teus van eck energie en milieu

Oosterbeek, 11 juni 2010

Bepaling van de energieprestatie van de warmtepompprojecten te Zutphen en Alphen aan den Rijn

1 Inleiding

De bepaling van de energieprestatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op mijn op 15 april 2010 gepresenteerde boek met de titel "Het grote energieboek voor woningen*, kwestie van organiseren en doen!".*
Voor een objectieve waardering van de energieprestatie van diverse mogelijke alternatieve systemen is een uniforme maatlat nodig. De uitgangspunten voor deze maatlat worden toegelicht in paragraaf 2. Vervolgens is dit toegepast op de warmtepompprojecten op basis van de gegevens in het KEMA rapport en de aangeleverde energieverbruiken uit het Millward Brown rapport (par. 3). Deze resultaten worden vergeleken met de resultaten bij toepassing van alternatieve referenties(par. 4). Afgesloten wordt met voorlopige conclusies en aanbevelingen(par. 5)

2 De voorgestelde uniforme maatlat

Om tot een objectieve beoordeling van de diverse opties te komen is het noodzakelijk om algemeen geaccepteerde rekenregels te hanteren. De actuele situatie kenmerkt zich door een groot aantal verschillende regels binnen de wet- en regelgeving en waarderingmethodes voor verduurzaming. Ook adviseurs en leveranciers hebben vaak hun eigen regels. Dit wordt algemeen onderkend. Het is een belangrijk aandachtspunt voor het Nationaal Expertisecentrum Warmte en ook voor de herziening van de EPN/EPC/EI. In de hierna volgende uitwerking wordt zoveel mogelijk aangesloten op de binnen het Nationaal Expertisecentrum Warmte lopende discussie (stand oktober 2009) en op de reeds bestaande EU-regelgeving.

Definiëring energieprestatie: De definitie, zoals ook beschreven in "Het grote energieboek voor duurzaam wonen", richt zich op de toepassing van de Trias Energetica. Dus hoe kunnen we de vraag beperken, verduurzamen en wat is er dan nog nodig ten aanzien van?:

- Benodigde GJ's fossiele brandstof per geleverde GJ warmte.
- Aantal kg CO_2-emissie per geleverde GJ warmte.
- Deze punten gelden ook voor het elektriciteitsverbruik en eventueel koeling.

Waardering elektriciteit uit openbare net: De keuze van de referentiewaarde (hoeveelheid benodigde fossiele brandstof en CO_2 emissie per kWhe) voor elektriciteit uit het openbare net heeft grote invloed op de energieprestatie van de diverse alternatieve energieopties. Opties die elektriciteit uit het openbare net gebruiken hebben belang bij een zo duurzaam mogelijke referentiewaarde voor elektriciteit uit dit openbare net. Dit geeft een grotere verduurzaming. Opties met zelfvoorzieningsmogelijkheid en eventuele teruglevering aan het net hebben echter belang bij een zo "vuil" mogelijke referentie. Dit geeft een grotere energieprestatie bij toepassing van deze opties.
De volgende referentiewaarden zijn aan de orde:

- Het gemiddelde van benodigde GJ's fossiele brandstof per geleverde kWhe en de daaraan gekoppelde CO_2-emissie van de openbare voorziening is dynamisch en verandert elke minuut. Dit is in de praktijk niet bruikbaar, omdat het moeilijk te volgen is.
- Het jaargemiddelde van de totale openbare voorziening. Dit wordt o.a. in de EPC gehanteerd. Momenteel is hun referentie 42% elektrisch rendement op laagspanningsniveau onderwaarde en ca. 0,6 kg CO_2/kWhe (NEN 5128, 2004). Deze referentiekeuze geeft echter diverse problemen. De werkelijke waarden zijn niet constant maar dynamisch in de tijd. Ook zijn de

werkelijke waarden in de vrije markt moeilijker te actualiseren en te controleren door onvolledige openbare informatie. Formeel heeft CBS wel alle gegevens. Er zijn echter geen uniforme rekenregels voor WKK. Hoe wordt import/export gewaardeerd? Hoe zitten de groencertificaten hierin? De werkelijke CO_2 consequenties van biomassa? Uit diverse onderzoeken (Rödel 2008, van Eck 2007, milieujaarverslagen van elektriciteitsproducenten) blijkt dat er geen eenduidige cijfers zijn maar dat er zeker nog geen duidelijke trend is van stijgende energetische rendementen en verlaging van CO_2 emissies. Ook in diverse gesprekken met kennisinstituten en marktpartijen blijkt het vaak niet beschikbaar zijn van objectieve actuele energiebalansen voor zowel landelijk als deelgebieden als groot probleem te worden ervaren. Om onderbouwde investeringsbeslissingen te kunnen nemen is het echter wel van groot belang om inzicht te hebben in de te verwachten ontwikkeling van deze referentie. Het NEW hanteert de prognose van het CPB/ECN voor 2020 zijnde een elektrisch rendement van 55% en een CO_2 emissie van 0,489/kWhe. Dit lijkt erg ambitieus met de in aanbouw zijnde kolencentrales, nog geen zicht op de grootschalige introductie van CCS en de toenemende vraag naar flexibel regelbaar en/of afschakelbaar productievermogen. Daarom werkt ECN aan een nieuwe referentieraming.
- Het OEI model werkt met een referentie gebaseerd op de STEG technologie met als argument dat STEG's de actuele optie zijn voor de uitbreiding van de dagvraag. Ook dit is discutabel. De EPC (NEN 5128, 2004) hanteert voor terugleveringen het veronderstelde marginale rendement van de openbare voorziening zijnde een STEG met een rendement van 54%.
- Door Hans Rödel (Rödel 2008) is een dynamisch model ontwikkeld waarmee prognoses kunnen worden gemaakt. Dit model is samen met de instrumenten die TenneT en ECN hebben ontwikkeld een goed hulpmiddel voor verbetering van de prognoses. De beperking van deze modellen is echter dat het simulaties zijn gebaseerd op centrale aansturing terwijl de markt dit zelf invult op basis van dagelijkse interne optimalisaties waarbij geld en niet verduurzaming leidend is.

De argumenten voor een verdere verduurzaming van de openbare elektriciteitsvoorziening zijn de verwachte toename van het aandeel duurzaam, mogelijke toepassing CCS en mogelijke vervanging oude centrales door BAT technologie. De argumenten tegen zijn de vereiste grotere flexibiliteit van kolen en gasgestookte centrales bij groei van wind en zonenergie met daardoor lagere elektrisch rendementen, aanzienlijke verlaging van het rendement van kolencentrales bij toepassing CCS, het grote aantal in voorbereiding en uitvoering zijnde kolen en gascentrales, mogelijke toeneming netverliezen door grote transporten in de vrije markt en de onzekerheden betreffende de duurzaamheid van diverse soorten biomassa.
Bovendien gaat het om actuele investeringsbeslissingen en is de economische levensduur van diverse lokale energievoorzieningopties vaak niet meer dan gemiddeld 15 jaar. Om die redenen lijkt een referentie met **een rendement van 50% op laagspanningsniveau en een CO_2 emissie van 0,525kg CO_2/kWhe** een redelijk optimistisch scenario. Dit zal dan ook voor deze analyse worden aangehouden.

Hoe om te gaan met het tijdstip van afname/levering elektriciteit uit/aan het openbare net?:
Collectieve warmtepompprojecten hebben er financieel belang bij om maximaal af te nemen in daluren(nacht en weekend) en de warmte op te slaan. De elektriciteitsprijs is in de daluren namelijk gemiddeld laag t.o.v. de piekuren. In de daluren is het gemiddelde energetisch rendement over het algemeen lager en de CO_2 emissie hoger, anderzijds is het voor de totale voorziening goed dat zij in daluren afnemen en door de warmteopslag flexibeler kunnen worden ingezet. Ook voor andere alternatieven is het tijdstip van leveren of afnemen te beïnvloeden. Er komt geleidelijk meer aandacht voor een optimalisatie van de gehele keten inclusief flexibilisering van de elektriciteitsproductie via vraagsturing en opslag van elektriciteit en/of warmte. Dit is ook de gedachte achter het toepassen van zogenaamde lokale smart grids. Het vraagt wel verder onderzoek betreffende optimalisatie over de gehele keten. Omdat een dergelijke optimalisatie in de praktijk nog nauwelijks plaats vindt wordt in dit boek nog uitgegaan van vaste referentiewaarden.

Hoe om te gaan met groene elektriciteitscontracten?:
Waarderen tegen het gemiddeld parkrendement omdat er niet of nauwelijks extra voor wordt betaald en het de totale voorziening niet beïnvloedt, tenzij er sprake is van eilandbedrijf. De groene stroom zit in het gemiddelde rendement. Wanneer het wel als duurzaam wordt gewaardeerd ontstaat de situatie dat een all electric woning met volledige voeding uit het openbare E-net als volledig duurzaam kan

worden gekwalificeerd, terwijl de extra elektriciteitvraag voornamelijk met fossiele bronnen wordt ingevuld.

Wat moet worden meegenomen in de totale energiebalans voor de warmtepompen?:
Alle verbruikte elektriciteit(ook voor regeneratie, pompen, elektrische bijverwarming, koeling), het gas van eventuele gaspiekketels en voor de warmte de netto warmtelevering in de woning.

Wat zijn de te hanteren kengetallen/referentiewaarden?:
Op basis van de hiervoor gemaakte afwegingen wordt als referentiewaarde voor elektriciteit uit het openbare net op laagspanningsniveau gehanteerd:

- 1 kWhe vraagt 7200kJ fossiele brandstof met een CO_2 emissie van 0,525 kg.
- Voor brandstoffen worden de volgende kengetallen (zie o.a. Energiezakboek) gehanteerd:
- 1 GJ aardgas is 56 kg CO_2
- 1 m3 aardgas is 31,6 MJ op onderwaarde en 35,17 MJ op bovenwaarde.

Alle energetische rendementen worden verder gebaseerd op onderwaarde.

3 Energieprestatieberekening bij toepassing van de in par. 2 aanbevolen referentie voor elektriciteit uit het openbare net

De volgende gegevens uit het KEMA rapport worden gebruikt:
Ontwerp:

- HR ketel: 1377 m³ gas = 43,5 GJ gas = 2436 kg CO_2
- Warmtepompsysteem: 2986 kWhe (3206-220) kWhe = 21,5 GJ (besparing = 50,6%) = 1568 kg CO_2, **besparing van 35,6%**

Gemiddelde werkelijkheid volgens cijfers Millward Brown:

- HR ketel: 1312 m³ gas = 41,5 GJ gas = 2324 kg CO_2
- Warmtepompsysteem: 4833 kWhe = 34,8 GJ fossiele brandstof (besparing = 16,1%) = 2537 kg CO_2**, ontsparing van 9,2%**

In werkelijkheid is het elektriciteitsverbruik per woning nog 1329 kWh hoger vanwege het elektriciteitsverbruik van de bronpompen. Het resultaat wordt dan:

- Warmtepompsysteem: 6162 kWhe = 44,4 GJ fossiele brandstof (ontsparing van 2,1%) = 3235 kg CO2 **ontsparing van 39,2%.**

De berekende prestaties zijn een gemiddelde. In de praktijk zal er een grote bandbreedte optreden ten gevolge van diverse factoren als verhouding warm tapwater/verwarming, gebruikersgedrag, soort woning, inregelen en beheer installaties

4 Vergelijking van de resultaten bij toepassing van andere referenties

In paragraaf 2 worden ook de volgende alternatieve referenties genoemd:

- EPC: E- rendement is 42% = 8571 kJ/kWhe = 0,6 kg CO_2/kWhe. Er wordt verondersteld dat dit het actuele gemiddelde is van het openbare net op laagspanningsniveau;
- NEW en ECN scenario voor 2020 (is de HR ketel dan nog de referentie?): E rendement is 55% = 6546 kJ/kWhe = 0,489 kg CO_2/kWhe;
- OEI scenario: E-rendement is 54% gas = 6667 kJ/kWhe = 0,373 kg CO_2/kWh. Dit scenario veronderstelt dat warmtepompen alleen gebruik maken van elektriciteit met moderne gasgestookte STEG's in vollastbedrijf.

Toepassing van deze referenties op het ontwerp en praktijkcijfers ad 3 geeft de volgende resultaten:
HR ketel: 1377 m³ gas = 43,5 GJ gas = 2436 kg CO_2
Warmtepompsysteem: 2986 kWhe (3206-220)

- Op basis EPC referentie: 25,6 GJ (besparing = 41,1%) = 1792 kg CO_2 (besparing = 26,4%)
- Op basis NEW referentie: 19,5 GJ (besparing = 55,2%) = 1458 kg CO_2 (besparing = 40,1%)
- Op basis OEI referentie: 19,9 GJ (besparing = 54,3%) = 1112 kg CO_2 (besparing = 54,4%)

Gemiddelde werkelijkheid:
HR ketel: 1312 m³ gas = 41,5 GJ gas = 2324 kg CO_2
Warmtepompsysteem: 4833 kWhe zonder bronpomp en 6162 kWhe met bronpomp.

- Op basis EPC referentie: 41,4 GJ (besparing = 0,2%) = 2900 kg CO_2 (ontsparing = 24,8,0%) zonder bronpomp. Met bronpomp 52,8 GJ (27,2% ontsparing) = 3697 kg CO_2 (ontsparing = 59,1%)
- Op basis NEW referentie: 31,6 GJ (besparing = 23,9%) = 2363 kg CO_2 (ontsparing = 1,7%) zonder bronpomp. Met bronpomp 40,3 GJ (besparing 2,9%) = 3013 kg CO_2 (ontsparing = 29,7%)
- Op basis OEI referentie: 32,2 GJ (besparing = 22,4%) = 1803 kg CO_2 (besparing = 22,4 %) zonder bronpomp. Met bronpomp 41,1 GJ (besparing 1%) = 2298 kg CO_2 (besparing = 1,1%)

Dit geeft in tabelvorm als samenvatting:

Gehanteerde referentie	Ontwerp besparing op fossiele brandstoffen in %	Werkelijke besparing op fossiele brandstoffen in % zonder bronpomp	Werkelijke besparing op fossiele brandstoffen in % met bronpomp	Ontwerp besparing op CO_2 emissie in %	Werkelijke besparing op CO_2 emissie in % zonder bronpomp	Werkelijke besparing op CO_2 emissie in % met bronpomp
De aanbevolen referentie	50,6	16,1	-2,1	35,6	-9,2	-39,2
EPC	41,1	0,2	-27,2	26,4	-24,8	-59,1
NEW	55,2	23,9	2,9	40,1	-1,7	-29,7
OEI	54,3	22,4	1,0	54,4	22,4	1,1

5 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies:

- Praktijkprestaties veel slechter dan ontwerpprestaties.
- Keuze referentie heeft gigantische invloed op resultaat.
- In de praktijk is er een enorme spreiding in de prestaties.
- Als deze resultaten in andere projecten niet sterk verbeteren dan is dit de doodsteek voor warmtepompprojecten voor woningen. De resultaten zijn zodanig dramatisch dat er landelijke actie en vervolgonderzoek moet komen. Maatschappelijk is dit op deze manier niet verkoopbaar. Dit rapport toont aan hoe belangrijk een integrale aanpak voor ontwerp, uitvoering en exploitatie is. Door slechte uitvoering krijgt een op zich goede optie een heel slechte naam.
- Het toekomstperspectief voor warmtepompen in woningen hangt naast voornoemde zaken ook sterk af van de snelheid waarmede de openbare elektriciteitsvoorziening duurzamer wordt.

Aanbevelingen:

- Er moet zo snel mogelijk inzicht komen in de werkelijke prestaties van de openbare energievoorziening en de te verwachten ontwikkelingen ten aanzien van. elektrisch rendement, CO_2 emissie per kWh en de invloed van WKK.
- Er is grote behoefte aan uniforme objectieve en algemeen voorgeschreven rekenregels en referentiewaarden. Zie daartoe het voorstel in dit hoofdstuk en “Het grote energieboek voor woningen”.
- Ga aanvullende praktijkmetingen uitvoeren in bestaande installaties zowel voor warmtepompen als voor HR ketel en andere opties en blijf de prestaties volgen. Laat daartoe de benodigde meters plaatsen.
- Eis garanties ten aanzien van kosten en prestaties voor zover dat contractueel haalbaar is.
- Nader onderzoek in hoeverre het betreffende project qua prestaties verbeterd kan worden.
- Het valt te overwegen om de netbeheerders een formele rol te geven in het objectief vaststellen van de feitelijke situatie in woningen/gebouwen qua energie- en milieuprestaties en hoe dit scoort ten opzichte van vergelijkbare situaties.