

## PRAKTISCHE LEIDRAAD VOOR ONTWERP EN DIMENSIONERING VAN INSTALLATIES MET MICRO-WKK IN GEBOUWEN. DEEL1: HAALBAARHEID EN TECHNOLOGIEKEUZE

Het dimensioneren van een installatie met micro-WKK gebeurt volgens onderstaand schema. In dit document wordt het bepalen van de haalbaarheid (stap1 en stap2 in Fig 1 Stappenplan dimensionering WKK) toegelicht.

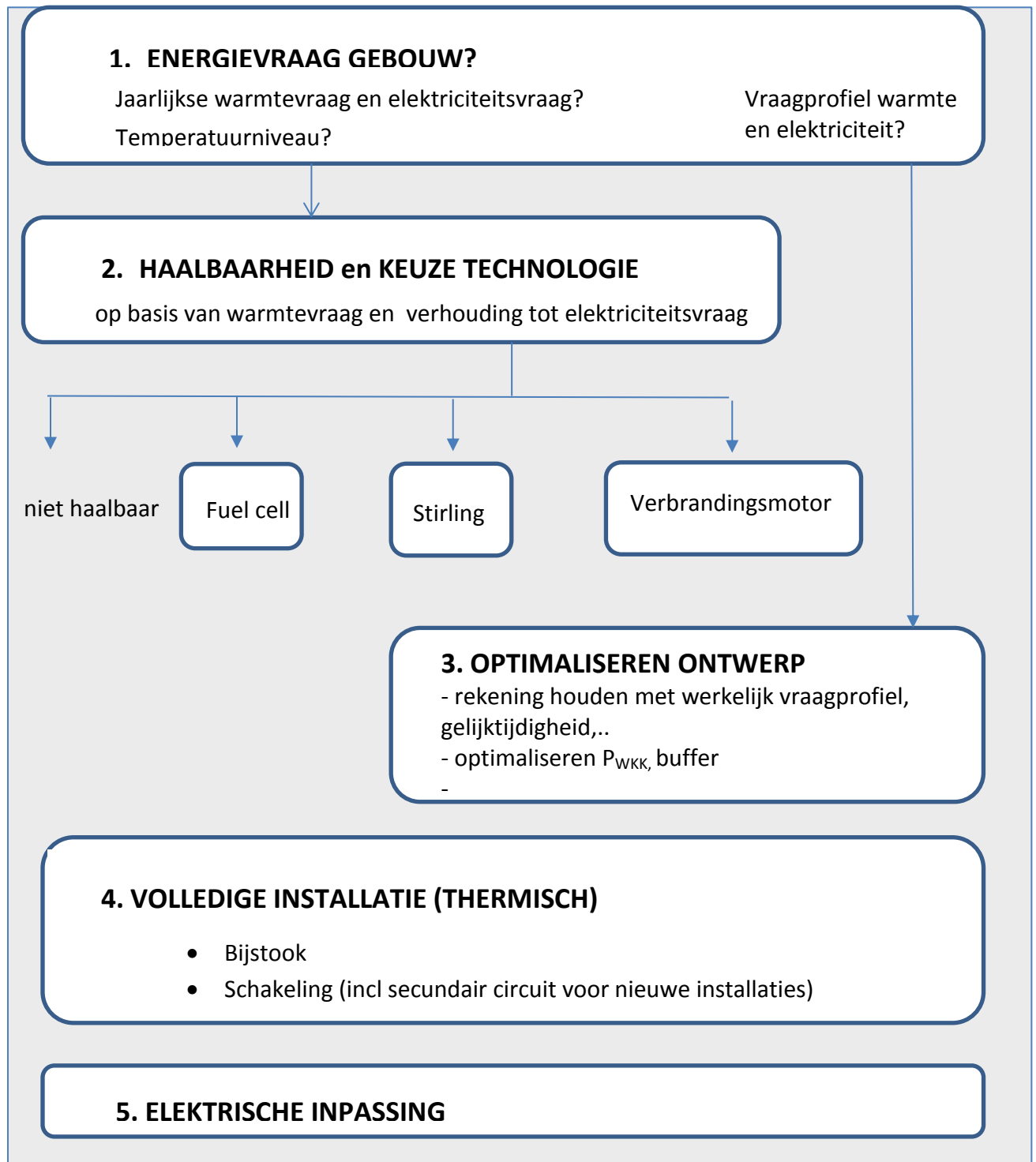


Fig 1 Stappenplan dimensionering WKK

## 1. ENERGIEVRAAG GEBOUW.

Bepaal volgende 2 aspecten van de energievraag:

- A. Thermisch en elektrisch vraagprofiel.
- B. De temperatuur waarop de warmte moet beschikbaar zijn.

### A. THERMISCH EN ELEKTRISCH VRAAGPROFIEL.

Dit is te bekomen via

- metingen (bestaand gebouw)
- simulaties (nieuwbouw)

Bepaal de netto warmtebehoefte die de WKK moet leveren. Het brandstofverbruik (van factuur of meting) moet gecorrigeerd worden:

- rekening houdend met de ketel en stilstandsverliezen,
- waarbij energieverbruik dat niet door WKK-warmte kan vervangen worden, in mindering wordt gebracht (bijv gasverbruik voor koken).

Pas de warmtevraag aan indien ook REG-maatregelen gepland zijn! Het is belangrijk dat de warmtevraag niet wordt overschat.

**Om in een eerste fase de haalbaarheid van micro-WKK na te gaan of voor kleinere residentiële projecten, is informatie betreffende de warmte – en elektriciteitsvraag op jaarbasis voldoende. Voor bestaande gebouwen is dit af te leiden uit facturen, voor nieuwbouw uit de EPB- berekening en/of kengetallen voor energieverbruik.**

**Een indicatie van rendabiliteit en vermogen wordt dan verkregen op basis van typeprofielen voor bepaalde toepassingen. De haalbaarheids- en dimensioneringstools (Cogen, BIM, VEA) waarnaar hierna wordt verwezen, beschikken over typeprofielen voor kantoor en onderwijs, handel, sport, zwembad, verzorging, horeca, cultuur, collectieve huisvesting.**

#### Voorbeeld schoolgebouw.

In een bestaand schoolgebouw wil men de haalbaarheid van micro-WKK nagaan.

Op basis van facturen blijkt dat de condenserende ketel met seizoensrendement 104% (! Let op ! kan dit wel ?) jaarlijks 667735 kWh (BVW) aan gas verbruikt. Het gebouw zal volgend jaar ook geïsoleerd worden, hiermee zou 20% energie bespaard worden.

Om te bepalen hoeveel warmte de WKK zal moeten leveren:

- drukken we het brandstofverbruik uit als OVW, nl  $667\ 735\ \text{kWh} \times 0.9 = 600\ 961\ \text{kWh}$
- bepalen we het verwachte verbruik na renovatie, di  $600\ 961\ \text{kWh} \times 0.8 = 480\ 769\ \text{kWh}$
- bepalen we de netto geleverde warmte door de ketel, nl  $480\ 769\ \text{kWh} \times 1.04 = 500\ 000\ \text{kWh}$

**De jaarlijkse netto warmtevraag bedraagt dus 500 000 kWh.**

---

## B. TEMPERATUURNIVEAU.

Het temperatuurniveau, meer bepaald de retourtemperatuur, is belangrijk ivm de opgelegd maximale inlaattemperatuur voor  $\mu$ -WKK's van circa 70°C.

Het temperatuurniveau wordt bepaald door de specifieke toepassing, voor  $\mu$ -WKK in gebouwen beperkt dit zich tot:

- gebouwverwarming
- sanitair warm water
- warmtegedreven koeling (bvb absorptiekoeling)
- beperkt aantal andere, zoals bijv zwembadverwarming, ...

Bepaal voor een nieuwe installatie de werking van de volledige installatie in vollast en in deellast en zorg voor een inlaattemperatuur aan de WKK kleiner dan circa 70°C (kan verschillen afhankelijk van het toestel). Zorg voor een hydraulisch schema aan de afgiftekant waarbij de retourtemperatuur daalt in deellast. ( zie hiervoor ook hydraulische schema's onder 4.)

Ga bij een bestaande installatie na of de retourtemperatuur lager is dan 70°C. Doe dit bij voorkeur door een meting, (ook gedurende periode met kleine warmtevraag!) of eventueel op basis van de hydraulische schema's. Belangrijk is wel om dan na te gaan of deze nog overeenstemmen met de huidige praktijk.

Bij een aantal installaties is een meting sterk aanbevolen:

- als de retourtemperatuur stijgt in deellast, dus bij een
  - ketel met minimaal debiet en gesloten hoofdcollector
  - ketel met minimaal debiet en evenwichtsfles
  - verdeelschakeling (zie punt 4.)
  - extra warmtewisselaar tss productie en afgifte
- als de belangrijkste toepassing een hoge temperatuur vraagt (sanitair warm water, ook retour van deze kring apart meten)

Indien de inlaattemperatuur van de WKK niet kleiner blijft dan 70°C, is het niet zinvol om in deze installatie een WKK in te passen. Of toch niet ter hoogte van de huidige ketel.

Indien sommige deelkringen/gebruikers wel een lage retour garanderen, kan je nagaan of een WKK ingezet kan worden enkel voor dit gedeelte. Kennis van het vraagprofiel voor die specifieke toepassing is dan wel nodig.

## 2. HAALBAARHEID EN TECHNOLOGIE.

Om in een eerste fase de haalbaarheid van een micro-WKK in een bepaalde toepassing na te gaan, wordt een inschatting gemaakt van het aantal draaiuren en het vermogen. Tevens wordt de te verwachten inlaattemperatuur van de  $\mu$ -WKK bepaald.

De technologie-keuze zal voornamelijk afhangen van de verhouding van de warmtevraag tot de elektriciteitsvraag.

### DE INLAATTEMPERATUUR VAN DE WKK.

Indien het niet mogelijk is om voor een inlaattemperatuur  $<70^{\circ}\text{C}$  (afhankelijk van het toestel) te zorgen (en liefst nog lager), heeft het weinig zin om een  $\mu$ -WKK te plaatsen. Ga zeker ook na wat de inlaattemperatuur is als de installatie in deellast werkt.

### TECHNOLOGIE KEUZE.

Bepaal de verhouding van de jaarlijkse elektriciteitsvraag tot de jaarlijkse warmtevraag.

In de meeste toepassingen wordt een  $\mu$ -WKK met inwendige verbrandingsmotor gebruikt. De Stirling en de brandstofcel-WKK hebben elk duidelijk een eigen toepassingsgebied dat samenhangt met de verhouding kracht/ warmte.

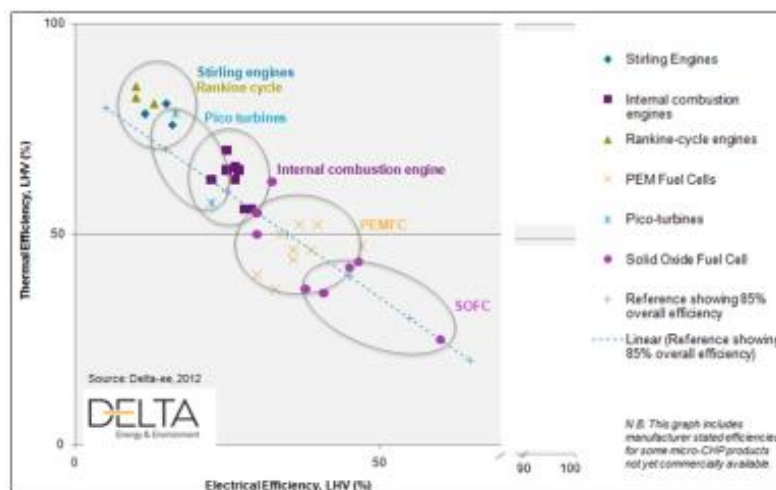


Figure 1: Warmtekrachtverhouding en type technologieën.

Bij een relatief hoge elektriciteitsvraag is een brandstofcel-WKK een optie. De nadruk ligt dan vooral op de decentrale elektriciteitsproductie en de brandstofcel fungeert eerder als alternatief voor bijv PV-panelen en niet zozeer als WKK.

De Stirling is typisch beschikbaar in kleine vermogens, voor residentiële toepassingen, met een relatief grote warmtevraag tov de elektriciteitsvraag (bestaande woningen).

Bij Stirling motoren is de verhouding tussen productie van warmte en kracht 9:1 tot 4:1. Voor brandstofcellen is dit 2:1 tot 1:1. De verhouding in jaarlijkse warmte- en elektriciteitsvraag van een gemiddeld huishouden in Nederland bedraagt circa 4,4:1 voor een nieuwbouw en circa 8,5:1 voor een bestaande woning (ISSO Rapport636 2009). Een Stirling motor lijkt hier het meest geschikt. Voor nieuwbouw woningen met afnemende warmtevraag en hogere elektriciteitsvraag (warmtepomp, airco, elektrisch autorijden, opslagmogelijkheden...) lijkt de brandstofcel meer gepast.

Voor micro-WKK met Stirlingmotor in kleine residentiële projecten is het uitvoeren van een uitgebreide studie niet haalbaar. Een richtwaarde is een warmtevraag van circa 20 000 kWh en een elektriciteitsvraag van 3000kWh (deze richtwaarde vinden we terug bij een aantal fabrikanten en in een potentieelstudie van VITO uit 2009)

Brandstofcel WKK's zijn in volle ontwikkeling en hebben momenteel nog een hoge kostprijs, die echter snel evolueert. Zoals hoger aangegeven, wordt deze investering vooral beoordeeld door de investeringskost af te wegen tegen de geproduceerde elektriciteit.

In wat volgt wordt gefocust op het evalueren van de haalbaarheid van een micro-WKK met interne verbrandingsmotor (ICE).

## THERMISCH VERMOGEN EN AANTAL DRAAIUREN.

Een micro-WKK (ICE) werkt bij voorkeur warmtevraag-gestuurd. Het aantal draaiuren kan berekend worden op basis van het thermisch vraagprofiel. In deze eerste fase (evalueren van haalbaarheid) wordt vaak gewerkt met typeprofielen.

Bepaal de **jaarbebelastingduurcurve** (JBDC). Vertrek hiervoor van de warmtevraag op jaarbasis en rangschik de vermogens van groot naar klein.

- De JBDC geeft aan gedurende welke periode de vraag groter is dan een bepaald vermogen.
- Op de JBDC kan bijgevolg het aantal draai-uren worden afgelezen van een WKK met gegeven thermisch vermogen.

Leid de **productiecurve** af uit de JBDC door vermenigvuldiging van het vermogen met het corresponderend aantal draai-uren. De productiecurve geeft de geproduceerde thermische energie  $P(\text{kW}) \times t(\text{h})$  ifv het thermisch vermogen van een WKK die enkel op vollast werkt.

Het **maximum van de productiecurve** – dit komt overeen met de grootste ingeschreven rechthoek onder de JBDC - bepaalt het thermisch vermogen  $P_{\text{th,WKK}}$  en het aantal **draaiuren** van de WKK die op vollast een maximale hoeveelheid warmte produceert. Er wordt gestreefd naar 3000 à 4000 draaiuren.

De WKK met de grootste warmteproductie, is de grootste WKK die rendabel zou kunnen zijn voor het project. In wat volgt kan wel blijken dat het beter is om te kiezen voor een kleinere WKK.

Uit bovenstaande volgt dat het thermisch vermogen van de  $\mu$ -WKK altijd kleiner is dan het gevraagde piekvermogen. **Als vuistregel kan gelden dat het vermogen van de WKK ongeveer 1/3 bedraagt van de piekvraag.**

De WKK kan niet de volledige warmtevraag leveren, een secundaire warmte-opwekker is nodig.

### Voorbeeld schoolgebouw.

Het schoolgebouw heeft een netto warmtevraag van 500 000 kWh. Er is geen jaarprofiel van de warmtevraag beschikbaar. Op basis van een typeprofiel voor de warmtevraag, bepalen we het thermisch vermogen en het aantal draai-uren van de WKK.

1. We bepalen de JBDC op basis van het chronologisch warmtevraag-profiel door de vermogens van groot naar klein te rangschikken.

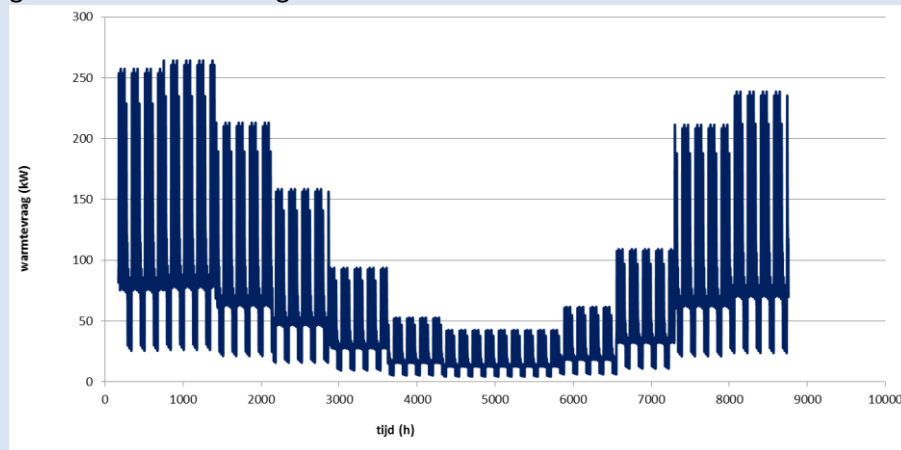


Fig 2 uurlijkse warmtevraag schoolgebouw chronologisch

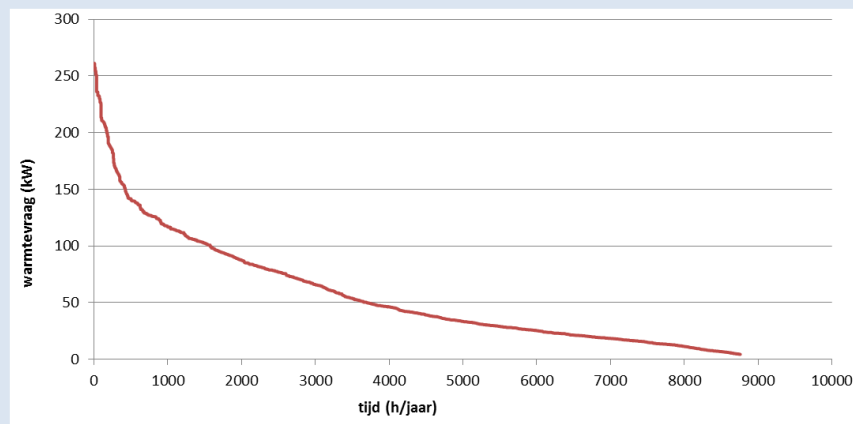
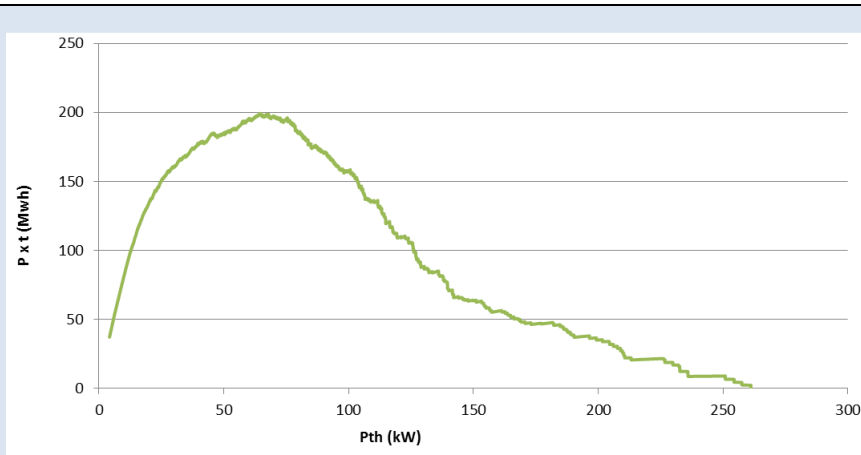


Fig 3 JBDC schoolgebouw met jaarlijkse warmtevraag van 500 000 kWh

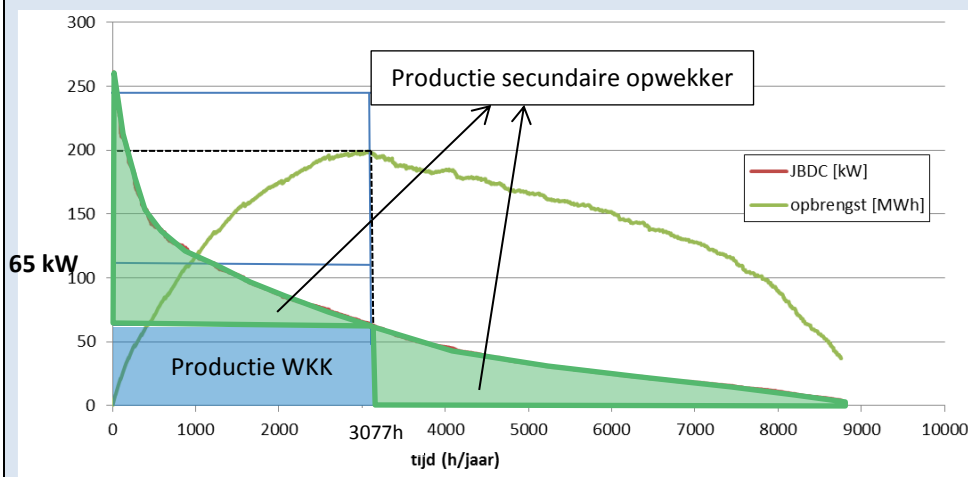
Uit de JBDC blijkt bijvoorbeeld dat gedurende 4000h een vermogen nodig is van minstens 46 kW. Een WKK met een vermogen van 46kW zou dus 4000uren op vollast kunnen draaien en daarbij 184 000 kWh aan thermische energie produceren. Op dezelfde manier kan voor elke WKK het aantal vollast uren worden afgelezen.

Zetten we voor elk vermogen de geproduceerde energie uit, dan bekomen we de productiecurve:



**Fig 4 Productiecurve**

Uit de productiecurve blijkt dat een WKK van 65kWth, de grootste opbrengst heeft, nl 200 MWh. Deze WKK zou jaarlijks  $200 \text{ MWh}/65\text{kW}=3077$  draaiuren hebben. Het overige deel van de warmtevraag, nl  $500\text{Mwh} - 200\text{MWh} = 300\text{MWh}$  moet door een secundaire warmte-opwekker, meestal een ketel, geleverd worden.



**Fig 5 productie WKK en productie secundaire opwekker**

Niet elke WKK werkt echter warmtevraag-gestuurd. Door het hoge elektrisch rendement van de brandstofcel-WKK, ligt de focus op elektriciteitsproductie. De bedrijfsvoering wordt voornamelijk bepaald door de elektriciteitsvraag, overtollige warmte wordt eventueel zelfs weg gekoeld. De JBDC van de warmtevraag is hier dus minder bepalend.

Economische valorisatie van de elektriciteit is hierbij kritischer voor de dimensionering. (zie volgende paragraaf)

## ECONOMISCHE ANALYSE.

In dit stadium hebben we een indicatie van het thermisch vermogen van de  $\mu$ -WKK  $P_{th}$  (kW), het aantal vollasturen  $t_{WKK}$  (h) en de meest geschikte technologie.

Op basis van de product-eigenschappen kan nu ook een inschatting gemaakt worden van het elektrisch rendement  $\eta_e$  (%) en het thermisch rendement  $\eta_{th}$  (%) en de investeringskost.

Met deze gegevens kan een eerste energetische en economische analyse gemaakt worden.

We vergelijken de **energiekosten en onderhoudskosten** (*niet vergeten, aangezien een WKK meer onderhoud vergt dan een ketel*) met die van een referentie-installatie, waar een ketel instaat voor de warmtevraag en de elektriciteit wordt aangekocht. Omdat het thermisch rendement van een WKK meestal kleiner is dan dat van een ketel, zullen de brandstofkosten van de WKK + secundaire opwekker hoger liggen dan in de referentie-installatie. Daartegenover staat dat de WKK gelijktijdig met de warmteproductie ook elektriciteit opwekt, zodat er minder of geen elektriciteit moet aangekocht worden. **Belangrijk is evenwel na te gaan of de geproduceerde elektriciteit gevaloriseerd kan worden.** Dit kan door:

- Het terugdraaien van de teller (bij voorkeur tijdens dagtarief) indien elektrisch vermogen < 10 kWe en voor zover jaarlijks eigen elektriciteitsgebruik hoger is dan de gegenereerde elektriciteit
  - *In oude woningen zijn daarom vaak toepassingen met hoge warmtekrachtverhouding gewenst.*
- Het direct (binnen het kwartier) eigegebruik van de geproduceerde elektriciteit bij WKK-toepassingen met aansluitvermogen hoger dan 10 kWe.
  - *Soms wordt door het lage elektriciteitsgebruik tijdens de stille uren een kleinere WKK gekozen zodat deze ook 's nachts rendabel kan werken.*
- Verkoop van elektriciteitsoverschotten aan een geïnteresseerde partij.
  - De prijs ligt hier evenwel een factor 3-5 lager dan de vermeden aankoop en niet elke KMO, gebruiker kan een contract afsluiten.

Er zijn diverse methoden om een investeringsanalyse op te maken. We verkiezen vanuit het project de netto contante waarde (NCW) om de rendabiliteit na te gaan, omdat ze toch meer informatie bevat dan de enkelvoudige terugverdientijd en toch toelaat diverse ontwerpen te vergelijken.

We berekenen de NCW voor de WKK met de grootste warmteproductie en voor een aantal kleinere WKK's. In bepaalde gevallen, afhankelijk van hoeveelheid geproduceerde elektriciteit die zelf kan verbruikt worden, van de investeringskosten,.. kan een kleinere WKK economisch interessanter zijn. Vooral voor toepassingen die geen echte basislast vragen, is het interessant om ook kleinere WKK's te evalueren.

Voer de berekening bijvoorbeeld ook uit voor een WKK die 10% van de warmtevraag dekt en nog een WKK tussenin. De berekening gebeurt telkens zoals hieronder uitgelegd.

Onderstaande rekenwijze wordt ook aangehouden in ISSO636 en ISSO96. Let wel, in onderstaande berekening is nog geen rekening gehouden met subsidies.



### Gegevens en aannames voor een eerste economische analyse.

De jaarlijkse warmtevraag  $Q_d$  [kWh] en elektriciteitsvraag  $E_d$  [kWh] van het gebouw moeten gekend zijn.

Op basis van JBDC is voor een bepaald vermogen het aantal draaiuren  $t_{WKK}$  [h] gekend (zie hoger). De technologie is gekozen, uitgaande van de verhouding warmte – tot elektriciteitsvraag. (zie hoger) Eens technologie en vermogen vastliggen, kunnen productgegevens van de  $\mu$ -WKK bepaald worden, zijnde het thermisch vermogen WKK  $P_{th,WKK}$  [kW], het thermisch rendement WKK  $\eta_{th}$  [ ] en het elektrisch rendement WKK  $\eta_e$  [ ].

Om de kostprijs van de WKK-installatie te kunnen vergelijken met een referentie installatie met ketel, gaan we uit van een ketelrendement  $\eta_{ketel}$  [ ], een aardgas tarief  $K_{gas}$ , elektriciteitstarief in te kopen  $K_{aankoop}$  en elektriciteitstarief levering aan het net  $K_{teruglever}$

Om een volledig kostenplaatje te maken, moeten ook de onderhoudskost WKK  $K_{onderh,WKK}$  en de onderhoudskost ketel  $K_{onderh,ketel}$  ingerekend worden.

### Berekening van het verschil in energie- en onderhoudskosten van de referentie-installatie en de installatie met WKK.

Het product van het aantal draai-uren en het thermisch vermogen van de WKK, zoals bepaald uit de JBDC, is gelijk aan de bijdrage van de WKK aan de warmtelevering.

$$Q_{WKK} \text{ [kWh]} = P_{th,WKK} \times t_{WKK}$$

Het overige gedeelte van de warmtevraag wordt geleverd door de naverwarmer (ketel).

$$Q_{ketel} \text{ [kWh]} = Q_d - Q_{WKK}$$

Om het gasverbruik van WKK en ketel te bepalen moet rekening gehouden worden met hun rendement.

$$V_{WKK} \text{ [kWh]} = Q_{WKK} / \eta_{th}$$

$$V_{ketel} \text{ [kWh]} = Q_{ketel} / \eta_{ketel}$$

De hoeveelheid elektriciteit geproduceerd door de WKK is:

$$E_{WKK} \text{ [kWh]} = (Q_{WKK} / \eta_{th}) \times \eta_e$$

Als de elektriciteitsvraag groter is dan de elektriciteitsproductie van de WKK, moet er nog elektriciteit ingekocht worden.

$$E_{inkoop} \text{ [kWh]} = \max(0; E_d - E_{WKK})$$

Als er meer geproduceerd wordt dan de vraag, wordt de overschot terug aan het net geleverd.

$$E_{teruglever} \text{ [kWh]} = \min(0; E_d - E_{WKK})$$

**De totale energiekost van een installatie met WKK [euro] omvat de stookkosten van WKK en ketel en de in te kopen elektriciteit. Elektriciteit die terug aan het net wordt geleverd, wordt in mindering gebracht.**

$$K_{energie,WKK} = V_{WKK} \times K_{gas} + V_{ketel} \times K_{gas} + E_{inkoop} \times K_{aankoop} - E_{teruglever} \times K_{teruglever}$$

De totale jaarlijkse kost van de installatie met WKK bestaat uit de jaarlijkse energiekost en de jaarlijkse onderhoudskost.

$$K_{WKK} = K_{energie,WKK} + K_{onderhoud,WKK}$$

In de referentie installatie wordt de warmtevraag volledig gedekt door een ketel.

$$V_{ref} = Q_d / \eta_{ref}$$

**De totale energiekost omvat de stookkosten van de ketel en de aangekochte elektriciteit.**

$$K_{energie,ref} = V_{ref} \times K_{gas} + E_d \times K_{aankoop}$$

### Opmerking.

De vergoeding voor elektriciteit geleverd aan het net, is kleiner dan de prijs die men betaalt voor aangekochte elektriciteit. **Indien bij de berekening blijkt dat veel elektriciteit aan het net wordt geleverd, is het beter om direct voor een kleinere WKK te kiezen.**

### Voorbeeld schoolgebouw.

Bekijken we opnieuw het schoolgebouw met een jaarlijkse warmtevraag van 500 000 kWh. De jaarlijkse elektriciteitsvraag bedraagt 100 000 kWh.

Op basis van de JBDC kozen we voor een WKK met een vermogen van 65 kW met 3077 draaiuren.

Realistische producteigenschappen voor een WKK van 65 kW met inwendige verbrandingsmotor zijn:

$$\eta_{th} = 0.55 \text{ (tov Hs)} \text{ en } \eta_e = 0.25 \text{ (tov Hs)}.$$

Bijdrage WKK aan warmtelevering  $Q_{WKK}$  [kWh] = 65 kW x 3077 h = 200 000 kWh.

Bijdrage ketel  $Q_{ketel}$  [kWh] = 500 000 kWh – 200 000 kWh = 300 000 kWh

Gasverbruik WKK  $V_{WKK}$  [kWh] = 200 000 kWh / 0.55 = 363 636 kWh (Hs)

Gasverbruik bijstook condenserende ketel  $V_{ketel}$  [kWh] = 300 000 kWh / 0.94 = 319 148 kWh (Hs)

Elektriciteitsproductie WKK  $E_{WKK}$  [kWh] = 363 636 kWh x 0.25 = 90 909 kWh

Nog in te kopen elektriciteit  $E_{inkoop}$  [kWh] = 100 000 kWh – 90 909 kWh = 9091 kWh (\*voorwaarde is evenwel dat alle elektriciteit ook dadelijk gebruikt kan worden, de wkk is immers >10kWe)

Totale energiekost WKK  $K_{energie,WKK}$  = 363 636 kWh x 0.04€/kWh + 319 148 kWh x 0.04€/kWh + 9091 kWh x 0.145 €/kWh = 28 629 euro

Totale jaarlijkse kost  $K_{WKK}$  = 28 629 euro + 0.7 euro/h x 3077 h = 30 783 euro

Gasverbruik referentie installatie  $V_{ref}$  = 500 000 kWh / 0.94 = 531 914 kWh

Totale energiekost referentie installatie  $K_{energie,ref}$  = 531 914 kWh x 0.04€/kWh + 100 000 kWh x 0.145 €/kWh = 35 777 euro

Totale jaarlijkse kost referentie installatie  $K_{ref}$  = 35 777 euro + 75 euro = 35 851 euro

De jaarlijkse energiebesparing is 35 777 euro – 28 629 euro = 7147 euro.

De extra kost voor onderhoud bedraagt 2079 euro.

### Opmerking (zie ook verder)

*Indien slechts een fractie van de elektriciteitsproductie direct kan gebruikt worden bvb 75%, dan moet er nog steeds 100.000 kWh – 75% x 90.909 kWh = 31.818 kWh aangekocht worden.*

*De totale energiekost voor WKK wordt dan = 363 636 kWh x 0.04€/kWh + 319 148 kWh x 0.04€/kWh + 31 31.818 kWh x 0.145 €/kWh = 31 924 euro. De jaarlijkse besparing op energiekost wordt hierdoor gereduceerd tot 3.853 euro/jaar, wat het project wellicht niet rendabel meer maakt. In dit geval kan beter voor een kleinere WKK of een WKK met grotere warmtekrachtverhouding gekozen worden.*

### **Berekening van de jaarlijkse cash flow (CF) en netto contante waarde (NCW)**

$CF = (K_{energie,ref} - K_{energie,WKK}) (1+i1)^a + (K_{onderhoud,ref} - K_{onderhoud,WKK}) (1+i2)^a$  (met i1= indexering energiekosten, i2= indexering onderhoudskosten)

of de jaarlijkse cash flow na belasting

$CF = [(K_{energie,ref} - K_{energie,WKK}) (1+i1)^a + (K_{onderhoud,ref} - K_{onderhoud,WKK}) (1+i2)^a](1-b) + K_{afschr} \cdot b$  (met b = belastingsvoet)

$NCW = \text{restwaarde} - \text{Investering} + \sum_a CF_a / (1+r)^a$

Een NCW > 0 over de levensduur van de investering, betekent dat de investering aantrekkelijk is.

### Voorbeeld schoolgebouw.

De investering voor de WKK bedraagt 65 000 euro.

De cash flow ten gevolge van de investering omvat de energiebesparing min de onderhoudskosten. Over een levensduur van 10jaar is de NCW van de CF gelijk aan 51 761euro.

jaar	energie	onderhoud	cash flow
1	7362	-2120	5241
2	7582	-2163	5420
3	7810	-2206	5604
4	8044	-2250	5794
5	8286	-2295	5990
6	8534	-2341	6193
7	8790	-2388	6402
8	9054	-2436	6618
9	9325	-2484	6841
10	9605	-2534	7071
		NCW=	€ 51.761,18

De NCW van de investering is dus negatief (-65000 euro + 51761euro = -13238 euro).

### GELIJKTIJDIGHEID ELEKTRICITEITSPRODUCTIE EN ELEKTRICITEITSVRAAG.

Installaties > 10kWe hebben geen recht op een terugdraaiende teller. Geproduceerde elektriciteit die niet direct wordt verbruikt, wordt op het net gezet tegen een injectietarief dat veel lager is dan het afnametarief. Daarom is het belangrijk te weten welk percentage van de geproduceerde elektriciteit direct kan verbruikt worden.

In deze fase, wanneer we enkel beschikken over een jaarlijkse warmte – en elektriciteitsvraag, moeten we werken met een aantal richtwaarden.

We laten het percentage eigen verbruik afhangen van de verhouding van de totale warmtevraag tot de totale elektriciteitsvraag. Dit kan voor toepassingen met een elektriciteitsvraag die redelijk vlak loopt.

Indien de elektriciteitsvraag niet kleiner is dan 1/3 van de warmtevraag, is 60% waarschijnlijk een veilige aanname (bijv kantoren). Is de elektriciteitsvraag niet kleiner dan 1/5 van de warmtevraag, dan is 50% een veilige aanname (bijv scholen). Neem voor een nog lagere elektriciteitsvraag een percentage dat gelijk is aan de verhouding van de gemiddelde elektriciteitsvraag (totale vraag(kWh) /8760(h)) tot het elektrisch vermogen van de WKK. In bepaalde gevallen zijn percentages van 70% of meer mogelijk, bijv als de elektriciteitsvraag ½ of meer bedraagt van de warmtevraag of indien voor een WKK wordt gekozen die kleiner is dan deze met de grootste productie.

### Voorbeeld schoolgebouw.

De WKK van 65kWth produceert jaarlijks 90 909 kWh aan elektriciteit. De elektriciteitsvraag is 1/5 van de warmtevraag (100000kWh tov 500000kWh). We gaan ervan uit dat 50% van de geproduceerde elektriciteit onmiddellijk wordt verbruikt. De rest, dus 100000kWh – 0.5x90909kwh = 54 544kWh moet aangekocht worden.

Op de JBDC de overeenkomstige elektriciteitsvraag uitzetten (niet gesorteerd), geeft een beeld van de hoeveelheid elektriciteit die intern kan verbruikt worden.

### Voorbeeld schoolgebouw.

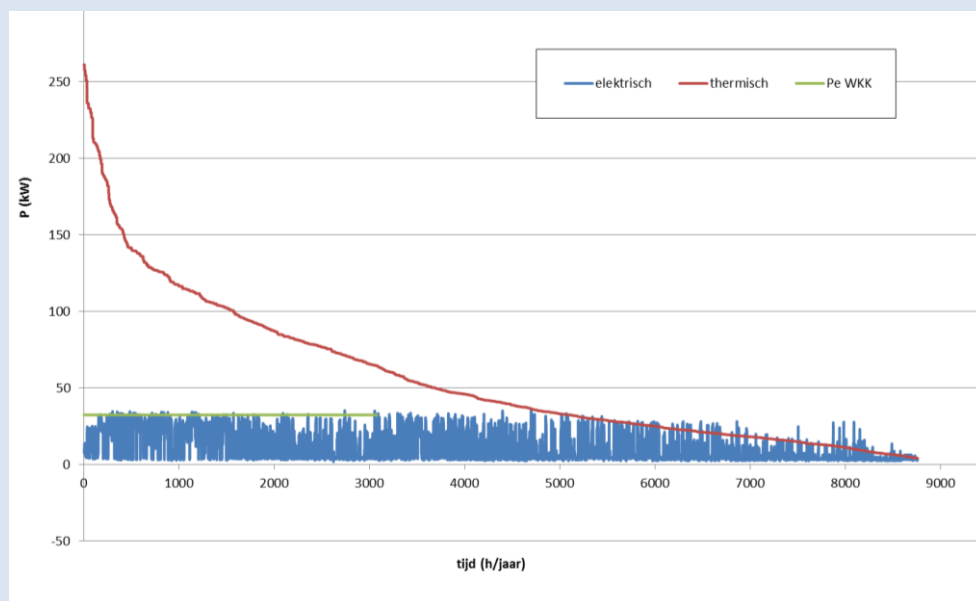


Fig 6 JBDC en elektriciteitsproductie

Uit bovenstaande grafiek kan men besluiten dat best geen WKK met een elektrisch vermogen groter dan 30 à 40kW wordt gekozen. En gezien de fluctuaties best ook kleiner dan 20 kWe.

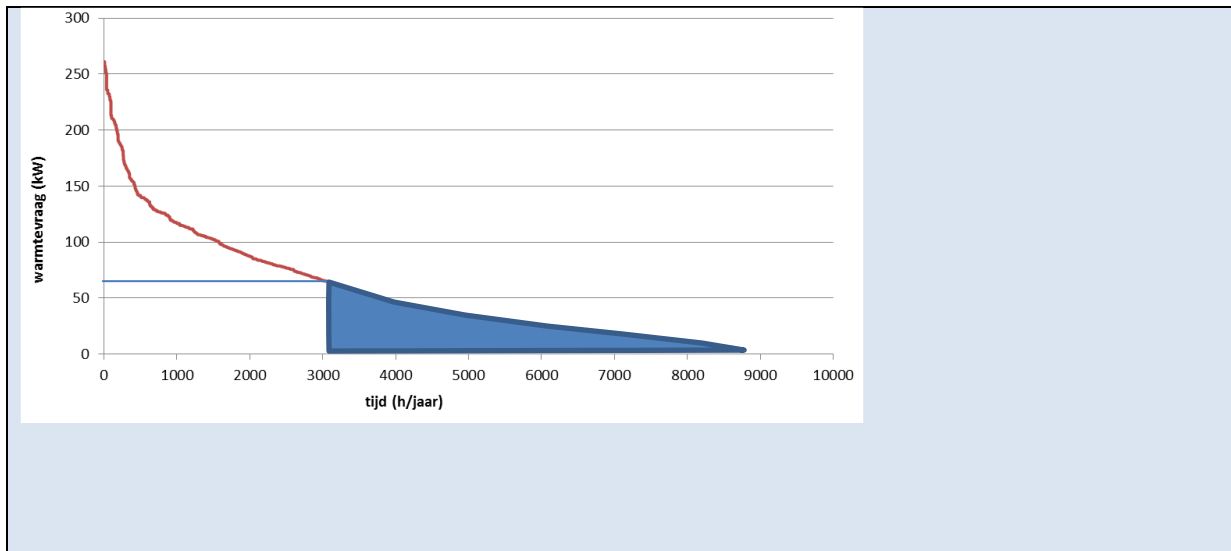
Voor installaties < 10kWe met terugdraaiende teller wordt de geïnjecteerde elektriciteit in mindering gebracht van de afgenomen elektriciteit. De gelijktijdigheid tussen productie en afname is hier dus minder van belang. Wel is het zo dat indien een groot deel van de geproduceerde elektriciteit gelijktijdig wordt afgenomen, het interessanter kan zijn om een bidirectionele teller te gebruiken die afname en injectie apart meet. Bij een bidirectionele teller dient namelijk geen prosumentarief te worden betaald.

### EXTRA DRAAI-UREN DOOR BUFFER.

Meestal wordt een installatie met WKK ook voorzien van een buffer. Dit laat toe om de warmtevraag bij kleinere vermogens te dekken. Het buffervolume moet zodanig gekozen worden, dat de WKK niet te vaak moet aanspringen. Kies bijvoorbeeld voor een cyclustijd van 4u een  $V = P_{th,WKK}/c\rho\Delta T$  (ISSO 96). Dit laat toe om in de warmtevraag  $Q^*$  met vermogen kleiner dan  $P_{WKK}$  te voorzien (d.i. de oppervlakte onder de JBDC bij de lagere vermogens). In de veronderstelling dat de WKK al deze warmte daadwerkelijk zal leveren, betekent dit extra draaiuren gelijk aan  $Q^*/P_{WKK}$ . Dit is waarschijnlijk een overschatting van het aantal draaiuren. Het werkelijk aantal draaiuren zal ook afhangen van de juiste regeling van de installatie. Anderzijds zal een buffervat ook toelaten om hogere vermogens te leveren. Dit heeft meestal minder effect op het aantal draaiuren en wordt hier niet in beschouwing genomen. Uit simulaties op typeprofielen (zie haalbaarheidstool Cogen) blijkt dat  $0.9*Q^*/P_{WKK}$  een veilige aanname is voor het aantal extra draaiuren tgv een buffervat. Bovenstaande is uiteraard een ruwe schatting van het aantal extra draai-uren. De enige manier om correctere informatie te verwerven over het aantal draaiuren met buffervat, is via een simulatie op de werkelijke vraagprofielen.

### Voorbeeld schoolgebouw.

Indien de installatie ook een buffer bevat, kan het blauw ingekleurde deel van de warmtevraag ook door de WKK worden geleverd. De ingekleurde oppervlakte bedraagt 164 783 kWh. Een richtwaarde voor het aantal extra draaiuren is 2280 h.

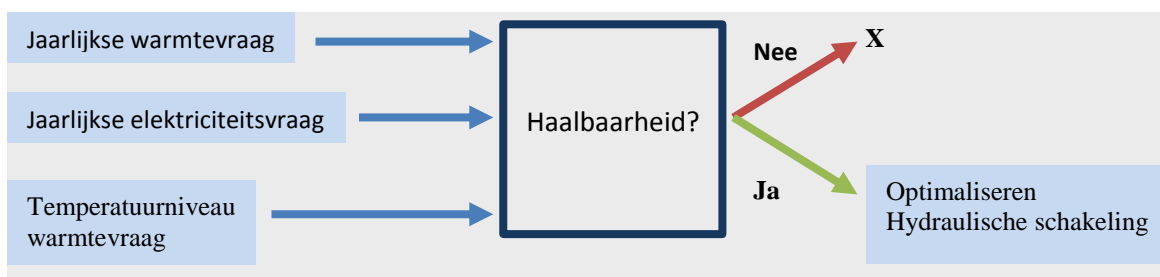


## HAALBAARHEIDSTOOLS

Voor het uitvoeren van een haalbaarheidstoets en indicatieve vermogensberekening, bestaan een aantal rekentools.

De rekentool Cogenoption.xls ([www.cogenvlaanderen.be](http://www.cogenvlaanderen.be)) bepaalt op basis van de warmte- en elektriciteitsbehoefte voor een gans jaar, het vermogen en aantal vollasturen voor een bepaalde toepassing en een eerste advies naar rendabiliteit.

De haalbaarheidstool (VEA) geeft basisadvies naar rendabiliteit en technologiekeuze op basis van de jaarlijkse warmte- en elektriciteitsbehoefte. In tegenstelling tot Cogenoption, is deze tool toegespitst op  $\mu$ -WKK en is de achterliggende berekening iets uitgebreider (in beperkte mate in rekening brengen van de simultaneïteit van elektriciteitsproductie en -vraag en het gebruik van een buffer).



Figuur 1 Haalbaarheidstoets principe

De berekening van de haalbaarheid op basis van typeprofielen zoals hierboven beschreven, en zoals uitgevoerd in de haalbaarheidstools, kan grote afwijkingen hebben van de realiteit omwille van volgende onvolkomenheden:

1. het warmtevraagprofiel en dus ook de JBDC is gebaseerd op typeprofielen of simulaties en wijkt af van het werkelijke profiel. Voor toepassingen met een specifiek warmte – of elektriciteitsprofiel wordt sowieso bij voorkeur met meetgegevens gewerkt.
2. de gelijktijdigheid van warmtevraag (en dus elektriciteitsproductie) en elektriciteitsvraag wordt niet ingerekend of enkel op basis van richtwaarden.

3. er wordt niet altijd rekening gehouden met de aanwezigheid en/of de grootte van een mogelijke buffer
4. er wordt geen rekening gehouden met mogelijke deellastwerking van de WKK. Een WKK die in deellast kan werken (meestal 50-100%) zal meer draaiuren hebben. Anderzijds moet erop gelet worden dat de opbrengst in deellastwerking nog voldoende groot is, anders zal vooral de onderhoudskost gaan doorwegen tijdens deze uren.
5. de rendementen opgegeven door de fabrikanten zijn bepaald bij een bepaalde inlaattemperatuur die kan afwijken van de werkelijke inlaattemperatuur.