

WKK in de context van warmtenetten

1 Duurzame warmtenetten op basis van WKK

Warmtenetten bieden de mogelijkheid om een groot aantal warmteafnemers op relatief eenvoudige wijze aan te dsluiten op tal van duurzame warmtebronnen. Bij het invullen van de warmtevraag moet natuurlijk in maximale mate rekening gehouden worden met de duurzaamheid van de bron. Dit betekent dat waar mogelijk, allereerst ingezet moet worden op het aanwenden van zuivere restwarmte; dit is 'fatale' warmte die ontstaat uit een economisch proces en waarvoor geen andere economische toepassing meer bestaat en bijgevolg weggekoeld moet worden. Deze restwarmte kan bijvoorbeeld vrijkomen bij afvalverbranders of uit industriële processen.

Bij elektriciteitsproductie komen ook grote hoeveelheden restwarmte vrij op lage temperatuur die geloosd wordt in oppervlaktewater of de atmosfeer. Door deze restwarmte op iets hogere temperatuur te benutten, wat weliswaar ten koste gaat van een beperkte hoeveelheid elektriciteitsproductie, bespaart men primaire energie en reduceert men de uitstoot van CO₂ en andere emissies. Dit gaat natuurlijk ook op voor een decentrale WKK-installatie die een deel centrale elektriciteitsproductie vermijdt.

Warmtenetten in combinatie met WKK en hernieuwbare elektriciteitsbronnen kunnen een duurzaam en flexibel geheel vormen. In haar 2012 rapport "Background Report on EU-27 District Heating and Cooling Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion" toont het Joint Research Center aan dat er terecht heel wat verwacht mag worden van stadsverwarming in combinatie met WKK. Zij besluit onder andere: *"Thus the primary energy and CO₂ overhead (ie expended primary energy to deliver the energy) when upgrading heat from large scale base load power stations using steam turbines, via CHP to heat cities is extremely low compared to alternative heat sources.[...] District Heating can meet much of the EU27 fabric heat loads, ventilation loads and domestic hot water load in a low carbon and energy-secure and cost effective (indigenous) fashion with the existing building stock."*

Toch wordt zowel op project- als op beleidsniveau deze warmte niet altijd als duurzaam beschouwd, vermits ze het gevolg kan zijn van het gebruik van fossiele brandstoffen.

Deze studie geeft een overzicht van de mogelijkheden voor WKK in warmtenetten, wat zijn de voornaamste voor- en nadelen en waar zien we nog opportuniteiten of hindernissen. Dit staat verder los van de opportuniteitsbeoordeling van de warmtenetten zelf: warmtenetten kunnen energieverliezen vermijden door een verhoogde efficiëntie bij opwek, maar induceren zelf ook verliezen omwille van het warmtetransport. Deze afweging moet gemaakt worden met oog op de duurzaamheid en de efficiëntie van de warmtebron, maar wordt hier niet verder beschouwd.

2 Omkadering

Men kan op basis van verschillende kenmerken **warmtenetten onderscheiden**. In de eerste plaats is er natuurlijk de warmtebron, die kan bestaan uit restwarmte, warmtepompen, ketels op basis van fossiele of hernieuwbare brandstoffen, zonne- en geothermische warmte en WKK. Een combinatie van deze bronnen is mogelijk, niet alleen in ruimte maar ook in tijd. In dit document zal het in de eerste plaats gekeken worden naar de mogelijkheden om warmtenetten te voeden worden door een WKK. De brandstof hiervan kan zowel fossiel als hernieuwbaar zijn.

Men spreekt daarnaast ook van 4 generaties warmtenetten: de eerste generatie werkte met stoom, de tweede met heet water onder hoge druk en de derde met warm water met een temperatuur tot 100°C. Bij de eerste twee generaties liggen de leidingen in betonnen kokers terwijl bij de derde generatie voorgeïsoleerde leidingen direct in de grond zijn te leggen. De vierde generatie warmtenetten werken op lagere temperaturen en die specifiek zijn ontworpen voor sterk geïsoleerde gebouwen met een laag warmteverbruik. WKK kan voor al deze generaties in warmte voorzien.

Men kan ook een onderscheid maken tussen centrales of warmtebronnen die vooral één grote (industriële) verbruiker bedienen, of andere die een netwerk aan woningen van warmte voorzien. Beide types komen aan bod in deze studie.

Er zijn **verschillende WKK-technologieën**, modellen en groottes op de markt die geschikt zijn voor warmtenetten. In de grote vermogens (tot enkele honderden MW) kunnen voornamelijk gas- en stoomturbines en STEG-centrales ingezet worden. Waar stoomturbines stoom leveren op relatief lage druk, en daarbij hoge thermische rendementen worden gehaald, worden bij gasturbines hoge drukken verkregen en hogere elektrische rendementen. De inwendige verbrandingsmotor is beschikbaar in een breed gamma vermogens, van de grootteorde van een kilowatt tot een 10-tal MW. De warmte uit de uitlaatgassen kan door middel van een recuperatieboiler worden aangewend voor de productie van lage-druk stoom of warm water.

Organische Rankine-cyclus (ORC)-installaties zijn in wezen slechts varianten op de klassieke stoomturbine-installaties, waarbij het medium een lagere verdampingswaarde heeft dan water (bv. butaan of ammoniak), zodat het systeem bij een beschikbaarheid van warmte op lagere temperatuur kan worden gebruikt en de warmterecuperatie worden verbeterd. Het elektrische vermogen ligt in het gebied van 2 kW-10MW.

Bio-WKK's werken op bestaande technologieën maar maken gebruik van niet-fossiele brandstoffen, die op een zo efficiënt mogelijke manier worden gebruikt voor de productie van warmte en elektriciteit. Biogas, verkregen uit vergassing of vergisting, kan worden aangewend in een gasmotor of een dual-fuel motor. Deze bio-brandstoffen zoals bio-olie of biodiesel kunnen rechtstreeks gebruikt worden in licht omgebouwde dieselmotoren. Door een vergroening van het gasnet kan WKK bovendien voor een efficiënte productie van groene warmte en stroom zorgen. We denken daarbij bijvoorbeeld aan de mogelijkheden van groen gas op basis van vergisting (biomethaan) of aan power-to-gas ontwikkelingen.

Een belangrijker onderscheid kan gemaakt worden naar **schaalgrootte en benadering**. De klassieke benadering, waarbij de WKK-installatie gedimensioneerd wordt op de warmtevraag, levert relatief gesproken kleinere installaties op: er wordt gekozen voor die grootte van installatie die voldoende draaiuren op vollast kan realiseren. Wanneer er geen warmtevraag is wordt er ook geen elektriciteit geproduceerd. Deze benadering komt overeen met installaties die beoogd worden in artikel 14.5 c van de EED. In Vlaanderen zien we dit soort installaties bijvoorbeeld in de industrie. Wel zien we meer en meer ont koppeling tussen instantane warmtevraag en de elektriciteitsproductie d.m.v. buffering.

Anderzijds kan men warmte-krachtkoppeling ook van de andere kant benaderen, hetgeen met in het buitenland (bijvoorbeeld Duitsland) vaker tegenkomt. Daarbij vertrekt men in principe van elektriciteitsproductie (zuivere elektriciteitscentrale), en tracht men vervolgens de totale brandstofbenutting van deze centrale op te krikken door, wanneer een warmtevraag bestaat, deze in te vullen ten koste van een beperkte daling in elektriciteitsproductie. Wanneer er geen warmtevraag is, wordt er echter nog steeds elektriciteit geproduceerd, daar de installatie in se een elektriciteitscentrale is. Deze benadering komt overeen met de installaties die beoogd worden in artikel 14.5 a en b van de EED. In Vlaanderen wordt dit soort WKK-installaties eerder gecombineerd met een stadsverwarmingsnet.

Deze studie zal kort de stand van zaken rond warmtenetten in Vlaanderen toelichten, waaronder de bestaande en geplande projecten en de bestaande regelgeving. Hierbij willen we vooral toetsen of het gebruik van WKK al dan niet werd overwogen. Uit de ervaringen van deze projecten werd een SWOT-analyse opgemaakt. Het doel hiervan is te focussen op de voor- en nadelen, kansen en hindernissen, voor WKK binnen de context van warmtenetten. Bij deze wordt dus geenszins een oordeel geveld over warmtenetten op zich; hiervoor zijn andere instanties bevoegd.

3 Warmtenetten in Vlaanderen

Hier wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste bestaande en een aantal geplande warmtenetten in Vlaanderen, waarbij vooral getoetst werd of WKK werd overwogen binnen het concept. De installaties worden opgedeeld in volgende groepen: afvalverbrandingsinstallaties, grote elektriciteitscentrales die hun warmte nuttig gebruiken, projecten met restwarmte, WKK en/of centrale stookplaats en verschillende afnemers en lokale projecten met één of enkele afnemers.

3.1 Afvalverbrandingsinstallaties

De installatie van **MIROM in Roeselare** recupereert de warmte uit afvalverbranding via een ketel tot oververhit water. Dit wordt deels geïnjecteerd in een stadsnet van 15 km lang voor de verwarming van verschillende grote gebouwen, het Heilig-Hartziekenhuis en enkele serres. De nieuwe woonwijk Licht en Ruimte zou in de toekomst ook worden verwarmd door restwarmte uit de verbrandingsoven, en verder zijn er plannen voor het verwarmen van een KMO-zone van 18ha. Op deze manier zullen deze woningen voldoen aan het (vanaf 2014) verplicht aandeel hernieuwbare energie. Er werd eind 2013 bovendien toestemming gegeven om een extra 4 km lang warmtenet aan te leggen naar een verkavelingsproject van 1000 nieuwe energie-efficiënte woningen, en naar het scholencomplex van Sint-Idesbald, dat vandaag verwarmt met stookolie. De regio's Roeselare en Hooglede hebben de ambitie om tegen 2050 CO₂-neutraal te zijn. Parallel wordt een deel van het warm water naar een ORC gestuurd voor de opwekking van elektriciteit. De overblijvende warmte aan de condensatiezijde van de ORC (40°C) kan mogelijk in serres worden gebruikt. De telers overwegen om bijkomend een WKK aan te sluiten op het net, om de winterpiek te helpen opvangen en om van de CO₂-bemesting te kunnen profiteren.

Bij **IVBO in Brugge** werd in 2012 een condensatieturbine geplaatst met een nominaal vermogen van 16 MWe die wordt uitgebaat op 12 MWe. De turbine heeft een stoomaftap, waarmee deels eigen warmtebehoefte worden gedekt, deels een afstandsverwarmingsnet van oververhit water (120/100°C) op minimum 8 bar wordt gevoed. Dit net van 11 km lang levert warmte aan een 11-tal publieke en industriële klanten. Een van de afnemers is het AZ Sint-Jan waar door middel van een adsorptiekoelmachine (voornamelijk in de zomer) ook koude geleverd wordt. Daarnaast wordt elektriciteit geproduceerd voor het net (ter waarde van de elektriciteit van 23.000 gezinnen). De dimensionering op 16 MWe is geïnspireerd op een maximale productie van elektriciteit en nul productie warmte. Met gelijk welke productiecombinatie warmte – elektriciteit wordt alle beschikbare energie ook daadwerkelijk gerecupereerd. Men zoekt momenteel naar uitbreidingsmogelijkheden met zowel nieuwe leveranciers als afnemers van warmte.

Ook in Oudenburg wordt getracht het groot potentieel aan restwarmte vanuit industriegebied Plassendale nuttig te gebruiken. Zowel de uitwisseling van warmte naar de glastuinbouw in de omgeving als warmtelevering aan het centrum of de haven van **Oostende** behoren tot de mogelijkheden. Zodra er aan de vraagzijde voldoende potentieel is gevonden, zullen mogelijke warmteleveranciers worden geïdentificeerd. Tot de mogelijkheden behoren de afvalverbrandingsovens van **IVOO**, bedrijven of appartementen met een centrale stookplaats, ...

Bij **IMOG** in **Harelbeke** wordt al jaren restwarmte gebruikt voor enerzijds de eigen bedrijfsgebouwen in Harelbeke en anderzijds de productie van elektriciteit in een stoomturbine (op jaarbasis goed voor zo'n 32.000 MWh). Door een aantal nieuwe technieken en nieuwe evoluties kon er intern bijkomende restwarmte worden vrijgemaakt. In de eerste plaats wordt er warmte geleverd voor vloerverwarming voor het drogen van beton in een nabijgelegen betonbedrijf. Daarnaast plant IMOG een warmtenet met een leiding richting Kuurne voor de verwarming van 350 energie-efficiënte woningen en 400 gezinswoningen, en een richting Harelbeke voor de verwarming van openbare gebouwen en nieuwe bouwprojecten.

De mogelijkheden voor een warmtenet gekoppeld aan de verbrandingsinstallatie van **IVM te Eeklo** werden ook onderzocht. Momenteel gebeurt de verbranding in een ketel met productie van 7 MW aan elektriciteit, waarbij 18 MW aan warmte verloren gaat. Deze zou kunnen aangewend worden voor de toelevering van het warmtenet. Door gebruik te maken van water op een lagere temperatuur in plaats van stoom of oververhit water, waardoor de tegendruk slechts weinig moet worden verhoogd, zou de efficiëntie van de elektriciteitsproductie hoger zijn. Het betreft de recuperatie van restwarmte onder de vorm van condensatiewarmte uit de condensor en rookgaswarmte uit de schouw.

Bij afvalverbrander **IVAGO** zorgt een stoomturbine enerzijds voor elektriciteit voor eigen gebruik in de gebouwen en installaties en een deel injectie op het net. Elektrisch gezien kan de installatie in "eiland" werken, wat betekent dat ze bij storingen of fouten langs de kant van het net loskoppelt en op zich blijft verder werken. Verder maakt een dieselgenerator het mogelijk om een "black start" te maken, na een volledige uitval en in afwezigheid van het net. Anderzijds wordt stoom geproduceerd voor eigen verbruik (verwarming gebouwen, voorverwarming lucht, ...) en voor levering naar het Universitair Ziekenhuis van **Gent** via een ondergrondse leiding (lengte 1.500 m). Het ontwerp van de installatie is dermate dat men steeds zal voldoen in het dekken van het eigen elektriciteitsverbruik op de site. De overige warmte kan aan **UZ** geleverd worden zodat de turbine gaat moduleren in functie van de vraag van **UZ**. Om dit mogelijk te maken werd dan ook gekozen voor twee aparte turbines op hoge en lage druk. De behoefte van het **UZ Gent** schommelt volgens de seizoenen. Op koude dagen kan **IVAGO** niet altijd voldoende stoom leveren, en op zomerdagen is er soms een overschot.

Verbrandingsinstallaties **Indaver** en **SLECO** op de site in Doel leveren momenteel al elektriciteit die op het net wordt geïnjecteerd en stoom die via een netwerk naar buurbedrijf Ineos gaat. Zes chemische bedrijven in de **Waaslandhaven** plannen een verder uitbouw van het gebruik van warmte van deze verbrandingsinstallaties door middel van het gemeenschappelijk warmtenetwerk 'Linkerscheldeoever'.

3.2 Grote elektriciteitscentrales die hun warmte nuttig gebruiken

In **Gent** stond een 55 MWe **STEG**-centrale van **EDF Luminus** aan de Ham (Dampoort) die restwarmte leverde via een stadsverwarmingsnet met oververhit water (90-130°C) aan grote gebouwcomplexen, zoals het ziekenhuis Sint-Lucas en enkele universiteitsgebouwen. Omdat de centrale de laatste tijd te weinig restwarmte levert om het net optimaal aan te drijven, werden recent twee nieuwe gasmotoren geplaatst.

Eveneens in de Gentse kanaalzone zal **Belgian Eco Energy (BEE)** een 200 MWe biomassa-centrale bouwen, die zal draaien op zowel chips van korte-omloophout als agrarische reststromen die per schip worden aangevoerd. **BEE** verwacht op termijn om 100 MW aan warmte in de vorm van water op 110°C te leveren, die zou worden gebruikt door omliggende industrie en in een warmtenet voor de stad **Gent**.

3.3 *Projecten met restwarmte, WKK en/of centrale stookplaats en verschillende afnemers*

POM West-Vlaanderen onderzoekt op verschillende plaatsen de mogelijkheden voor de aanleg van een warmtenet. In Wevelgem wordt de samenwerking tussen verschillende warmte-producerende bedrijven en industriële of openbare afnemers onderzocht, met mogelijk een afname van de WKK-warmte van Recticel voor het bedrijf Masureel. In midden West-Vlaanderen wordt gezocht naar de valorisatie van industriële restwarmte voor de glastuinbouw en naar een mogelijk lokaal warmtenet gevoed met warmte van A&S.

POM Limburg onderzoekt eveneens een aantal pistes. Op het bedrijventerrein Ravenshout werd de aanleg van een warmtenet onderzocht om restwarmte van industriële processen (van o.a. Bionerga) op te vangen en door te sturen naar andere bedrijven en omliggende woningen. Omdat Bionerga echter geen GSC meer krijgt, is de beslissing uitgesteld. Ook voor de wijk Genk-Zuid werd onderzoek gedaan maar daar bestaat momenteel nog onzekerheid over de bron en de afnemers. In Lanaken wordt de mogelijkheid van een warmtenet al dan niet in combinatie met een WKK onderzocht (mogelijkheid van een vergistere met lokale biomassastromen)

In **Antwerpen** zullen verschillende projecten tot stand komen. In de nieuwe woonwijk **Nieuw Zuid** komt vanaf midden 2016 het grootste warmtenet van het land: 2000 woningen voor 5000 inwoners worden vanuit één centrale verwarmd. Aanvankelijk gebeurt dit op basis van een stookplaats op aardgas. Binnen de 5 jaar na opstart zal de warmteproductie vergroenen met een warmtebron die op dat moment het best geschikt is. Op langere termijn wordt er overgeschakeld op grootschalige duurzame energie zoals de restwarmte van de industrie uit de omgeving. Voor **Antwerpen Luchtbal** wordt verder gewerkt aan de ontwikkeling van het warmteproject. Dit warmtenet zou op termijn op restwarmte uit de industrie draaien. Verschillende scenario's, waarvan enkele met WKK, worden momenteel overwogen als opstart voor de warmteproductie. Er zijn eveneens voorzieningen (reservatiestroken openbaar domein) voor een warmtenet in het kader van de stadsontwikkeling **Cadix (Eilandje)**. Voor de omgeving rond de slachthuissite wordt vanaf 2015 een haalbaarheidsstudie opgestart. De potentiële warmteproducenten op lange termijn zijn diverse havenbedrijven met warmte overschot uit productieprocessen. Voor alle projecten geldt dat decentrale productie (waaronder WKK) een belangrijke rol kunnen opnemen voor de opstart van het warmtenet maar ook op langere termijn.

Infrac beschikt al sedert 1996 over een warmtenet in **Diksmuide**. In een voormalige graanmaalderij werd een centrale stookplaats geïnstalleerd, die via een warmtenet een volledige wijk verwarmt (**Bloemmolens**).

Aalst beschikt al sinds de jaren '50 over een warmtenet, waarbij stoom geleverd werd door de WKK-turbines van de Aalstse elektriciteitscentrale. Het net leverde warmte aan de textiel- en voedingsnijverheid en aan de meeste appartementsgebouwen en veel eengezinswoningen in de stadskern. Dit werd stopgezet toen het niet meer rendabel was. Later werd een nieuwe centrale installatie van 2 MW gebouwd voor een warmwaternet naar twee gebouwen van de VMM, een administratieve gebouw van het OCMW en van 90 appartementen.

Op de oude stelplaats van **De Lijn** in **Genk ('Hof van Gan')** komen tussen de 200 en 300 wooneenheden, gebouwd in verschillende fasen. Ze zullen gevoed worden door een centrale stookplaats op basis van gasketels in combinatie met thermische zonnecollectoren.

De stad **Leuven** zoekt onder impuls van 'Leuven Klimaatneutraal' naar mogelijkheden voor de ontwikkeling van een warmtenet. Er worden momenteel verschillende pistes onderzocht, waaronder een mogelijke vergister bij Ecowerf die warmte zou kunnen leveren aan de Railway site en kesseldal; opstellen van een centrale stookplaats/WKK op de Bodart-site voor ontwikkelingen richting Arenberg

en het wetenschapspark, het gebruik van restwarmte van ABInbev, of het heringebruiknemen van de WKK van Sint-Maartensdal. Sommige bedrijven maken zich hier al klaar voor, zo is het project van Virix voor studentenhuysvesting zo geconcipeerd dat het kan aansluiten op een toekomstig warmtenet.

Ook in **Gent** denkt met verder na over een warmtenet in The Loop, dat ruimte biedt aan een groot aantal kantoren, woningen en bedrijven en waarop individuele gebruikers warmte kunnen injecteren of onttrekken.

In de **Kortrijkse** wijk "**De Venning**" worden bestaande woningen energetisch gerenoveerd en nieuwe lage energiewoningen gebouwd. Een nieuw wijkverwarmingsnet dat momenteel in aanbouw is zal draaien op een combinatie van houtchipsketel en bio-olie WKK, aangevuld met een back-up installatie op aardgas. Het warmtenet voedt zowel de woonwijk, met 114 individuele woningen, als vier appartementsblokken. Het project kadert binnen de herinrichting van de woonwijk tot CO2-neutrale wijk. Ook in Kortrijk wordt onderzocht of bedrijventerrein **Evolis** op een warmwaternet kan aangesloten worden, op restwarmte van een groenestroomcentrale.

3.4 Lokale projecten met één of enkele afnemers.

Stora Enso in **Langerbrugge** beschikt in zijn papierfabriek over twee bio-WKK centrales waar 200.000 ton intern slib en 360.000 ton externe biomassa omgezet worden in elektriciteit en proceswarmte. In 2015 zal gestart worden met de aanleg van een ondergrondse pijpleiding van 4 km (2 km heen en 2 km terug) om de gerecupereerde thermische procesenergie van de WKK af te voeren naar autofabriek Volvo Cars Gent, aan de andere kant van het zeekanaal Gent-Terneuzen. Het heet water zal daar gebruikt worden om de gebouwen en de spuitkabinen op de gewenste temperatuur te brengen.

Bij sociale woningmaatschappij **Dijledal** in **Leuven** is men gestart met een proefproject om warmte te onttrekken uit huishoudelijk afvalwater in riolen. Bedoeling van het nieuwe project is hiermee 93 wooneenheden te voorzien van verwarming en sanitair water. Het rioolwater dat voor het appartementsblok stroomt wordt opgevangen in een collector en vervolgens met persleidingen naar de kelder van het pand afgevoerd waar het door een warmtewisselaar stroomt. De onttrokken warmte voedt vervolgens een warmtepomp waarmee zowel het water uit de centrale verwarming als uit de waterleiding tot de gewenste temperaturen voor huishoudelijk gebruik wordt opgewarmd. Dijledal investeerde overigens in een nieuwe stookcentrale op aardgas die als back-up dient voor wanneer het systeem onvoldoende warmte zou produceren.

Recreatiepark **Molenheide** in **Houthalen-Helchteren** dekt de volledige warmte- en elektriciteitsbehoefte van de vakantiewoningen en overdekte accommodatie (o.a. zwembad) met de elektriciteit en restwarmte uit de bio-WKK op basis van biogas uit vergisters van een nabijgelegen agrarisch bedrijf.

In **Eeklo** levert een WKK op plantaardige olie elektriciteit aan het net en warmte aan het gebouw van de technische dienst en de aanpalende kringloopwinkel. Ecopower, de coöperatie die samen met de bevolking het windmolen project van de stad in de realiteit omzette, koppelt aan de WKK een warmteopslag. Zo kan de installatie de productie van de windmolens aanvullen wanneer daar behoefte aan is.

Bij het project **Zonnige Kempen** in **Herenthout** worden 12 laagenergiewoningen geïntegreerd in een woningblok. Sanitair warm water wordt geleverd door een collectieve zonneboiler, terwijl voor de resterende warmtevraag beroep wordt gedaan op een collectieve stookplaats bestaande uit een condenserende ketel en een WKK.

De campus **Gasthuisberg** in **Leuven** werd oorspronkelijk gevoed vanuit één centrale stookplaats met 4 ketels. De warmte wordt via een primair leidingnetwerk getransporteerd naar een 16-tal onderstations, waar de warmte overgedragen wordt aan secundaire netten. Op de campus staan ook twee gasmotoren en twee dieselmotoren (WKK), die gebruikt worden voor piekafvlakking gedurende 10 maanden per jaar. Het universitair ziekenhuis Sint-Rafaël is ook uitgerust met een dergelijk netwerk.

Op de luchthaven van **Zaventem** wordt een warmtenet gevoed door gasketels. Er bestaat de mogelijkheid om dit bestaande warmtenet te upgraden en verder uit te breiden. Op vlak van elektrische energiedistributie is een overgang gerealiseerd van een openbaar distributienet naar een gesloten distributienet. Men heeft een geïntegreerde visie ontwikkeld die verschillende decentrale bronnen en het elektrische verbruik van the Brussels Airport Company correleert. Deze analyse leert dat een 8 MW WKK geïntegreerd kan worden in de bestaande centrale warmteproductie in combinatie met de geplande 5MWp fotovoltaïsche panelen. Het stijgend aandeel van interne elektriciteitsproductie in het beperkt distributienet kan aanleiding geven tot een ongewenste verschuiving van distributienetkosten. Dit kan best vermeden worden door de versterking van de capaciteitsterm in de interne tarificatie-structuur. Ook de bestaande infrastructuur zou geoptimaliseerd worden, zoals door differentiatie van de temperatuurniveaus in het warmtenet.

In West-Vlaanderen worden door Infrac nog verschillende kleine warmtenetten uitgebaut. Dit zijn eigenlijk centrale stookplaatsen en/of installaties op gebouwniveau.

4 Relevante regelgeving

4.1 Europese Energie-efficiëntierichtlijn

De energie-efficiëntierichtlijn (2012/27/EU, verder EED) moet uiting geven aan een streven naar primaire-energiebesparing (PEB) op Europees niveau. Het spreekt voor zich dat WKK daarbinnen een belangrijke rol te vervullen heeft (in Vlaanderen was WKK in 2012 goed voor een PEB van ongeveer 9000 GWh¹). Waar WKK voorheen in een aparte richtlijn behandeld werd (2004/8/EG), werd dit nu mee opgenomen in de energie-efficiëntierichtlijn.

De belangrijkste bepalingen ter bevordering van kwalitatieve WKK in de EED zijn opgenomen in artikel 14. Dit artikel bepaalt dat elke lidstaat tegen 31 december 2015 een uitgebreide analyse moet uitvoeren over haar grondgebied naar waarin het potentieel van kwalitatieve WKK en efficiënte stadsverwarming- en koeling (14.1). In het kader daarvan dient een globale kosten-batenanalyse uitgevoerd te worden over het grondgebied om vast te stellen welke de meest hulpbronnenefficiënte en kostenefficiënte oplossingen zijn om aan de behoeften inzake verwarming en koeling te voldoen. Belangrijk hierbij is dat de lidstaten, voor zover mogelijk, rekening houden met vermeden externe kosten (externe baten zoals milieu- en gezondheidsvoordelen).

In het kader van de potentieelanalyse dient een warmtekaart opgesteld, die een overzicht geeft van de belangrijkste warmtevraag- en aanbodpunten. Hierbij wordt zowel de residentiële warmtevraag (vloeroppervlakte-index van ten minste 0,3) als de industriële warmtevraag (zone met totaal jaarlijks verwarmings- en koelingsgebruik van meer dan 20 GWh) beoogd.

Een dergelijke kaart kan voor de ontwikkeling van zowel warmtenetten, als van WKK een belangrijke meerwaarde betekenen. Het aanduiden van belangrijke warmtevraagpunten kan immers aanleiding geven tot nieuwe samenwerkingsverbanden:

¹ WKK inventaris 2012, VITO, “% WKK elektriciteit t.o.v. bruto binnenlands elektriciteitsverbruik”

Locaties waar verschillende warmtevraagpunten in elkaars buurt liggen kunnen aanleiding geven tot een centrale WKK-installatie waarbij de warmte verdeeld wordt via een warmtenet, daarbij gebruik maken van het schaalvoordeel en het uitvlakkend effect op de totale warmtevraag.

Een site met hoge warmtevraag maar beperkte elektriciteitsvraag kan in combinatie met een site met verhoogde elektriciteitsvraag een interessant profiel opleveren voor een WKK-installatie.

Potentieel interessante gebieden voor de uitrol van een warmtenet (op basis van vloeroppervlakte-index) kunnen gelokaliseerd worden.

Uiteraard dienen voor bovenstaande suggesties vaak nog een aantal andere hindernissen overwonnen die voor een bedrijfsgebonden installatie minder meespelen, zoals de eventuele noodzaak om het openbaar domein te dwarsen of te volgen.

Als potentiële warmte-aanbieders worden door de EED opgesomd:

Grote elektriciteitscentrales

Afvalverbrandingsinstallaties

Bestaande en geplande WKK-installaties.

Het valt echter ten zeerste aan te bevelen, in navolging van o.a. de Warmte-atlas in Nederland, ook een inschatting op te nemen van de industrieel beschikbare restwarmte.

Een erg belangrijk punt uit de EED, overgenomen in de resolutie betreffende warmtenetten, is het opleggen van een analyse van het potentieel van WKK en efficiënte stadsverwarmingsnetten. De potentieelstudie moet een technisch potentieel aanduiden, waaruit via de globale kosten-batenanalyse een economisch potentieel geëxtraheerd wordt.

Voor de bepaling van het economisch potentieel, op basis van de globale kosten-batenanalyse, is het van belang dat voldoende rekening wordt gehouden met de bepalingen onder Bijlage IX, deel 1, punten f,iv en g,i. Deze bepalen dat in de analyse sociaal-economische kosten en baten in rekening gebracht moeten worden, inclusief externe baten zoals milieu- en gezondheidsvoordelen.

4.2 Resolutie warmtenetten

Op 18/12/2013 werd het voorstel van resolutie betreffende de ontwikkeling van warmtenetten aangenomen door de plenaire vergadering van het Vlaams Parlement. De rationale voor deze resolutie wordt enerzijds gevonden in de EED, waarbinnen warmtenetten tezamen met WKK een belangrijke pijler vormen, en anderzijds in de verschillende voorbeelden in het buitenland waar warmtenetten en WKK-installaties op een succesvolle manier aangewend worden voor een energie-efficiënte warmtebelevering.

De resolutie stuurt aan op een ontwikkeling van warmtenetten binnen Vlaanderen, en vraagt daarom in 13 punten een aantal concrete zaken die hiertoe moeten bijdragen. Een deel hiervan vindt aansluiting bij de EED. Een belangrijke verdienste van de resolutie is tevens dat er, zoals ook de besluiten 'groene warmte' en 'restwarmte' deden, gewezen wordt op het belang van warmte in het energiebeleid.

4.3 Actieplan warmtenetten

De resolutie betreffende de ontwikkeling van warmtenetten vraagt een 'Actieplan warmtenetten' uit te werken met geschikte maatregelen voor de effectieve ontwikkeling van rendabele projecten op het vlak van stadsverwarming en –koeling en van hoogrenderende warmte-krachtkoppeling.

VEA heeft reeds aangegeven hiervoor geen apart actieplan te zullen voorzien, en de nodige acties op te nemen onder enerzijds het 'Actieplan groene energie' en anderzijds het 'Actieplan energie-efficiëntie'. Het nadeel van deze benadering is dat de acties weer uitgesplitst worden over twee verschillende trajecten met verschillende termijnen. Daarenboven wordt in het 'Actieplan groene energie' inzake warmtenetten quasi uitsluitend verwezen naar acties die verwezenlijkt moeten worden in het kader van de EED, en bijgevolg ook in het 'Actieplan energie-efficiëntie' zullen opgenomen worden. Ten slotte dient opgemerkt dat het 'Actieplan energie-efficiëntie' om aan bovenstaande te voldoen in principe verder zal moeten gaan de een loutere implementatie van de huidige EED. Behalve de vergunningsvoorwaarden (opgelegde individuele kosten-batenanalyse) zitten hierin immers weinig concrete maatregelen voor het stimuleren van hoogrenderende WKK.

5 Ondersteuning voor WKK in warmtenetten

Verschiedende ondersteuningsmechanismen zijn mogelijk voor de ontwikkeling van warmtenetten, zoals de 'Investeringssteun groene warmte, restwarmte en injectie van biomethaan' van VEA en de strategische ecologisteun van de Vlaamse Overheid.

Voor WKK wordt er op federaal niveau een vorm van investeringssteun gegeven onder de vorm van de verhoogde investeringsaftrek. Naast deze eenmalige investeringssteun, is er ook een voordeel op het gebied van exploitatie: energieproducten die gebruikt worden in een WKK-installatie zijn vrijgesteld van accijnzen, en voor injectie van de elektriciteit op het net wordt de installatie ook vrijgesteld van federale bijdrage op aardgas.

Op Vlaams niveau worden WKK-certificaten toegekend, zoals vastgelegd in het Energiedecreet en het Energiebesluit. Om in aanmerking te komen voor certificaten, moet een installatie kwalitatief zijn. Hiervoor wordt de relatieve primaire-energiebesparing (RPE) geëvalueerd. De RPE is gelijk aan de verhouding van de absolute primaire-energiebesparing of WKB tot de hoeveelheid brandstof die bij gescheiden opwekking nodig zou zijn. Het aantal WKK-certificaten dat een installatie staat in relatie tot de gerealiseerde warmte-krachtbesparing (in MWh). Wel is het zo dat bepaalde types van installaties, zoals bijvoorbeeld bepaalde afvalverbrandingsinstallaties, niet in aanmerking komen voor WKK-certificaten omdat zij o.w.v. niet aangepaste referentierementen als niet-kwalitatief beschouwd worden.

Warmte-krachtinstallaties die gebruik maken van hernieuwbare brandstoffen (biogas, plantaardige olie, houtafval ...) komen ook nog in aanmerking voor groenestroomcertificaten (GSC).

6 Case-studie: toepassing WKK in een warmtenet

6.1 Inleiding

De energetische en financiële meerwaarde van WKK wordt bestudeerd aan de hand van een analyse van de data van het MIP-project HEAT betreffende de haalbaarheid van een warmtenet aan Antwerpen Luchtbal. In de haalbaarheidsstudie veronderstelt men een uitkoppeling van warmte uit de Antwerpse haven vanaf 10 jaar na uitbouw van het warmtenet. Voor de warmtelevering gedurende de eerste 10 jaar na de uitbouw van het warmtenet worden er verschillende opties bekeken. Eén van deze opties bestaat uit een WKK, met een vermogen van 461 kWe, voorzien op één van de bedrijfsites die aangesloten zijn op het warmtenet. De elektriciteit geproduceerd door deze WKK zal voor een groot deel lokaal verbruikt kunnen worden. Het overige deel wordt op het net geïnjecteerd. De warmteproductie van de WKK-installatie is relatief beperkt ten aanzien van de totale warmtevraag. Een aardgasketel wordt gebruikt om de resterende warmtevraag te dekken en fungeert eveneens als back-up.

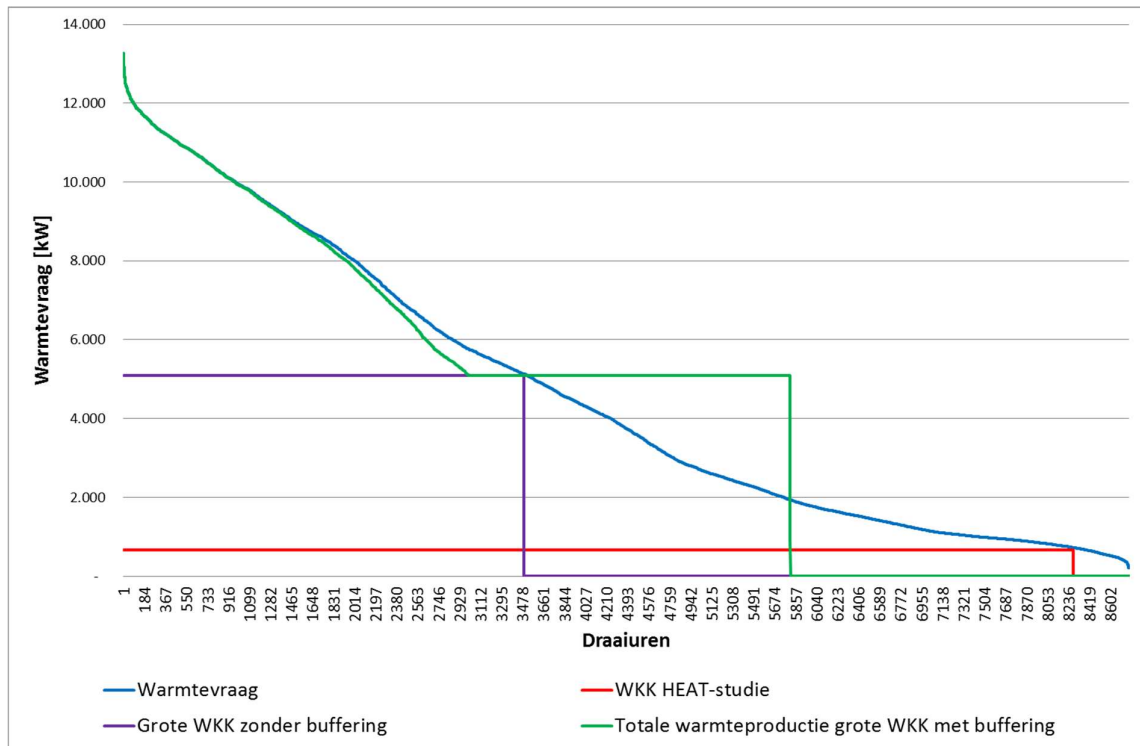
Terwijl de HEAT-studie als doel heeft om verschillende warmteproductietechnologieën onderling te vergelijken, wordt er hier enkel gefocust op het scenario met warmtelevering door een WKK. Hierbij wordt de WKK vergeleken met een referentiesituatie waarbij de warmtelevering enkel door een gasketel ingevuld wordt. Voor de energetische en financiële analyse wordt op uurbasis bepaald hoe de warmtevraag ingevuld wordt door de verschillende warmtebronnen (WKK, ketel en buffer) in functie van de dimensionering en het type sturing. Bij één type sturing wordt er rekening gehouden met de uurwaarden van de elektriciteitsprijs. Deze elektriciteitsprijs is gebaseerd op de Belpex-prijzen van 2013 verminderd met een marge voor de vermarkting (2,5% van de Belpex-prijs) van de elektriciteit en de injectietarieven. De thermische buffercapaciteit wordt beperkt tot de thermische energie dewelke de WKK kan produceren gedurende zes uren volcontinue draaien. Een grotere buffer zal, op basis van de gebruikte data en de genomen veronderstellingen, weinig bijkomende meerwaarde leveren.

Hoewel deze analyse grotendeels gebruik maakt van data en de parameters van de MIP-project HEAT, wordt hier voor bepaalde parameters van afgeweken om een specifieke analyse toe te laten. Het thermisch en elektrisch rendement en de investerings- en O&M-kost van de WKK zijn gebaseerd op de onrendabeletoppenberekeningen van het VEA2, net zoals de injectietarieven en de vermeden kost voor de elektriciteitsafname. De investeringskost en warmteverliezen van de buffer is gebaseerd op een offerte. De energetische en financiële analyse gebeurt voor een periode van 10 jaar.

² Rapport 2014/1 - Deel 1: rapport OT/Bf voor projecten met een startdatum vanaf 1 januari 2015 (Vlaams Energieagentschap)

6.2 Analyse

De jaarbelastingsduurcurve (JBDC) van de warmtevraag staat in Figuur 1 afgebeeld in het blauw. De WKK gebruikt in de HEAT-studie heeft een thermisch vermogen van 666 kW_{th}. De warmte geproduceerd door deze WKK – zonder buffering of modulatie – komt overeen met de oppervlakte onder de rode rechthoek. Zoals men kan zien is de WKK thermisch sterk ondergedimensioneerd waardoor deze slechts 14% van de totale warmtevraag zal invullen. Doordat de WKK slechts een klein aandeel van de warmtevraag invult zal de warmte-krachtbesparing ook relatief beperkt zijn. Dit komt omdat men ervoor gekozen heeft om de WKK te dimensioneren op de elektriciteitsvraag van het bedrijf zodat men slechts een beperkt aandeel elektriciteit moet injecteren in het net. Dit heeft wel als gevolg dat deze WKK meer dan 8000 uren per jaar kan draaien.



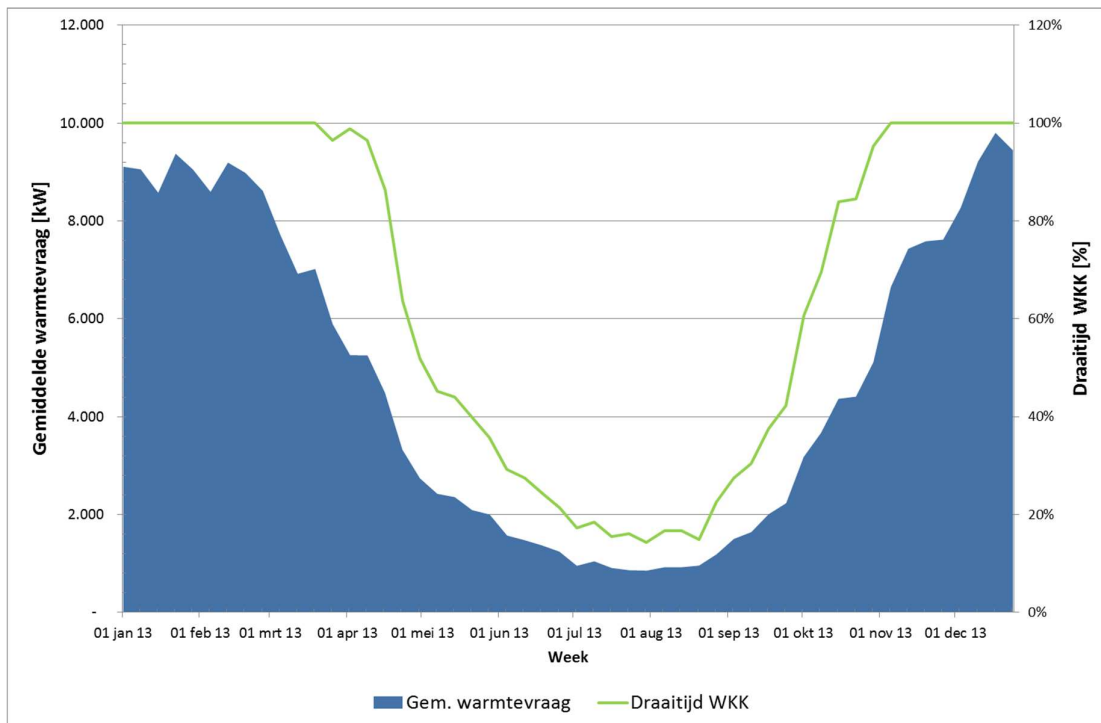
Figuur 1: JBDC van warmtevraag en warmteproductie

Indien men de WKK zou dimensioneren op de warmtevraag, waarbij de warmteproductie door de WKK gemaximaliseerd wordt, bekomt men een WKK met een thermisch vermogen van 5097 kW_{th}. In Figuur 1 komt de warmte geproduceerd door WKK gedimensioneerd op de warmtevraag overeen met de oppervlakte van de paarse rechthoek. Zonder dat men rekening houdt met buffering en modulatie zal deze WKK reeds 44% van de warmtevraag kunnen invullen.

In combinatie met een thermische buffer kan de WKK gedimensioneerd op de warmtevraag 73% van de totale warmtevraag invullen wat resulteert in een grote warmte-krachtbesparing. De totale warmteproductie van de WKK en de ketel komt in Figuur 1 overeen met de groene lijn.

De grotere WKK in combinatie met buffer zal er enerzijds voor zorgen dat de WKK veel minder moet draaien in perioden met een kleinere warmtevraag. In Figuur 2 kan men zien dat de WKK gedurende de maanden mei – oktober niet volcontinue moet draaien. Anderzijds zorgt de buffer ervoor dat de warmteproductie van de WKK – en bijgevolg ook de elektriciteitsproductie – in bepaalde mate losgekoppeld is van de warmtevraag. De flexibiliteit die hieruit volgt kan men gebruiken om de WKK te

laten draaien op de momenten waarop de elektriciteitsprijs het hoogst is. Hoe groter de WKK en de buffer zijn hoe meer flexibiliteit men heeft.



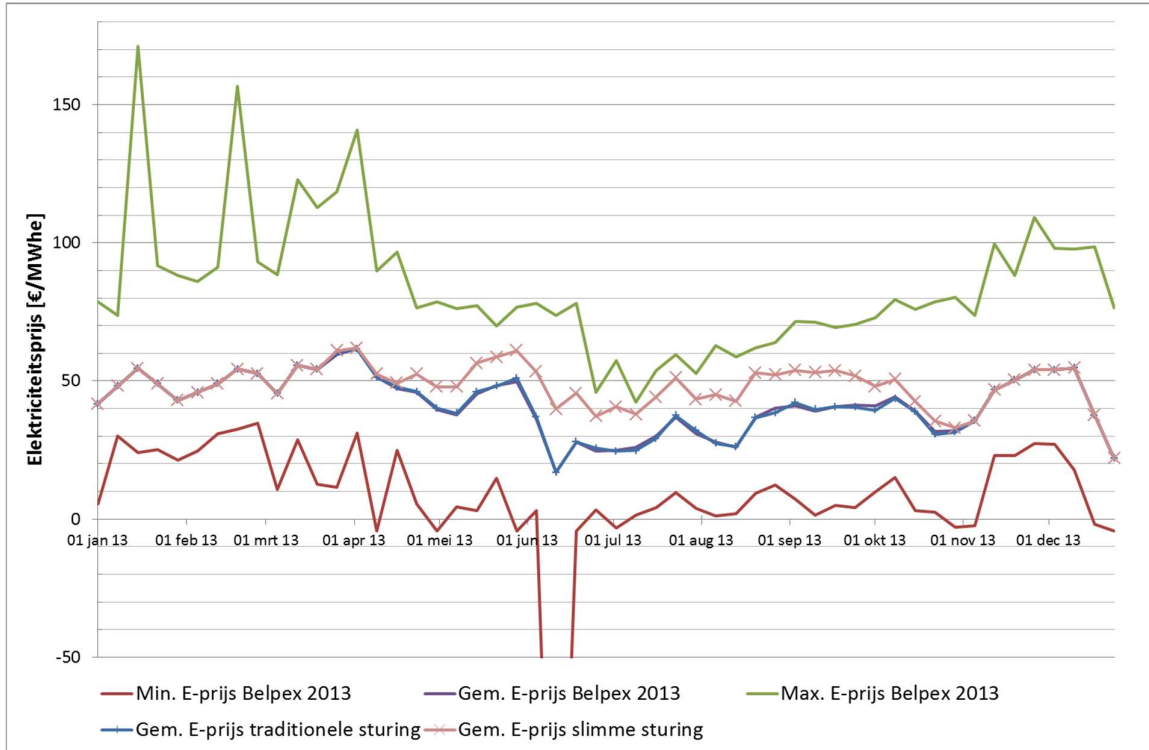
Figuur 2: De gemiddelde warmtevraag en de draaitijd van de WKK op weekbasis

In de simulaties vergelijken we twee verschillende types sturingen:

- **Traditionele sturing:** De WKK streeft naar een maximale warmte-krachtbesparing. De warmte die niet meteen verbruikt wordt, wordt opgeslagen in een thermische buffer, waarmee toekomstige warmtevraagpieken kunnen worden opgevangen. De WKK zal warmte produceren zolang er voldoende buffercapaciteit over blijft om voor één of meerdere bijkomende draaiuren warmte op te kunnen slaan. Om pendelen te minimaliseren kan ervoor gekozen worden om de WKK minstens voor één of meerdere uren te laten draaien.
- **Slimme sturing:** Op elk uur van het jaar wordt bepaald of het zinvol is om de WKK het komende uur te laten draaien in functie van de energie-inhoud van de warmtebuffer én zowel de warmtevraag als de elektriciteitsprijzen van de komende 24 uur. Hierbij tracht men de WKK te laten draaien op tijdstippen waarbij de waarde van de elektriciteit hoog is. Dit veronderstelt kennis van zowel de elektriciteitsprijzen als de warmtevraag. Met de flexibele Belpex Smart Orders zou het in principe mogelijk zijn om dit type buffering te gebruiken. Wanneer de elektriciteitsprijs lager is dan de marginale kost voor de productie van elektriciteit door de WKK, draait deze niet. Deze marginale elektriciteitsproductiekost bestaat uit de brandstof- en onderhoudskosten van de WKK verminderd met de opbrengsten van de geproduceerde warmte en de warmte-krachtcertificaten.

In Figuur 3 wordt de impact van deze optimale keuze van de draaiuren in functie van de elektriciteitsprijs (Belpex Day-ahead 2013) duidelijk gemaakt. De minimum, gemiddelde maximum elektriciteitsprijzen op weekbasis worden afgebeeld in Figuur 3. Eveneens zijn de weekgemiddelden van de elektriciteitsprijzen die een WKK verkrijgt met de traditionele en slimme sturing afgebeeld. Tijdens de periode dat WKK niet volcontinue moet produceren, nl. maanden april – oktober, slaagt de

WKK met de slimme sturing erin om een gemiddeld hogere elektriciteitsprijs te verkrijgen dan deze met een traditionele sturing. Daarentegen zal de WKK met de traditionele sturing een elektriciteitsprijs bekomen die dicht aanleunt bij de gemiddelde Belpex Day-ahead prijs.



Figuur 3: Elektriciteitsprijzen op weekbasis

De gemiddelde elektriciteitsprijs die de WKK verkrijgt op jaarbasis, in functie van het type sturing, wordt getoond Tabel 1. Hieruit kan men afleiden dat door een optimale keuze van de tijdstippen waarop de WKK draait in functie van de elektriciteitsprijs de WKK een 11% hogere elektriciteitsprijs kan verkrijgen. Het verschil tussen de gemiddelde elektriciteitsprijs van de WKK met traditionele sturing en het jaargemiddelde is te verklaren door de synchroniciteit tussen de warmtevraag en de elektriciteitsvraag – en bijgevolg de elektriciteitsprijs - op jaarbasis.

Tabel 1: Gemiddelde elektriciteitsprijs van de WKK op jaarbasis in functie van het type sturing

| | Jaar-gemiddelde | Traditionele sturing | Slimme sturing |
|--|-----------------|----------------------|----------------|
| Gemiddelde elektriciteitsprijs [€/MWh] | 41,7 | 45,1 | 50,1 |

6.3 Resultaten

In Tabel 2 vergelijken we de energetische en financiële resultaten van de WKK voor verschillende configuraties. In de eerste kolom hebben we de WKK-configuratie zoals deze gebruikt is in de HEAT-studie. De WKK is gedimensioneerd op de lokale elektriciteitsvraag. De WKK is uitgevoerd zonder buffer vermits de WKK reeds meer dan 8000 uren per jaar draait. Een buffer heeft hierbij enkel een negatieve impact op de rendabiliteit van het project door de hogere investeringskost. Het project heeft een hoge interne opbrengstvoet van 26%. De warmte-krachtbesparing is relatief beperkt.

De tweede kolom toont de resultaten voor een WKK die gedimensioneerd is op de warmtevraag, wat resulteert in een veel grotere WKK. Hierdoor stijgt het aandeel elektriciteit dat geïnjecteerd wordt in het net van 25% naar 92%. De WKK is uitgevoerd met een buffer om het aantal draaiuren te vergroten. De WKK wordt traditioneel gestuurd, zonder rekening te houden met de elektriciteitsprijzen. De warmte-krachtbesparing is bijna 7 keer groter dan in het geval van de WKK gedimensioneerd op de elektriciteitsvraag. De interne opbrengstvoet (10%) is lager, maar de netto contante waarde is gestegen van 821.000€ naar 1.190.000€.

Tabel 2: Energetische en financiële resultaten

| Dimensionering | | | Elektriciteitsvraag | Warmtevraag | Warmtevraag |
|-------------------------|--|-----|---------------------|--------------|-------------|
| Sturing | | | Zonder buffer | Traditioneel | Slim |
| Ketel | Warmteproductie [MWh/jaar] | | 35.058 | 11.118 | 12.581 |
| WKK | Elektrisch vermogen [kW] | | 461 | 4.180 | 4.180 |
| | Thermisch vermogen [kW] | | 666 | 5.097 | 5.097 |
| | Draaiuren [uur/jaar] | | 8.385 | 5.811 | 5.524 |
| | Warmteproductie [MWh/jaar] | | 5.581 | 29.619 | 28.156 |
| | Elektriciteitsproductie [MWh/jaar] | | 3.865 | 24.288 | 23.088 |
| | Warmte-krachtbesparing [MWh/jaar] | | 3.194 | 21.245 | 20.196 |
| | Aantal startstops [#jaar] | | 68 | 1.244 | 535 |
| | Gemiddelde elektriciteitsprijs [€/MWh] | | 42,0 | 45,1 | 50,1 |
| | Interne opbrengstvoet [%] | | 26% | 10% | 14% |
| | Netto contante waarde [€] | | 821.109 | 1.190.047 | 1.720.016 |
| Terugverdientijd [jaar] | | 3,5 | 6,0 | 5,3 | |

In de derde kolom hebben we ook een WKK gedimensioneerd op de warmtevraag in combinatie met een buffer. In tegenstelling tot de vorige configuratie houdt deze WKK wel rekening met de elektriciteitsprijzen. De WKK zal niet draaien wanneer de elektriciteitsprijs lager is dan de marginale elektriciteitskost. Hierdoor zal de WKK 5% minder draaiuren hebben wat resulteert in een proportioneel lagere warmte-krachtbesparing. Maar door het valoriseren van de aanwezige flexibiliteit van de WKK in de elektriciteitsmarkten heeft deze een hogere interne opbrengstvoet (14%) en levert het een bijkomende netto contante waarde van 530.000 € op.

Daarnaast merkt men in Tabel 2 op dat het aantal keer dat een WKK opstart per jaar bij een slimme sturing veel lager is dan bij de traditionele sturing. Dit komt omdat de slimme sturing draait in functie van de elektriciteitsprijzen die vaak meerdere uren na elkaar hoog is. Door bijkomende regeling bij de traditionele sturing kan men natuurlijk ook het pendelgedrag verminderen.

7 Sterkte-zwakteanalyse van WKK in warmtenetten

7.1 Sterktes

7.1.1 WKK realiseert een primaire energiebesparing, onafhankelijk van de brandstofkeuze.

Omdat een WKK gelijktijdig warmte en elektriciteit produceert vanuit dezelfde energiebron biedt ze een aantal voordelen. Het belangrijkste voordeel van WKK is de realisatie van een belangrijke primaire-energiebesparing. Deze besparing gaat gepaard met een verminderde uitstoot van emissies (broeikasgassen, ...), maar levert ook een bijdrage aan een verhoogde leveringszekerheid: wanneer efficiënter wordt omgesprongen met primaire energie, dient minder energie geïmporteerd te worden.

Hierbij moet men zich realiseren dat WKK een efficiënte omzettingmethode is, die onafhankelijk is van de energiebron. WKK toepassingen zijn beschikbaar voor zowel fossiele als hernieuwbare bronnen. De technologie is dus niet afhankelijk van één bepaalde grondstof die onderhevig is aan fluctuaties in prijs en beschikbaarheid. Omdat ook hernieuwbare energiebronnen zoals biomassa en biobrandstoffen schaars zijn, dienen ze efficiënt te worden aangewend.

Wanneer men voor een warmtenet voor een bepaalde energiebron kiest die geen fatale restwarmte is, of het nu om afvalverbranding, gas, biomassa of biobrandstoffen gaat, zal men deze optimaal benutten door gebruik te maken van een WKK-installatie.

7.1.2 WKK vormt een flexibele overgangsmaatregel

Hoewel 'zuivere' restwarmte in principe maximaal aangewend moet worden vooraleer gebruik te maken van warmte-krachtkoppeling op niet-duurzame bronnen, kan een (fossiele) WKK toch faciliterend werken voor een restwarmte-project. In een warmtenet zijn de warmteproducent en de warmteafnemer immers van elkaar afhankelijk, en moeten qua planning perfect op elkaar zijn afgestemd. Men ziet immers vaak dat restwarmtebenutting een 'kip-of-het-ei'-situatie oplevert. De uitkoppeling van warmte uit industriële processen vergt immers vaak nieuwe investeringen en bijkomende lasten voor bedrijven die warmtelevering niet als hoofdzaak beschouwen. Zij zullen hier maar toe overgaan indien de rentabiliteit van de investering gegarandeerd kan worden door een gegarandeerde afname. Dit vergt een bestaand warmtenet met voldoende afnemers.

Een warmtenet met een groot aantal afnemers wordt echter niet van de ene dag op de andere gerealiseerd. Er is m.a.w. een overgangperiode waarin het warmtenet aangelegd en uitgebreid wordt, zonder dat er onmiddellijk restwarmte geleverd wordt.

In dergelijke gevallen vormt een WKK een zinvolle investering om de duurzaamheid van de geleverde warmte in het tussenstadium op te krikken. Het alternatief is immers vaak een warmtevoorziening op basis van gasketels, waarbij kostbare exergie verloren gaat aan een toepassing van laagwaardige warmte. Daarnaast zal een dergelijke investering ook plaatsvinden in een gebied met een toenemende bezetting. Indien bijkomende investeringen voor aansluitcapaciteit noodzakelijk zijn, zullen ze bijgevolg ook op langere termijn nuttig blijven.

7.1.3 WKK zorgt voor investeringszekerheid voor het warmtenet op lange termijn

Omgekeerd bestaat de kans dat een bron van restwarmte op termijn niet beschikbaar meer is, doordat de toekomst van bedrijven die restwarmte leveren onzeker is op lange termijn, of doordat de hoeveelheid restwarmte vermindert door veranderingen in het proces of in de efficiëntie. In dat geval kan WKK voor een deel van de warmtelevering zorgen, zodat de investering in het warmtenet zeker niet verloren gaat.

7.1.4 WKK kan gedimensioneerd worden op de specifieke warmtevraag

Een warmtenet maakt de koppeling mogelijk tussen het warmte-aanbod en de warmtebehoefte. Deze koppeling moet overeenstemmen inzake:

- Aard van de warmte (temperaturen, medium, druk)
- Capaciteit (piek, verbruik, variaties)
- Betrouwbaarheid van levering
- Leveringsduur en toekomstverwachting
- Afstanden
- Timing
- Aantrekkelijk zijn inzake kosten/opbrengsten voor alle partijen

De levering moet passend zijn qua capaciteit, maar er dient ook voldoende verbruik te zijn om de kostprijs van een warmtenet (investering en exploitatie) te kunnen dekken. De profielen van aanbod en afname moeten op elkaar passen, volgens dag/nacht en seizoensritme; eventueel is buffering noodzakelijk.

WKK is hierbij een flexibele warmtebron, waarbij de keuze kan gemaakt worden in aard van de warmte, capaciteit, betrouwbaarheid, timing en afstand.

7.1.5 Eigen elektriciteitsproductie

Naast warmte levert WKK natuurlijk ook elektriciteit. Deze kan deels gebruikt worden voor het eigen gebruik van het warmtenet (circulatiepompen) of om de elektriciteitsbehoefte van de warmteafnemer te dekken. Zo kunnen projecten erin slagen om 100% in hun eigen energiebehoefte te voorzien. Overschotten aan elektriciteit kunnen geïnjecteerd worden in het net.

7.1.6 Flexibele elektriciteitsproductie

Zoals aangetoond in punt 6, is het daarenboven mogelijk om flexibel in te spelen op de elektriciteitsmarkt door gebruik te maken van buffering. Deze flexibiliteit komt allereerst het warmteproject ten goede, gezien de opbrengst van de elektriciteitsproductie verhoogd kan worden, maar anderzijds komt dit ook de verdere ontwikkeling van hernieuwbare energie ten goede. Intermitterende bronnen zoals wind en PV creëren immers een nood aan flexibele productiemogelijkheden. Deze nood kan in zekere mate golenigd worden door flexibele WKK-installaties, en toepassing op warm water (i.t.t. stoom) zijn hiervoor bij uitstek geschikt.

7.2 Zwaktes

7.2.1 Verlies aan elektriciteitsproductie

Fatale restwarmte uit elektriciteitsproductie is doorgaans enkel beschikbaar op erg lage temperaturen, die geen nuttige toepassing meer kennen. Wanneer een deel van de warmte uit de centrale wordt uitgekoppeld om de juiste temperatuur te leveren, gaat dat ten koste van een beperkte hoeveelheid elektriciteitsproductie. Door echter een kleine hoeveelheid elektriciteit in te leveren zal een WKK-installatie een in verhouding veel grotere hoeveelheid bruikbare warmte kunnen leveren.

Gemiddeld kan men stellen dat een WKK (stoomturbine) die 1 eenheid elektriciteit inlevert, men 6 tot 10 keer die hoeveelheid warmte kan leveren.³ Men verwacht zelfs dat dit nog zal verbeteren met warmtenetten op lagere temperaturen. Soms wordt WKK vergeleken met een warmtepomp, omdat ze beide elektriciteit 'inleveren' om de temperatuur te verhogen tot een nuttig niveau. Een huishoudelijke

³ Dit is dus een COP – Coefficient of Performance – van 6 tot 10.

warmtepomp zal echter slechts 3 tot 4 eenheden lage-temperatuurwarmte kunnen leveren per eenheid elektriciteit.

Bij andere types WKK, zoals verbrandingsmotoren, wordt warmte vrijgegeven op temperaturen die direct bruikbaar zijn in gebouwen. In dat geval blijft de elektriciteitsproductie ongeacht de afname van warmte op hetzelfde niveau.

7.2.2 Competitie tussen elektriciteits- en warmteproductie

WKK is een zeer flexibele bron van zowel warmte als elektriciteit. Wanneer men scenario's veronderstelt met een groot aandeel hernieuwbare intermitterende bronnen, zal WKK een belangrijke rol spelen om pieken in de vraag naar elektriciteit op te vangen. In dergelijke scenario's zal de WKK wellicht minder vollasturen realiseren. Buffering speelt dan een belangrijke rol om zoveel mogelijk nuttige warmte te kunnen leveren.

7.2.3 Meerkost / investering bij de opstart

Wanneer de plaatsing van een WKK wordt overwogen als alternatief voor een ketel, zorgt dit voor een grotere investeringskost. Een backup-ketel blijft noodzakelijk. Voor investeerders kan dit een extra drempel zijn. Uiteindelijk is de belangrijkste randvoorwaarde voor een privé-investeerder niet de CO₂-reductie; maar moet er een duidelijk toegevoegde economische waarde zijn voor de partijen die erbij betrokken zijn. De randvoorwaarden van het project bepalen dan of de WKK-installatie als rendabel genoeg beschouwd zal worden. Zoals aangetoond onder punt 6, zijn rendabele toepassingen zeker mogelijk in de context van een warmtenet, en zeker wanneer men rekening houdt met de relatief lage rendabiliteit (op korte termijn) van warmtenetprojecten in het algemeen.

7.2.4 WKK voegt extra complexiteit toe

Het aanleggen en exploiteren van warmtenetten is complex, met verschillende partners en contracten tussen aanbieders en afnemers van warmte. In de praktijk gebeurt het bijvoorbeeld dat er meerdere projectontwikkelaars vanuit een centrale stookplaats hun gebouwen van warmte willen voorzien, maar dat niemand van de projectontwikkelaars de stookplaats in eigendom wil nemen. Ook een gegronde en marktconforme tarifiering, bijvoorbeeld volgens het 'niet meer dan anders' principe, vormt een grote uitdaging.

In Vlaanderen wordt hiervoor in verschillende projecten naar een oplossing gezocht, maar de ervaring moet in veel projecten nog worden opgebouwd. Juist doordat het een nieuw concept is, zijn mogelijke investeerders risico-avers. Hierbij wordt dan opgemerkt dat WKK een extra complexiteit en onzekerheid toevoegt aan het project, doordat deze partij niet enkel verantwoordelijk wordt voor de verdeling/verkoop van warmte, maar ook van elektriciteit. In het huidige stadium van expertise in warmtenetten in Vlaanderen is deze bijkomende stap soms net een brug te ver, en wordt gekozen voor een eenvoudigere oplossing met ketel.

7.2.5 Erkenning kwalitatieve WKK

Wanneer een WKK-toepassing gedimensioneerd wordt op de warmtevraag van een warmtenet, zal deze enkel draaien wanneer de geproduceerde warmte nuttig gebruikt kan worden (al dan niet door gebruik te maken van buffering). Wanneer echter een elektriciteitscentrale de mogelijkheid voorziet om warmte te leveren wanneer er vraag naar is, is de situatie echter verschillend. De installatie zal immers in eerste instantie gestuurd worden door de elektriciteitsvraag, en zal bijvoorbeeld ook draaien op momenten dat er geen warmtevraag is. Daarnaast zijn de thermische vermogens van die aard, dat in de meeste gevallen slechts een beperkte hoeveelheid van de restwarmte vermeden kan worden. De huidige regelgeving laat niet toe dat er een erkenning als kwalitatieve WKK verkregen wordt voor

deze beperkte levering van warmte. Het verlies aan elektriciteitsproductie kan dus enkel gecompenseerd worden door de verkoop van de warmte. Wanneer het daarenboven om een groene elektriciteitscentrale gaat (bijvoorbeeld biomassa), levert de centrale ook in op het aantal groenestroomcertificaten. Wanneer dit niet gecompenseerd wordt door warmte-krachtcertificaten, komt de rendabiliteit van een dergelijk project sterk in het gedrang.

7.2.6 Juiste fasering is niet eenvoudig

Bij aanleg van nieuwe woonwijken of KMO-zones zal het lang duren eer alle gebouwen geplaatst zijn, en vaak heeft men hier bij aanvang van het project zelfs geen volledig zicht op. Waar bij een overschot aan restwarmte enkel die hoeveelheid gebruikt kan worden die men nodig heeft, zal een WKK bij plaatsing op een bepaalde warmtevraag moeten gedimensioneerd worden. De WKK zal in het begin overgedimensioneerd zijn, zal soms overgedimensioneerd blijven en zal in andere gevallen te klein blijken te zijn. Dit geldt zeker voor grote WKK-projecten (turbinettechnologieën).

Uiteraard kan tijdens de opbouwfase van het warmtenet wel gebruik gemaakt worden van kleinere installaties op basis van verbrandingsmotoren. Deze kunnen later vervangen worden door grotere, meer efficiënte installaties, en beschikbaar blijven voor backup-capaciteit of om aan de piekvraag te voldoen.

Vaak worden grote warmtenetten opgebouwd uit meerdere kleine die gevoed werden door kleinere WKK's. Wanneer deze installaties inderdaad behouden blijven als backup, bieden ze bovendien het voordeel dat ze geografisch verspreid liggen en dus meer flexibiliteit en risico-spreiding bieden.

7.3 Kansen

7.3.1 WKK, gekoppeld aan warmtenetten en –buffers kan flexibel inspelen op de beschikbaarheid van intermitterende hernieuwbare energiebronnen.

De productie van elektriciteit door WKK is stabiel, flexibel en stuurbaar. Onze voornaamste hernieuwbare bronnen – zon en wind – hebben een intermitterend karakter, ze produceren enkel bij zonneschijn of wind, en zijn dus bij momenten beschikbaar en dan weer niet beschikbaar. Omdat WKK veelal draait wanneer er ook een elektriciteitsvraag is, speelt het een belangrijke net-ondersteunende rol. En omdat WKK bovendien in belangrijke mate stuurbaar is biedt het veel potentieel voor een duurzame aanvulling op en ondersteuning van intermitterende hernieuwbare energiebronnen. Dergelijke flexibel inzetbare eenheden kunnen zo in de komende jaren bijdragen aan het verzekeren van de bevoorradingszekerheid. Zo ondersteunt het flexibel WKK-vermogen in de glastuinbouw nu al het balanceren van vraag en aanbod in Vlaanderen.

Deze mogelijkheid bestaat zowel op zeer kleine schaal voor het balanceren van eigen productie en vraag; als op grote schaal om de frequentie en spanning van het transmissienet op peil te houden en het evenwicht en de congesties te beheren.

Dit voordeel is in het bijzonder relevant voor warmtenetten, die uit zichzelf of door middel van buffers het vermogen hebben om warmte op te slaan. Door warmte of elektriciteit te produceren naargelang de vraag kan WKK nog flexibeler ingezet worden.

Daarenboven geldt dat de productie van elektriciteit uit WKK erg synchroon loopt met de vraag naar elektriciteit. Beide nemen immers toe met lagere temperaturen. Bij een verdere elektrificatie, ook van onze warmtevoorziening (warmtepompen), zal dit enkel toenemen in belang. Wanneer op een koude winterochtend belangrijke hoeveelheden elektriciteit gevraagd zouden worden door vele warmtepomptoeepassingen, is het van belang dat een deel van deze piekvraag ingevuld kan worden door WKK-installaties die op hetzelfde moment actief zijn.

We gaan mogelijk nog een stap verder bij de ontwikkeling van power-to-gas, waarbij overschotten aan groene stroom gebruikt worden om waterstof te produceren, een flexibele en milieuvriendelijke energiedrager die als buffering van energie kan dienen. De geproduceerde waterstof kan in periodes van lagere elektriciteitsproductie met brandstofcellen terug naar elektriciteit en warmte omgezet worden, of omgezet worden in 'groen' methaan voor toepassing in bijvoorbeeld een WKK.

7.3.2 ESCO's

Derdepartijfinanciering door ESCO's (Energy Service Company) vindt steeds meer opmars in Vlaanderen, en kan een groot deel van de eerder beschreven zwaktes opvangen. Alle kosten en lasten worden immers gedragen door deze derde partij, die de nodige kennis en expertise in huis heeft, en de eindgebruiker moet enkel betalen voor de elektriciteit en warmte die door de ESCO worden geproduceerd en geleverd.

7.3.3 WKK past goed in de nieuwe generatie warmtenetten

Omdat woningen meer en meer geïsoleerd zullen worden in de toekomst, zou de warmtevraag voor verwarming, zeker in nieuwbouwwijken, kunnen dalen. Nochtans zijn het net deze nieuwbouwwijken waar overwogen wordt om warmtenetten tijdens de bouwfase aan te leggen. Dit lijkt een paradox te zijn. Nochtans is dit niet zo, want een verhoogde energie-efficiëntie gaat doorgaans gepaard met een rebound-effect (hogere gemiddelde binnentemperaturen). Bovendien wordt de lagere warmtevraag per wooneenheid deels gecompenseerd door een (noodzakelijke) hogere dichtheid van wooneenheden. Ten slotte blijft de vraag naar sanitair warm water blijft steeds bestaan en neemt zelfs toe. Deze vraag is op zich relatief beperkt, maar heeft anderzijds doorheen het jaar wel een constanter profiel dan de warmtevraag voor ruimteverwarming.

Deze meer geïsoleerde woningen maken de toepassing van warmtenetten dus geenszins overbodig, en zeker niet wanneer deze gevoed worden door WKK. Verhoogde isolatie geeft immers aanleiding tot lagere aanvoer- en retourtemperaturen (gebruik van lagetemperatuursystemen), wat automatisch een rendementsverhogend effect heeft op zowel het warmtetransport als de warmtebenutting in de WKK-installatie.

Het verlies aan elektriciteitsproductie van WKK t.o.v. zuivere elektriciteitsproductie (zie 7.2.1), dat aanzienlijk kan zijn bij hoge temperaturen, is bij het gebruik van lage temperaturen in deze netten ook minimaal.

7.3.4 Koppeling met slimme elektriciteitsnetten

Warmtenetten worden steeds slimmer ontworpen en kunnen op die manier ook zinvol bijdragen aan een slim elektriciteitsnet. Warmtenetten zijn flexibel door bijvoorbeeld het gebruik van een warmtebuffer, maar ook door inpassing van flexibele WKK, en kunnen zo de warmtelevering blijven garanderen. Het is ook mogelijk om stroomoverschotten op te slaan in warmte. Hierbij denken we ook aan de ontwikkeling van power-to-gas, waarbij overschotten aan groene stroom gebruikt worden om waterstof te produceren, een flexibele en milieuvriendelijke energie-drager die als buffering van energie kan dienen.

WKK vormt dus een logische koppeling tussen slimme warmte- en slimme elektriciteitsnetten. Op termijn zien we evoluties naar slimme netten waarin elektriciteit, warmte, koude en gas zullen opereren in een geïntegreerd systeem, waarbij bijvoorbeeld opslag bij voorkeur gebeurt in de warmte- en gasnetten.

7.4 Bedreigingen

7.4.1 Negatieve connotatie rond het gebruik van aardgas

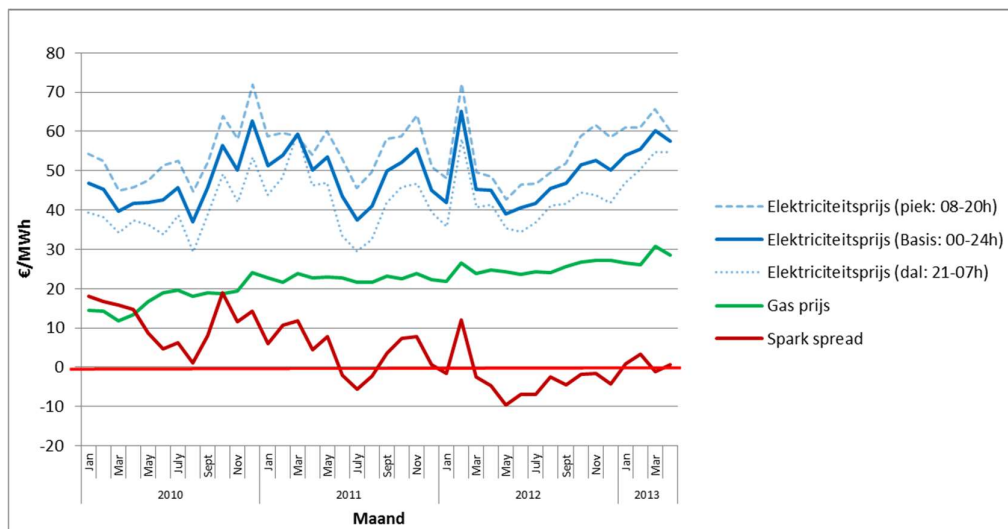
Op lange termijn streven Vlaanderen en Europa naar een groot aandeel hernieuwbare bronnen in onze energie-voorziening. Daarbij zal WKK een belangrijke rol moeten spelen voor het efficiënt omzetten van beperkte bronnen zoals biomassa, biogas of syngas.

Zolang dit scenario niet bereikt kan worden, moet de overheid inzetten op een zinvolle mix van hernieuwbare energiebronnen en flexibel regelbaar vermogen. Ook op project-niveau is het belangrijk om te streven naar een zo groot mogelijke energiebesparing, zo weinig mogelijk emissies van CO₂ en andere pollutanten en een zo laag mogelijke impact op de directe omgeving. Dit komt in de huidige energetische context echter niet steeds overeen met een 100% hernieuwbaar project. Nochtans is dit in de perceptie van projectontwikkelaars en de publieke opinie wel vaak het streefdoel, bijvoorbeeld nieuwe eco-woonzones, KMO-zones die zich willen onderscheiden op de markt door '100% hernieuwbaar' of 'energie-neutraal' te zijn; steden die ernaar streven om klimaatneutraal te zijn binnen een 15-tal jaar...

Hierbij wordt de systeemimpact verder niet onderzocht. Een 'energie-neutraal' concept dat steunt op de productie van grote hoeveelheden elektriciteit in de zomer en het onttrekken van grote hoeveelheden elektriciteit in de winter zorgt op beide momenten voor een grote belasting van het energiesysteem. De impact hiervan zou meegenomen moeten worden in een globale analyse, en vertaald moeten worden in correcte *incentives* op projectniveau. Dat is momenteel niet het geval, wat maakt dat (fossiele)WKK soms niet wordt onderzocht in nieuwe projecten, hoewel het energetisch gezien en naar impact op emissies en omgeving in de realiteit wel de beste oplossing kan zijn.

7.4.2 Onzekerheid energieprijzen

De rendabiliteit van een WKK-project zal in grote mate afhangen van de *spark spread*, dus het verschil tussen de opbrengst van elektriciteit en de kost voor de benodigde brandstof (veelal aardgas). De *spark spread* voor gas is zeer variabel, zoals blijkt uit historische gegevens. Helaas kan men de toekomstige *spark spread* over de hele looptijd van het project niet voorspellen, daarom kijkt men naar de huidige energieprijzen bij het berekenen van de terugverdientijd. Omdat de laatste jaren deze *spark spread* zeer klein tot negatief is, wordt er niet gemakkelijk geïnvesteerd in WKK.



Figuur 4: Elektriciteits- en gasprijs en spark spread in België.

Men moet wel rekening houden met een aantal bijkomende factoren die de *spark spread* voor een individueel project zullen beïnvloeden, voor men een beslissing neemt i.v.m. een potentiële investering. Zo is er een verschil tussen piek- en dalprijs, moet men rekening houden met de werkelijke efficiëntie van een installatie (bovenstaande *spark spread* is gebaseerd op 50% efficiëntie van een STEG) en verschillen elektriciteits- en gasprijzen sterk naargelang de grootte van de installatie (vanwege taxen).

7.4.3 Elektriciteitsprijs bij injectie

Naast de bovenstaande schommelingen van de elektriciteitsprijs, hangt deze ook af van nettarieven. Wanneer de geproduceerde elektriciteit zelf wordt verbruikt, wordt deze gewaardeerd aan de vermeden aankoopprijs van elektriciteit. Dit is veel meer dan de prijs die men kan krijgen voor injectie van elektriciteit op het net.

De grootste besparing kan dus gerealiseerd worden wanneer zo veel mogelijk elektriciteit zelf verbruikt wordt, en niet geïnjecteerd op het net. Een goede afstemming tussen elektriciteitsvraag en potentiële warmtelevering is dus zeker cruciaal. Daarom wordt de WKK soms enkel gedimensioneerd op de eigen elektriciteitsvraag, en wordt er voor de resterende warmtevraag naar andere warmtebronnen gekeken om het warmtenet te voeden.

Nochtans is het kort door de bocht om WKK voor elektriciteitsproductie die geïnjecteerd wordt van bij de start uit te sluiten. Dit zal van project tot project afhangen, van de *spark spread* op dat moment en in de toekomst (zie hoger), en van individuele opportuniteiten die men kan verzilveren. We verwijzen hiervoor nogmaals naar het voorbeeld onder hoofdstuk 6. Opportuniteiten kunnen gecreëerd worden door flexibel inzetten van WKK en het verkopen van elektriciteit op de imbalance, day ahead of intraday markt. We verwachten dat dit in de toekomst nog belangrijker zal worden en meer gevalideerd zal worden, door de grote nood van o.a. netbeheerders aan flexibel inzetbare eenheden om het evenwicht op de netten te bewaren.

7.4.4 Regulering elektriciteitsverkoop

Zelfs wanneer er binnen een project de mogelijkheid bestaat om de geproduceerde elektriciteit zelf te gebruiken, is dit niet steeds mogelijk vanwege specifieke regelgeving.

In het huidige regulatorische kader van de geliberaliseerde energiemarkt is het voor netbeheerders verboden om elektriciteit te produceren en/of verkopen. Dit impliceert dat de toepassing van WKK voor netbeheerders, die vaak trekkers zijn in projecten rond warmtenetten (zie overzicht), deze de facto uitgesloten is. Daarom worden in dergelijke projecten ketels verkozen boven WKK.

Door de vrije keuze van elektriciteitsleverancier is de verkoop van elektriciteit in appartementsgebouwen niet mogelijk; de door de WKK geproduceerde elektriciteit kan dus enkel rechtstreeks worden gebruikt voor de gemeenschappelijke ruimtes in appartementsgebouwen.

Een WKK-installatie wordt idealiter zo dicht mogelijk bij de warmtevraag geplaatst. Indien hier geen voldoende hoog elektriciteitsverbruik is, bestaat in vele gevallen de mogelijkheid tot de aanleg van een directe elektriciteitslijn tussen de producent en een nabijgelegen afnemer met een grotere elektriciteitsvraag. In de praktijk zal de aanleg van een dergelijke directe lijn echter veelal niet mogelijk zijn. Het plaatsen van de WKK bij de elektriciteitsverbruiker en het aanleggen van een warmteleiding is dan vaak weer wel mogelijk. Maatschappelijk is het resultaat hetzelfde, maar de projectkost wordt hierdoor heel wat hoger. Wellicht dient in deze context naar een oplossing gezocht te worden tussen alle betrokken partijen (verbruikers, netbeheerders, overheid).

7.4.5 Reeds geïnstalleerde recuperatie van warmte bij verbrandingsinstallaties

Volgens de Vlarem-wetgeving zijn verbrandingsinrichtingen voor afvalstoffen verplicht om de warmte die door het verbrandings- of meeverbrandingsproces wordt opgewekt, volgens de beste beschikbare technieken zo veel mogelijk nuttig te gebruiken. Daardoor hebben veel afvalverbrandingsinstallaties reeds geïnvesteerd in warmterecuperatie voor elektriciteitsproductie, en zoeken ze momenteel (door de stijgende interesse in warmtenetten) parallel hiermee naar bijkomende afname van hun warmte in een (stads)verwarmingsnet.

Hoewel energetisch gezien een WKK hierbij de beste oplossing is, wordt er niet terug geïnvesteerd in het plaatsen van een (nieuwe) WKK.

Omdat in Vlaanderen, zoals bleek uit het overzicht van de bestaande installaties, veel ervaring werd opgebouwd rond warmtenetten op basis van verbrandingsinstallaties, kan zo de perceptie ontstaan dat WKK hierbij geen plaats heeft.

7.4.6 EPB regelgeving

Vanaf 1 januari 2014 geldt binnen de EPB-regulering een verplicht minimumaandeel aan hernieuwbare energie voor nieuwbouw. In sommige projecten wordt daarom een biomassaketel geplaatst in plaats van een (fossiele) WKK; of men zou een bio-WKK moeten zetten, wat niet altijd even evident is. Soms worden ook alternatieven gekozen zoals gasketels in combinatie met thermische zonnecollectoren. De Europese richtlijn voorziet de mogelijkheid om ook WKK (hoewel niet zuiver hernieuwbaar) toe te laten om aan de eis te voldoen. Dit werd echter niet omgezet in de Vlaamse regelgeving. Wel is het mogelijk om alternatief te voldoen aan een E-peil dat 10% lager is. Uiteraard kan WKK hieraan wel bijdragen. De maatregel zelf blijft er echter voor zorgen dat projectontwikkelaars op projectbasis eerder naar zuiver hernieuwbare technologieën zullen grijpen (zie ook punt 7.4.1).