W\eta$  is het netto thermisch rendement van de warmte-krachtinstallatie
- $refE\eta$  is de rendementsreferentiewaarde voor gescheiden elektriciteitsproductie
- $refW\eta$  is de rendementsreferentiewaarde voor gescheiden warmteproductie

De referentierendementen worden vastgelegd in het Ministerieel besluit van 26/05/2016. Voor een installatie met aardgas, constructiejaar vanaf 2016, is het elektrisch referentierendement circa 50%, het thermisch referentierendement 92%.

Een micro-WKK met een elektrisch rendement van 25% en een thermisch rendement van 50% is bijvoorbeeld een kwalitatieve WKK (RPE 4%).

Zoals eerder aangehaald, zijn er nog een aantal onvolkomenheden in de software waardoor andere technologieën op biomassa momenteel niet kunnen ingevoerd worden. Dit zal in een volgende versie worden aangepast.

---

## NIET GEBOUWGEBONDEN WKK

De primaire energiebesparing van niet gebouwgebonden WKK installaties wordt ingerekend via de primaire energiefactor voor externe warmtelevering. Deze primaire energiefactor houdt reeds rekening met de geproduceerde elektriciteit.

---

## VOORBEELDEN.

Een snelle berekening naar de impact van een WKK op het primair energieverbruik, geeft een idee van de te verwachten E-peil daling.

Indien de WKK een hoeveelheid bruto-energie voor verwarming levert gelijk aan  $Q_d$ , is het extra brandstofverbruik in vergelijking met een ketel:

$$Q_d \cdot \left( \frac{1}{\eta_{th,WKK}} - \frac{1}{\eta_{ketel}} \right)$$

De primaire energiebesparing ten gevolge van de elektriciteitsproductie van de WKK, is gelijk aan:

$$Q_d \cdot \left( \frac{\eta_{e,WKK}}{\eta_{th,WKK}} \right) \cdot 1.8$$

Voor een ketel met productierendement  $\eta_{ketel} = 0.98$  (Hs), een WKK met interne verbrandingsmotor met thermisch rendement van 50 à 55% en elektrisch rendement 25 à 30%, bedraagt de besparing een kleine 10% van de bruto energievraag voor verwarming die door de WKK wordt ingevuld. Dit is slechts een deel van de totale energiebehoefte voor verwarming, die op zijn beurt maar een gedeelte is van de totale primaire energievraag die beschouwd wordt in de E-peil berekening.

We kunnen dus verwachten dat de impact op het E-peil eerder beperkt zal zijn.



Voorbeeld: Vrijstaande nieuwbouw woning, K32.

Volume: 720m<sup>3</sup>

verliesoppervlakte: 494 m<sup>2</sup>

vloeroppervlakte: 190m<sup>2</sup>

Het gevraagde piekvermogen is 10kW. Cogenscan stelt een micro-WKK voor met een thermisch vermogen van 1.4 kW. De kleinste Stirling op de markt heeft een thermisch vermogen van 5kW.

→ Omwille van de kleine warmtevraag, zou een micro-WKK met Stirlingmotor niet rendabel zijn.

Ter illustratie wordt toch het effect nagegaan van een micro-WKK van 1.4kWth op het E-peil.

Indien de micro-WKK enkel voor verwarming instaat: +2E (E57 -> E59)

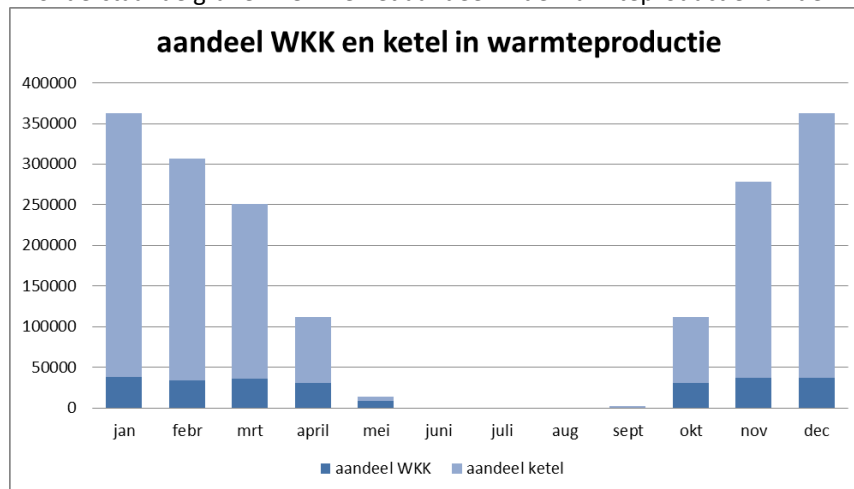
Indien de micro-WKK instaat voor verwarming en SWW: -1E

Voorbeeld: aandeel WKK in warmteproductie en energiebesparing volgens EPB-berekening.

Schoolgebouw met totale warmtevraag 500 000 kWh. De WKK met interne verbrandingsmotor op aardgas heeft een thermisch vermogen van 20kW. Er is een buffervat van 0.5m<sup>3</sup>.

Er wordt gerekend met een thermisch rendement van 55.3%, een elektrisch rendement van 26.1% en een elektrisch vermogen van 9.6kW.

In onderstaande grafiek zien we het aandeel in de warmteproductie van de WKK.



Resultaten op jaarbasis:

- Warmteproductie WKK = 251 856 MJ (di 3498 draai-uren in vollast)
- Brandstofverbruik WKK = 455 748 MJ
- Brandstofverbruik ketel = 1 592 741 MJ
- Elektriciteitsproductie WKK = 119 283 MJ
- Primair energieverbruik = 455 748 MJ + 1 592 741 MJ - 1.8x 119 283 MJ = 1 833 779 MJ
  
- Besparing primaire energie tov ketel = 1% op totale warmtevraag

---

## REFERENTIES.

Betreffende meerdere opwekkers, wordt in bijlageV verwezen naar bijlageVI voor:

- opdeling pref en nt pref toestellen
- aandeel in het totaal geïnstalleerd vermogen en hulpvariabele  $X_m$  (WKK)

BijlageV zelf geeft enkel:

- tabellen van  $f$  ifv  $X_m$  (of aandeel in geïnst vermogen) en
- formules voor eindenergieverbruik ifv bruto energiebehoefte
- fractie  $f$  voor aandeel SWW

Betreffende WKK, verwijst bijlageV naar bijlage VI voor:

- het thermisch omzettingsrendement
- het elektrisch omzettingsrendement

BijlageV zelf geeft:

- het opwekkingsrendement voor SWW
- berekenen van elektriciteitsproductie door WKK en de bijhorende primaire energiebesparing (omzetting elektriciteitsproductie nr primaire energie)

WKK in EPW: bijlageV

10.2.2, fractie preferente opwekker voor gebouwverwarming Tabel[10]

10.2.3.2 opwekkingsrendement WKK gebouwverwarming zie bijlageVI A.2.1

10.3.2 , fractie preferente opwekker voor warm tapwater

10.3.3 opwekkingsrendement WKK voor warm tapwater (oa ecodesign)

12.2.2 elektriciteitsproductie

13.8 primaire energiebesparing

WKK in EPW en EPN: bijlage VI

7.3.1 fractie preferente opwekker voor gebouwverwarming Tabel[18], bevochtiging en koeling

7.5.1 opwekkingsrendement zie bijlageV 10.2.3

10.7 primaire energiebesparing

Bijlage A elektr en thermisch omzettingsrendement en geproduceerde elektriciteit