

Reële EPC

Een methode voor de beoordeling van de energieprestatie van nieuwbouwwoningen in de praktijk

M. Menkveld (**ECN**)
J. Sipma (**ECN**)
E. Cozijnsen (**RIGO**)
K. Leidelmeijer (**RIGO**)

December 2012
ECN-E--12-063
RIGO P 19110



Verantwoording

Dit rapport is geschreven in opdracht van Agentschap NL in het kader van de projecten 'Energiegebruik warmte en woningconcepten' en 'Reële EPC (5.1089)'. Contactpersonen bij Agentschap NL waren L. Bosselaar en E. Marquart.

Met dank aan Paul Vethman en Bronia Jablonska, die EPC-gegevens hebben verzameld bij gemeenten.

Abstract

In this report we describe a method to compare the energy performance in use with the energy performance calculation of new build houses. We put the average real energy use of a project in the calculation method of the energy performance of new houses. In that way we could compare the energy performance of the building permit with the real performance in practice. Because the calculation method normalizes the energy use of a house by its user surface and surface of building shell, the energy performance of different projects could be compared also when the projects exists of different dwelling types. Also the energy performance of different energy concepts could be compared like all-electric houses with a heat pump or houses with a gas fired condensing boiler.

“Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.”

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Vraagstelling	7
1.2 Aanpak	8
1.3 Leeswijzer	8
2 Recept Reële EPC	10
2.1 De reële EPC-formule	10
2.2 Totaal gebouw gebonden gebruik	11
2.3 Energiegebruik ruimteverwarming	11
2.4 Hulpenergie ruimteverwarming	13
2.5 Energiegebruik warm tapwater	14
2.6 Energiegebruik ventilatie	14
2.7 Energiegebruik verlichting	15
2.8 Energiegebruik zomercomfort	15
2.9 Energiegebruik koeling	16
2.10 Decentrale elektriciteitsproductie	17
3 Toelichting keuzes R-EPC	18
3.1 Klimaatcorrectie	18
3.2 Het aandeel ruimteverwarming	22
3.3 Het energiegebruik voor koeling	22
4 Elektriciteitsverbruik in een all-electric woning	24
4.1 Schatting elektriciteitsverbruik o.b.v. WoON	24
4.2 Het gebruik van de schatting in de methodiek van de berekening van de reële EPC	26
5 Het testen van de methodiek	28
5.1 Databestanden	28
5.2 Gemiddeld energiegebruik per project	29
5.3 Aanpak	30
5.4 Resultaten per project	31

6	Discussie en conclusies	33
----------	--------------------------------	-----------

Bijlagen

A.	Verantwoording statistisch model elektriciteitsverbruik	36
----	---	----

Samenvatting

Agentschap NL is betrokken bij veel nieuwbouwprojecten. Een grote vraag is altijd of in de praktijk ook de prestaties worden gehaald die van te voren werden verwacht. Agentschap NL heeft voorgesteld hiervoor een rekenmethode te ontwikkelen, namelijk de Reële EPC. ECN heeft deze methodiek uitgewerkt om van woningbouwprojecten de energieprestatie in de praktijk te vergelijken met de geplande EPC. Het idee is dat de energieprestatie in de praktijk wordt uitgedrukt in een reële EPC (de R-EPC). In de EPC wordt het berekende energiegebruik van een gebouw genormaliseerd met het verliesoppervlak ($A_{verlies}$) en het gebruiksoppervlak ($A_{g,woon}$).

$$EPC = \frac{Q_{pres:tot}}{[330 \times A_{g,woon}] + [65 \times A_{verlies}]} \times \frac{1}{C_{EPC}}$$

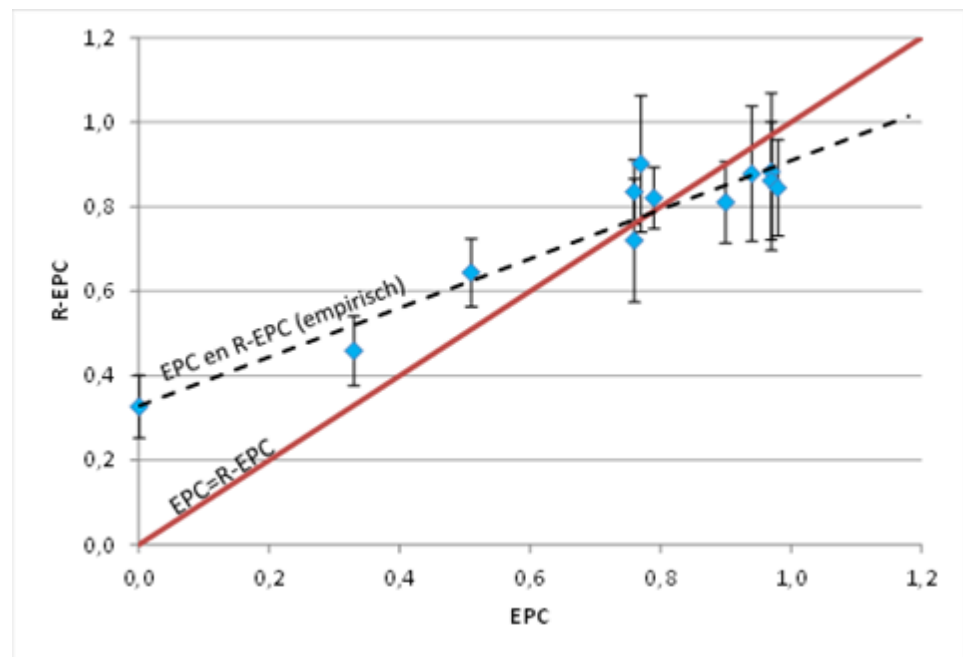
$Q_{pres:tot}$ betreft het primaire energiegebruik van de gebouw gebonden energiefuncties die in de EPC worden meegenomen: ruimteverwarming, warm tapwater, ventilatie, koeling en verlichting.. Door in deze formule het werkelijke energiegebruik te stoppen, kan een reële EPC worden berekend. Door de reële EPC te vergelijken met de EPC uit de bouwaanvraag wordt duidelijk of de energieprestatie in de praktijk beter, vergelijkbaar of minder goed is dan verwacht. Wanneer we voor het werkelijk energiegebruik een gemiddelde nemen per project worden variaties door bewonersgedrag uitgemiddeld. Door de normalisering met verlies- en gebruiksoppervlak kunnen projecten met verschillende woningtypen direct met elkaar worden vergeleken.

Voor de reële EPC-berekening moet het werkelijk elektriciteitsverbruik worden gesplitst in een verbruik voor apparaten en een verbruik voor gebouw gebonden energiefuncties. Maar in de praktijk is alleen het totale werkelijke elektriciteitsverbruik bekend. Bij woningen op gas of warmte wordt het werkelijke gasverbruik of warmteverbruik opgenomen plus de forfaitaire waarden uit de EPC-rekenmethodiek voor het elektriciteitsverbruik voor ventilatie, koeling en verlichting en CV-pomp. Bij all-electric woningen bepalen we het elektriciteitsverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater door het werkelijk elektriciteitsverbruik te verminderen met een schatting voor het elektriciteitsverbruik voor apparaten.

De R-EPC-methode is getest op een dataset met EPC-gegevens van 12 projecten met een theoretische EPC tussen de 0 en 1,0. Via een koppeling met klantenbestanden Energie van CBS zijn de energiegebruiken verkregen. Uit de test is gebleken dat de methode van een R-EPC bruikbaar is om energiegebruik van verschillende woningbouwprojecten te vergelijken. .

In de resultaten in figuur 1 is een trend te zien dat voor woningen met een lage EPC de R-EPC hoger uitvalt, terwijl de R-EPC voor woningen met een hoge EPC juist lager uitvalt. Daarbij moet opgemerkt worden dat de woningen met een lage EPC allemaal all-electric woningen zijn.

Figuur 1: Relatie tussen EPC en R-EPC



De analyse met de reële EPC is bedoeld om een beeld te geven van projecten waarin een groot aantal woningen met een vergelijkbaar pakket voorzieningen is uitgevoerd. Er kunnen geen conclusies getrokken voor enkele woningen.

1

Inleiding

1.1 Vraagstelling

Agentschap NL is betrokken bij veel nieuwbouwprojecten. Een grote vraag is altijd of in de praktijk ook de prestaties worden gehaald die van te voren werden verwacht. Bij de meeste projecten stopt de betrokkenheid bij oplevering van de woningen en is er geen informatie meer over de praktijkprestaties. Er is inmiddels bij CBS een bestand met de energiegebruiken van alle woningen, de klantenbestanden energie. Dit biedt mogelijkheden om van gerealiseerde projecten een indicatie te krijgen van de praktijkprestatie. Deze analyses is bedoeld om een beeld te geven van projecten waarin een groot aantal woningen van een vergelijkbaar pakket voorzieningen is uitgevoerd. Er kunnen geen conclusies getrokken voor enkele woningen.

Het doel van dit project is een methodiek te ontwikkelen om van woningbouwprojecten de energieprestatie in de praktijk te vergelijken met de geplande EPC. Het idee is dat de energieprestatie in de praktijk wordt uitgedrukt in een reële EPC (de R-EPC). In de EPC wordt het berekende energiegebruik van een gebouw genormaliseerd met het verliesoppervlak ($A_{verlies}$) en het gebruiksoppervlak ($A_{g;woon}$). De EPC-formule staat hieronder weergegeven:

$$EPC = \frac{Q_{pres:tot}}{[330 \times A_{g;woon}] + [65 \times A_{verlies}]} \times \frac{1}{C_{EPC}}$$

$Q_{pres:tot}$ betreft het primaire energiegebruik van de gebouwgebonden energiefuncties die in de EPC worden meegenomen. Als dezelfde berekening ook gemaakt kan worden met het werkelijke energiegebruik, kan een reële EPC worden berekend. Door de reële EPC te vergelijken met de EPC uit de bouwaanvraag wordt duidelijk of de energieprestatie in de praktijk beter, vergelijkbaar of minder goed is dan verwacht. Uiteindelijk wil Agentschap NL met de berekening van een reële EPC de energieprestaties in de praktijk van verschillende concepten met elkaar vergelijken: gas, warmte en all-electric. Door de normalisering met verlies- en gebruiksoppervlak kunnen projecten met verschillende woningtypen direct met elkaar worden vergeleken.

Er zijn drie zaken die het verschil tussen theorie en praktijk kunnen verklaren:

1. Bewonersgedrag.
2. De EPC-rekenmethodiek sluit niet aan bij de praktijk.
3. De EPC wordt niet goed nageleefd, de maatregelen in de EPC-berekening worden in de praktijk niet of niet goed geïnstalleerd.

Het gaat in dit project echter niet om het verklaren van de verschillen tussen theorie en praktijk, maar om het zichtbaar maken van die verschillen.

1.2 Aanpak

Gebouw gebonden energiefuncties

Als we simpelweg het werkelijk energiegebruik in de EPC-formule stoppen, mogen we deze niet vergelijken met de EPC uit de bouwaanvraag. De EPC heeft namelijk alleen betrekking op gebouw gebonden energiefuncties. In de EPC-berekening wordt alleen het energiegebruik van ruimteverwarming, warm tapwater, verlichting, ventilatie en koeling meegenomen. Het energiegebruik voor koken en huishoudelijke apparaten wordt niet meegenomen. Voor de drie verschillende concepten: gas, warmte en all-electric moet worden nagegaan hoe het verbruik voor de energiefuncties die geen deel uitmaken van de EPC kunnen worden afgetrokken van het werkelijk energiegebruik.

Primair energiegebruik

In de EPC-berekening wordt het energiegebruik uitgedrukt in MJ primaire energie. In werkelijkheid weten we het jaarverbruik in m³ gas, GJ warmte of kWh elektriciteit. De eenheden van dit werkelijk verbruik worden omgerekend naar MJ primaire energie met dezelfde primaire factoren als in de EPC-rekenmethodiek.

Klimaat correctie

In de EPC-berekening wordt impliciet uitgegaan van een gemiddeld aantal verwarming en koel graaddagen per jaar. Impliciet, omdat in de warmteverliesberekening gerekend wordt met een vaste binnentemperatuur van 18 °C en een vaste waarde voor de gemiddelde buitentemperatuur over de periode oktober tot en met april. Het rekenkundig gemiddelde over deze periode is 5,7°C. Het werkelijk energiegebruik voor ruimteverwarming moet worden gecorrigeerd voor het aantal graaddagen in het betreffende jaar t.o.v. gemiddeld.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de methodiek van een reële EPC-berekening, het "recept" als het ware dat gevolgd kan worden om de berekening te maken. Hoofdstuk 3 geeft een

toelichting op enkele keuzes uit dit recept. Het gaat dan om klimaatcorrectie en het aandeel ruimteverwarming waarop die correctie moet plaatsvinden. Hoofdstuk 4 gaat in op het maken van een schatting voor het elektriciteitsverbruik voor verlichting en elektrische apparaten van een huishouden dat gebruikt kan worden om het totaal elektriciteitsverbruik van all-lectric woningen te splitsen in gebouw gebonden en niet-gebouw gebonden elektriciteitsverbruik. Hoofdstuk 5 laat de resultaten zien van het testen van de methodiek op enkele databestanden. Hoofdstuk 6 sluit af met een conclusie over de bruikbaarheid van de methodiek, ook voor de bestaande bouw.

2

Recept Reële EPC

2.1 De reële EPC-formule

De reële EPC wordt berekend met de gebruikelijke EPC-formule:

$$\text{reële EPC} = \frac{Q_{pres:tot}}{[330 \times A_{g;woon}] + [65 \times A_{verlies}]} \times \frac{1}{C_{EPC}}$$

Daarin is

$A_{verlies}$ gelijk aan het verliesoppervlakte van de woning

$A_{g;woon}$ gelijk aan het gebruiksoppervlakte van de woning

$A_{verlies}$ en $A_{g;woon}$ staan vermeld in de EPC-berekening of worden geschat aan de hand van het woningtype.

C_{EPC} is een correctiefactor die is ingevoerd nadat de berekeningsmethodiek van de EPC is aangepast, om te zorgen dat een oude berekening niet tot een andere EPC zou leiden via de nieuwe methodiek. Deze correctiefactor is gelijk aan 1,17 voor alle bouwaanvragen vanaf 1 januari 2003 die voldoen aan EPC 1,0 en de correctiefactor is gelijk aan 1,12 voor alle bouwaanvragen vanaf 1 januari 2006 die voldoen aan EPC-eis 0,8. Voor 2003 bestond deze factor niet, en kan in de formule gelijk aan 1 worden verondersteld. Deze factor kun je weglaten als je alleen reële EPC's onderling wilt vergelijken, dat is eenvoudiger. Als je vergelijking wilt maken tussen reële en theoretische EPC dan moet je de factor wel meenemen.

2.2 Totaal gebouw gebonden gebruik

De bedoeling van de reële EPC is in plaats van $Q_{pres:tot}$ het werkelijk gasverbruik en elektriciteitsverbruik in de berekening te stoppen. $Q_{pres:tot}$ bestaat echter alleen uit het energiegebruik voor gebouwgebonden energiefuncties: ruimteverwarming, warm tapwater, ventilatie, koeling en verlichting. Voor de reële EPC-berekening moet het werkelijk elektriciteitsverbruik worden gesplitst in een verbruik voor apparaten en een verbruik voor gebouw gebonden energiefuncties. Maar in de praktijk is alleen het totale werkelijke elektriciteitsverbruik bekend en niet een opsplitsing naar gebouw gebonden en elektrische apparaten. Bij woningen op gas of warmte wordt daarom voor het gebouw gebonden elektriciteitsverbruik de formules gebruikt uit de EPC-berekening. Door die formules ook in de reële EPC-berekening te stoppen wordt voor woningen op gas en warmte feitelijk alleen het gasverbruik en warmteverbruik in theorie en praktijk met elkaar vergeleken.¹

Net als in de theoretische EPC-berekening is $Q_{pres:tot}$ een optelling van verschillende factoren:

$$Q_{pres:tot} = Q_{prim;verw} + Q_{prim;verw;hulp} + Q_{prim;tap} + Q_{prim;vent} + Q_{prim;vl} + Q_{zom;comf} + Q_{prim;koel} + Q_{prim;pv} + Q_{prim;comp;wk}$$

In de volgende paragrafen wordt de bepaling van de verschillende onderdelen ("termen") in bovenstaande formule verder uitgewerkt.

2.3 Energiegebruik ruimteverwarming

2.3.1 Woningen verwarmd met gas

$Q_{prim;verw}$ is het primair energiegebruik voor verwarming en dit is gelijk aan het werkelijke jaarlijkse gasverbruik gecorrigeerd voor het gasverbruik voor koken en voor graaddagen op de locatie van de woning waarvoor de reële EPC wordt berekend:

$$Q_{prim;verw} = (Q_{meter;gas} - Q_{koken;gas}) \times F_{verw:LOC} \times (1/C_{graad;verw})$$

$Q_{meter;gas}$ is het werkelijke gasverbruik van een woning in m^3 vermenigvuldigd met de omrekenfactor $35,17 \text{ MJ}/m^3$ om dit gasverbruik uit te drukken in MJ op bovenwaarde. Indien er wordt gekookt op gas dan is $Q_{koken;gas}$ gelijk aan 37 m^3 vermenigvuldigd met de omrekenfactor $35,17 \text{ MJ}/m^3$ om dit gasverbruik uit te drukken in MJ.

¹ Alternatief is ook het totale elektriciteitsverbruik erin. Maar dan zijn de uitkomsten niet meer vergelijkbaar met de EPC cijfers zoals we die kennen. Als je ook naar elektriciteitsverbruik in nieuwbouw wil kijken dan heb je ander doel. Nadeel is dat je normeert op oppervlaktes van de woning en dat is voor huishoudelijke apparaten niet juist. En je neemt ook de spreiding van dat verbruik mee.

Het gasverbruik van de meter moet worden gecorrigeerd voor afwijkingen t.o.v. de gemiddelde buitentemperatuur zoals deze in de EPC-berekening is verondersteld via $C_{graad;verw}$. Maar dan alleen voor het aandeel ruimteverwarming $F_{verw;LOC}$.

$C_{graad;verw}$ is de verhouding tussen de graaddagen voor ruimteverwarming op een specifieke locatie (LOC) voor de maanden oktober tot en met april ten opzichte van de graaddagen uit de EPC-berekening:

$$C_{graad;verw} = \frac{Graad_{verw;LOC}}{Graad_{verw;EPC}}$$

$Graad_{verw;EPC}$ is gelijk aan 2616,7 graaddagen in het stookseizoen in de maanden oktober tot en met april berekend op basis van de gemiddelde buitentemperatuur in die maanden volgens NEN 5128.

$Graad_{verw;LOC}$ is berekend voor de jaren 2000 t/m 2010 per postcode gebied in paragraaf 3.1².

Het aandeel ruimteverwarming $F_{verw;LOC}$ is vanwege de afwijking ten opzichte van de gemiddelde buitentemperatuur verschillend per locatie en niet per se gelijk aan het aandeel volgens de EPC:

$$F_{verw;LOC} = \frac{F_{verw;EPC} \times C_{graad;verw}}{(F_{verw;EPC} \times C_{graad;verw}) + F_{tap;EPC}}$$

waarin $F_{tap;EPC} = 1 - F_{verw;EPC}$.

$F_{verw;EPC}$ is afhankelijk van het woningtype en de EPC, maar ook van de toegepaste maatregelen. Wanneer betere isolatie of balansventilatie wordt toegepast zal het aandeel ruimteverwarming lager zijn, maar wanneer een zonneboiler of douche WTW wordt gekozen is het aandeel ruimteverwarming weer iets hoger. $F_{verw;EPC}$ is voor verschillende woningtypen, EPC's en pakketten bepaald in paragraaf 3.2.

2.3.2 Woningen met warmtelevering

Indien de woning is aangesloten op een warmtenet dan wordt het warmteverbruik in GJ genomen en vermenigvuldigd met een primaire factor.

$$Q_{prim;verw} = (Q_{meter;warmte} \times F_{primair,warmte;verw} \times F_{verw;LOC}) \times (1/C_{graad;verw})$$

$F_{primair,warmte;verw}$ is de primaire factor waarmee het finale verbruik aan de meter vermenigvuldigd moet worden om een primair verbruik te krijgen. Gekozen wordt voor het equivalente opwekendement zoals dat ook in de EPC-formule wordt gebruikt. Dit is het rendement van warmteopwekking op bovenwaarde, rekening houdend met distributieverliezen en met verrekening van de voordelen van ofwel gecombineerde warmte- en krachtopwekking (STEG), hergebruik van afvalstoffen (AVI) dan wel duurzame bronnen (AVI). Dit opwekendement is voor ruimteverwarming door een

² Bron : www.kwa.nl/nl/content/graaddagen-en-koeldagen.

externe gasmotor en warmtepomp gelijk aan 1, voor warmte uit een STEG, AVI of industrieel proces 1,1. Aangezien we vooral de woning willen vergelijken zou hier ook 1 aangehouden kunnen worden.

2.3.3 Woningen verwarmd met een elektrische warmtepomp

Indien de woning wordt verwarmd met een elektrische warmtepomp dan moet het elektriciteitsverbruik worden gesplitst in gebouw gebonden elektriciteitsverbruik en het elektriciteitsverbruik voor apparaten. De EPC neemt immers alleen gebouw gebonden energiegebruik mee. Door middel van regressieanalyse op het WoON-bestand is een model ontworpen om op basis van woningkenmerken een schatting te maken van het totale elektriciteitsverbruik zonder elektrische warmtepomp. Door de schatting van het totaal verbruik af te trekken van het gemeten elektriciteitsverbruik krijg je een schatting van het elektriciteitsverbruik voor de functies die normaliter met gas worden ingevuld: ruimteverwarming en warm tapwater.

$$Q_{prim;verw;} = (Q_{meter;elek;} - Q_{schatting;elek}) \times F_{primair,elek} \times F_{verw:LOC} \times (1/C_{graad;verw})$$

Waarin $F_{primair,elek}$ gelijk is aan 2,56 (1 gedeeld door 39%).

$Q_{schatting;elek}$ is de schatting voor het totale elektriciteitsverbruik zonder elektrische warmtepomp is verder beschreven in hoofdstuk 4.

2.4 Hulpenergie ruimteverwarming

De hulpenergie voor verwarming wordt overgenomen uit de EPC-berekening. De hulpenergie is uitgedrukt als kWh per m² gebruiksoppervlak en bestaat uit de elektrische hulpenergie van de CV circulatiepomp (1,1 kWh/m²), van de cv ketel ventilator (0,56 kWh/m²) en de elektronica van de cv ketel (0,88 kWh/m²). Bij elkaar is dat 2,54 kWh/m² vermenigvuldigd met een omrekenfactor 3,6 MJ/kWh en het gebruiksoppervlak in m² van de woning, gedeeld door een rendement van 39% als primaire factor voor elektriciteitsopwekking.

$$Q_{prim;verw;hulp;gas} = \frac{3,6 \times 2,54 \times A_g}{39\%}$$

Indien de woning is aangesloten op een warmtenet, dan wordt voor deze formule niets ingevuld. Bij warmtelevering door derden is pompenergie, binnen of buiten de woning of het woongebouw, inbegrepen in dit equivalent opwekkingsrendement van de warmtebron.

Voor situaties met een elektrische warmtepomp is alleen sprake van pompenergie voor het distributiesysteem. Het overige hulpenergie is verwerkt in het opwekkingsrendement. De bijdrage wordt dan:

$$Q_{prim;verw;hulp;elek} = \frac{3,6 \times 1,1 \times A_g}{39\%}$$

2.5 Energiegebruik warm tapwater

Het energiegebruik voor warm tapwater wordt op dezelfde manier bepaald als voor ruimteverwarming door het werkelijke gasverbruik te corrigeren voor het gasverbruik voor koken en te vermenigvuldigen met het aandeel tapwater

$$Q_{prim;tap;} = (Q_{meter;gas;HR;LOC} - Q_{prim;koken;gas}) \times F_{tap;LOC}$$

Daarin is het aandeel tapwater $F_{tap;LOC} = 100\% - F_{verw;LOC}$

Indien de woning is aangesloten op een warmtenet, dan is het warmteverbruik voor warm tapwater:

$$Q_{prim;tap;} = Q_{meter;warmte} \times F_{primair;warmte;tap} \times F_{tap;LOC}$$

Het equivalente opwekkrendement voor warm tapwater $F_{primair;warmte;tap}$ is bij warmtelevering altijd 1.

Indien de woning wordt verwarmd met een elektrische warmtepomp dan is het elektriciteitsverbruik voor warm tapwater:

$$Q_{prim;tap;} = (Q_{meter;elek;} - Q_{schatting;elek}) \times F_{primair;elek} \times F_{tap;LOC}$$

2.6 Energiegebruik ventilatie

Voor het elektriciteitsverbruik van de ventilator in het ventilatiesysteem gelden kengetallen in kWh/m² afhankelijk van het type ventilatiesysteem. Bij mechanische afzuiging is dat 3,5 met wisselstroom en 2,4 met gelijkstroom ventilator en bij balansventilatie 6,6 met wisselstroom en 4,2 met gelijkstroom ventilator³.

³ Voor vraag gestuurde ventilatie zijn vanuit de EPC rekenmethodiek geen gegevens beschikbaar. In de EPC kan vraag gestuurde ventilatie altijd alleen via gelijkwaardigheidsverklaringen worden meegenomen. Vraag gestuurde ventilatie betekent dat alleen wordt geventileerd als daar behoefte aan is (via CO2 sensoren of tijds klok), kan in combinatie met mechanische afzuiging en balansventilatie. Het elektriciteitsverbruik zal lager zijn dan in bovenstaande formules opgenomen.

In onderstaande formule is dat factor q , deze wordt dan vermenigvuldigd met een omrekenfactor 3,6 MJ/kWh en het gebruiksoppervlak in m^2 van de woning, gedeeld door een rendement van 39% als primaire factor voor elektriciteitsopwekking.

$$Q_{prim;vent} = 3,6 \times \frac{q * Ag}{39\%}$$

Deze formule is gelijk voor woningen op gas, op warmte of een woning met elektrische warmtepomp.

2.7 Energiegebruik verlichting

Het energiegebruik voor verlichting wordt in de EPC-berekening forfaitair bepaald. Verondersteld wordt dat het elektriciteitsverbruik voor verlichting afhankelijk is van het gebruiksoppervlak van de woning. De forfaitaire waarde 6 kWh/ m^2 wordt vermenigvuldigd met een omrekenfactor 3,6 MJ/kWh en het gebruiksoppervlak in m^2 van de woning, gedeeld door een rendement van 39% als primaire factor voor elektriciteitsopwekking.

$$Q_{prim;vl} = 3,6 \times \frac{6 * Ag}{39\%}$$

Deze formule is gelijk voor woningen op gas, op warmte of een woning met elektrische warmtepomp.

2.8 Energiegebruik zomercomfort

De factor $Q_{zom;comf}$ is geïntroduceerd in de EPC-berekening met ingang van 1 januari 2006 gelijktijdig met de aanscherping naar EPC 0,8. Bij afwezigheid van een gebouw gebonden mechanisch koelsysteem wordt toch een energiegebruik voor zomercomfort in rekening gebracht. Hiermee wordt bevorderd dat bij het ontwerp van de woonfunctie of het woongebouw aandacht wordt besteed aan het minimaliseren van de behoefte aan een (achteraf te installeren) koelsysteem. $Q_{zom;comf}$ representeert dus geen werkelijk verbruik, maar een fictief verbruik en wanneer geen koeling wordt geïnstalleerd zal het ook niet terugkomen op de daadwerkelijk energierekening.

$Q_{zom;comf}$ is t.o.v. het totale energiegebruik in de EPC-berekening $Q_{pres;tot}$ slechts een kleine factor, enkele procenten van het totaal afhankelijk van de isolatiewaarde van de schil of de EPC en afhankelijk van de aanwezigheid van een koelsysteem. Het is niet mogelijk de berekening van $Q_{zom;comf}$ in de reële EPC-berekening mee te nemen.

De bijdrage van $Q_{zom;comf}$ wordt benaderd door een percentage t.o.v. het totaal verbruik.

$$Q_{zom;comf} = (Q_{pres;tot}) \times C_{zom;comf}$$

waarin

$$Q_{pres;tot} = Q_{prim;verw} + Q_{prim;verw;hulp} + Q_{prim;tap} + Q_{prim;vent} + Q_{prim;vl} \\ + Q_{prim;koel} + Q_{prim;pv} + Q_{prim;comp;wk}$$

en $C_{zom;comf}$ wordt bepaald aan de hand van tabel 1

Tabel 1: $C_{zom;comf}$ voor woningen met of zonder koeling afhankelijk van datum bouwaanvraag

Datum bouwaanvraag/ EPC-eis	$C_{zom;comf}$ voor woningen zonder koeling	$C_{zom;comf}$ Voor woningen met koeling
Voor 2006, EPC-eis 1,0 of hoger	0	0
Na 2006, EPC-eis 0,8 of lager	0,02	0,005
Na 2011 EPC-eis 0,6 of lager	0,04	0,01

Deze factor kun je weglaten als je alleen reële EPC's onderling wilt vergelijken, dat is eenvoudiger. Als je vergelijking wilt maken tussen reële en theoretische EPC dan moet je de factor $C_{zom;comf}$ wel meenemen.

2.9 Energiegebruik koeling

Bij een met gas verwarmde woning of een woning aangesloten op een warmtenet zal in de regel geen mechanisch koelsysteem worden geïnstalleerd. $Q_{prim;koel}$ is dan gelijk aan nul.

Indien de woning is voorzien van een elektrische warmtepomp dan zit het elektriciteitsverbruik voor koeling reeds in het verschil tussen het elektriciteitsverbruik van de meter minus de schatting voor het elektriciteitsverbruik in een situatie met gas: $(Q_{meter;elek} - Q_{schatting;elek})$ en hoeft dus niet apart te worden meegenomen. Er wordt een kleine fout gemaakt door dit verbruik dan deels te corrigeren voor graaddagen, maar het verbruik voor koeling is relatief klein t.o.v. dat voor ruimteverwarming (zie paragraaf 3.3).

Een alternatief is het energiegebruik voor koeling wel apart te berekenen via een aandeel koeling uit de EPC-berekening

$$Q_{prim;koel} = (Q_{meter;elek} - Q_{schatting;elek}) \times F_{primair;elek} \times F_{koel:EPC}$$

2.10 Decentrale elektriciteitsproductie

De elektriciteitsproductie met zon PV of warmtekrachtinstallatie wordt op $Q_{pres;tot}$ in mindering gebracht. De elektriciteitsproductie in kWh $Q_{elek;pv}$ of $Q_{elek;wkk}$ wordt vermenigvuldigd met een omrekenfactor 3,6 MJ/kWh en gedeeld door een rendement van 39% als primaire factor voor elektriciteitsopwekking.

$$Q_{prim;pv} = -3,6 \times \frac{Q_{elek;pv}}{39\%}$$

$$Q_{prim;wkk} = -3,6 \times \frac{Q_{elek;wkk}}{39\%}$$

3

Toelichting keuzes R-EPC

3.1 Klimaatcorrectie

In de EPC-berekening wordt impliciet uitgegaan van een gemiddeld aantal verwarming en koel graaddagen per jaar. Impliciet, omdat in de warmteverliesberekening gerekend wordt met een vaste binnentemperatuur van 18 °C en een vaste waarde voor de gemiddelde buitentemperatuur over de periode oktober tot en met april. Het rekenkundig gemiddelde over deze periode is 5,7°C. Het werkelijk energiegebruik voor ruimteverwarming moet worden gecorrigeerd voor het aantal graaddagen in het betreffende jaar t.o.v. dit gemiddelde.

In de EPC-berekening wordt de energievraag voor ruimteverwarming berekend aan de hand van de formule $Q_{\text{verw}} = H_{\text{verw}} * (\theta_i - \theta_e) * t$. In NEN5128 wordt in bijlage A een tabel gegeven met de gemiddelde buitentemperaturen θ_e gedurende het stookseizoen, θ_i is in de EPC 18 °C.

In tabel 2 is een vergelijking gemaakt tussen de gemiddelde buitentemperatuur in de Bilt in het stookseizoen in 2010 en de uitgangspunten in de EPC. De graaddagen zijn eenvoudig te berekenen met $(18 - T_{\text{buiten}}) * \text{dagen}$; als voorbeeld februari: $(18 - 1.6) * 28 = 459.2$ graaddagen.

Tabel 2: Vergelijking gemiddelde buitentemperatuur De Bilt en uitgangspunten EPC

Maand	Dagen	Gemiddelde van De Bilt ⁴ 2010	Graaddagen De Bilt 2010	EPC Oe	Berekende graaddagen EPC
Januari	31	-0.5	572.1	2.5	480.5
Februari	28	1.6	459.2	2.7	428.4
Maart	31	6.4	358.5	5.6	384.4
April	30	9.7	248.3	8	300.0
Oktober	31	10.4	235.7	11.2	210.8
November	30	5.8	365.8	6	360.0
December	31	-1.1	593.5	3.4	452.6
Totaal	212	4.6	2833.1	5.7	2616.7

De conclusie die volgt uit tabel 2 is dat het in De Bilt in 2010 tijdens het stookseizoen 8% kouder was in vergelijking tot de uitgangspunten van de EPC-berekening, het aantal graaddagen was in 2010 8% hoger. Verwacht mag worden dat het gasverbruik voor ruimteverwarming in de praktijk dan ook zo'n 8% hoger zal liggen dan we op grond van de EPC-berekening verwachten.

De correctie factor noemen we C_{graad} en is voor een willekeurige locatie LOC te bepalen met :

$$C_{graad;verw} = \frac{Graad_{verw;LOC}}{Graad_{verw;EPC}}$$

$Graad_{verw;LOC}$ is voor verschillende postcode gebieden berekend voor verschillende jaren (zie tabel 3). Daarbij is één weerstation gekozen per postcode gebied. In de periode 2000 t/m 2010 zijn de grootste afwijkingen Valkenburg in 2007 met $C_{graad;verw}=0,8$ (20% warmer tov EPC) en Eelde in 2010 met $C_{graad;verw}=1,17$ (17% kouder tov EPC).

Deze graaddagen in tabel 3 gelden per kalenderjaar en kunnen alleen worden gebruikt als het jaarverbruik bekend is.

Als de klantenbestanden Energie van CBS worden gebruikt om de energiegebruiken te bepalen dan is geen graaddagen correctie meer nodig naar een gemiddeld jaar. In de klantenbestanden zitten al standaard jaar verbruiken die klimaat gecorrigeerd zijn voor een gemiddeld jaar op die locatie, de energiebedrijven gebruiken daarbij de graaddagen van het dichtstbijzijnde weerstation. Wel moet het verschil in gemiddeld aantal graaddagen op locatie ten opzichte van de EPC worden meegenomen. Als de klantenbestanden worden gebruikt wordt voor $Graad_{verw;LOC}$ het gemiddelde aantal graaddagen op locatie gebruikt zoals in tabel 4.

4 Bron : www.kwa.nl/nl/content/graaddagen-en-koeldagen

Tabel 3: Graaddagen voor verschillende jaren per postcode

Postcode min	0	1000	2000	3400	4300	5000	6000	7000	8000	9000
Postcode max	9999	1999	3399	4299	4999	5999	6999	7999	8999	9999
	EPC	Berkhout	Rotterdam	De Bilt	Woensdrecht	Eindhoven	Valkenburg	Twente	Marknesse	Eelde
2000	2617	2308	2225	2278	2238	2285	2216	2351	2216	2387
2001	2617	2478	2386	2465	2432	2479	2354	2595	2354	2607
2002	2617	2438	2266	2357	2285	2321	2270	2522	2270	2584
2003	2617	2593	2460	2568	2537	2530	2482	2718	2482	2747
2004	2617	2440	2381	2449	2449	2478	2373	2573	2373	2563
2005	2617	2367	2257	2329	2343	2362	2272	2474	2272	2475
2006	2617	2428	2332	2401	2387	2431	2349	2526	2349	2527
2007	2617	2194	2098	2156	2167	2187	2095	2310	2095	2288
2008	2617	2461	2396	2439	2439	2455	2376	2563	2376	2551
2009	2617	2438	2266	2357	2285	2321	2270	2522	2270	2584
2010	2617	2924	2752	2833	2817	2830	2781	3022	2781	3066

Tabel 4: Graaddagen gemiddeld afgelopen dertig jaar voor gebruik bij klantenbestanden

Postcode min	0	1000	2000	3400	4300	5000	6000	7000	8000	9000
Postcode max	9999	1999	3399	4299	4999	5999	6999	7999	8999	9999
	EPC	Schiphol/De Kooy	Rotterdam	De Bilt	Vlissingen	Eindhoven	Valkenburg	Twente	Leeuwarden	Eelde
Gemiddeld 1980-2009	2617	2940	2879	2972	2727	2953	2904	3151	3147	3219

3.2 Het aandeel ruimteverwarming

Het aandeel ruimteverwarming in het verbruik $F_{verw;EPC}$ is afhankelijk van het woningtype en de EPC, maar ook van de toegepaste maatregelen. Wanneer betere isolatie of balansventilatie wordt toegepast zal het aandeel ruimteverwarming lager zijn, maar wanneer een zonneboiler of douche WTW wordt gekozen is het aandeel ruimteverwarming weer iets hoger.

$F_{verw;EPC}$ is voor verschillende woningtypen, EPC's en pakketten bepaald met de EPC-software aan de hand van drie voorbeeldwoningen met een EPC van 0,8. Deze hebben alle drie een zonneboiler. Verondersteld is dat als de zonneboiler eruit wordt gehaald dat dan maatregelen moeten worden toegevoegd net zolang tot het energiegebruik in de EPC-berekening voor ruimteverwarming en tapwater samen weer gelijk is aan dat van de voorbeeldwoning. Voor de EPC van 1,0 en 0,6 is in de voorbeeld woning met een EPC van 0,8 de Rc waarde van de schil aangepast.

Tabel 5: Aandeel ruimteverwarming $F_{verw, EPC}$ voor verschillende woningtypen, EPC's en bij verschillende maatregelpakketten

EPC	zonneboiler	douche wtw	Appartement $F_{verw, EPC}$	Tussenwoning $F_{verw, EPC}$	Vrijstaand $F_{verw, EPC}$	Gemiddeld $F_{verw, EPC}$
1.0	nee	nee	66%	64%	71%	67%
	ja	nee	72%	76%	82%	76%
	nee	ja	74%	72%	77%	74%
	ja	ja	80%	83%	88%	84%
0.8	nee	nee	52%	48%	61%	54%
	ja	nee	60%	65%	75%	67%
	nee	ja	64%	59%	69%	64%
	ja	ja	71%	76%	84%	77%
0.6	nee	nee	7%	6%	20%	11%
	ja	nee	22%	37%	50%	36%
	nee	ja	29%	26%	37%	31%
	ja	ja	44%	56%	67%	56%

3.3 Het energiegebruik voor koeling

In paragraaf 3.1 is gebleken dat het aantal graaddagen een significante rol speelt bij het uitwerken van de functie ruimteverwarming binnen de R-EPC. In tabel 3.4 is ter vergelijking het energiegebruik voor koeling afgezet tegen dat voor verwarming. Daartoe zijn berekeningen gemaakt met de EPC-software voor verschillende woningtypen, uitgaande van de volgende EPC-instellingen:

- Elektrische-WP voor zowel verwarmen als koelen (in 'zomerbedrijf').
- Grondwater als warmtebron.
- Type verwarmingslichaam: vloer en/of wand (<35 °C).
- Balansventilatie met warmteterugwinning.
- Warmtapwaterbereiding: combi-WP.

Tabel 6: Het aandeel van primair energiegebruik voor koeling

	Appartement ¹		Tussenwoning		Vrijstaande woning	
EPC	0.74		0.63		0.71	
Qprim;verw	13,618	95%	4,772	91%	15,876	94%
Qprim;koel	781	5%	482	9%	1,002	6%
Qprim;verw+koel	14,398	100%	5,254	100%	16,878	100%

¹ Per appartement berekend

De conclusie is dat het primair energieverbruik voor de functie koeling klein is ten opzicht van het verbruik voor verwarmen, zelfs wanneer de gehele woning van koeling word voorzien. Koelgraaddagen meenemen in dit verhaal lijkt dan ook niet relevant en zal vrijwel geen effect hebben op de waarde van R-EPC.

4

Elektriciteitsverbruik in een all-electric woning

Om voor een all-electric woning te bepalen hoeveel elektriciteit gebruikt wordt voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken moet het overige energiegebruik (voor apparaten, verlichting, ventilatie etc.) van het totale elektriciteitsverbruik worden afgetrokken.

4.1 Schatting elektriciteitsverbruik o.b.v. WoON

Door middel van regressieanalyse op het WoON2006 bestand is een statistisch model ontworpen om op basis van woningkenmerken een schatting te maken van het totale elektriciteitsverbruik zonder elektrische warmtepomp. Dit model is uitgebreider beschreven in Bijlage A, we kiezen voor het model op basis van woningkenmerken. Dit model staat weergegeven in onderstaande formule (hier weergegeven voor de middenwaarde).

$$\begin{aligned} Q_{\text{schatting elek (in kWh)}} = \\ 1649 + X_{\text{woningtype}} + X_{\text{bouwjaar}} + X_{\text{eigendom}} + X_{\text{gas}} + 242 * Y + 1,31 * Z \end{aligned}$$

Op basis van verschillende kenmerken moeten de waarden in tabel 7 in de formule worden ingevuld.

Tabel 7: Parameterwaarden model woningkenmerken

		parameter	ondergrens	bovengrens
Constante		1649	1582	1716
Xwoningtype	vrijstaand	999	955	1042
	2 onder 1 kap	744	703	784
	hoekwoning	584	547	620
	tussenwoning	441	412	470
	meergezins	0	0	0
Xbouwjaar	1990-1999	186	143	229
	2000 of later	0	0	0
Xeigendom	Koopwoning	262	217	306
	Sociale huurwoning	-220	-264	-176
	particuliere huurwoning	0	0	0
Xgas	Aansluiting aardgasnet	-49	-86	-11
Factor Y: aantal kamers		242	232	252
Factor Z: woonoppervlak		1.31	1.13	1.48

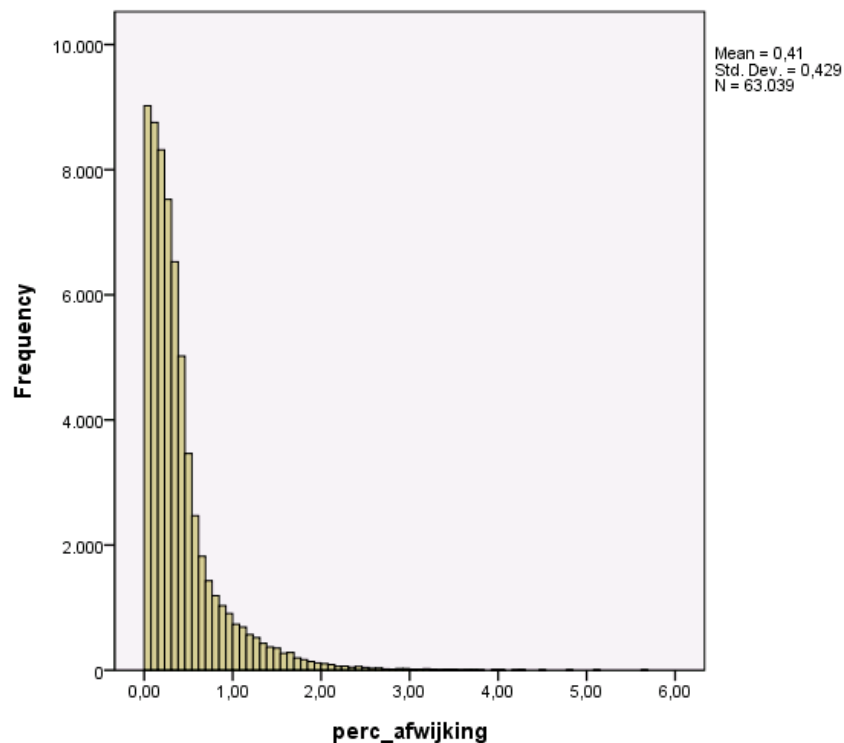
Met dit model kan eenvoudig worden berekend wat het gemiddelde verbruik is voor een woning die aan specificaties op bovenstaande kenmerken voldoet. Het model is bruikbaar om een 'normale' waarde voor een woning te voorspellen. De schatting in het model is gebaseerd op de WoON-steekproef. Dit is een grote steekproef met een goede representativiteit. Zoals elke schatting, heeft ook deze schatting wel een onzekerheidsmarge. Er is immers nog steeds veel variatie in het werkelijk gebruik doordat er grote gedragsverschillen bestaan tussen bewoners van eenzelfde type woning. Een indruk van de marge kan worden verkregen door de waarden voor de onder- en bovengrens uit de tabel te gebruiken in de formule. Deze marges bepalen de grenzen van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de schatting. De interpretatie daarvan is dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik van alle Nederlandse woningen in een specifieke categorie (zonder warmtepomp) zich voor 95% zeker binnen deze bandbreedte bevindt.

Met het hierboven beschreven model kan met een behoorlijke nauwkeurigheid worden bepaald wat het gemiddeld elektriciteitsverbruik van specifieke woningtypen in Nederland is. De kans dat één specifieke woning een verbruik heeft dat daar flink van afwijkt, is echter groot, vooral als gevolg van gedragsvariaties door bewoners, maar ook door kenmerken van woningen en installaties die niet in de schatting zijn meegenomen. Bij grotere aantallen zal het gemiddelde steeds dichter in de buurt van de schatting liggen.

Hoeveel de werkelijke waarde van het elektriciteitsverbruik kan afwijken van de geschatte waarde, is getest op het WoON-bestand. De gemiddelde geschatte waarde is vanzelfsprekend gelijk aan het werkelijke elektriciteitsverbruik, maar per huishouden kan de schatting lager of hoger uitvallen dan het werkelijke verbruik. Voor de gehele populatie is de gemiddelde absolute afwijking (van de geschatte waarde ten opzichte van de werkelijke waarde) 41%. De individuele afwijkingen kunnen groter zijn, zoals te zien in onderstaand figuur. Zo is er ook een deel waar het geschatte verbruik een factor

2 afwijkt van het werkelijke verbruik. Er moet echter worden opgemerkt dat het wel een scheve verdeling betreft. De meeste afwijkingen liggen dichterbij de nul. De mediane afwijking is 29%.

Figuur 2: Afwijking van de werkelijke waarde t.o.v. de geschatte waarde van het elektriciteitsverbruik



Voor de inschatting van het elektriciteitsverbruik exclusief warmtepomp in één specifieke all-electric woning is het bovenstaande model dus niet goed bruikbaar, want de variatie tussen huishoudens is te groot. Wanneer het model wordt gebruikt om een schatting te maken van het gemiddelde verbruik per woning in een project, dan is de kans dat dit werkelijke gemiddelde verbruik overeenkomt met het geschatte verbruik groter. De variatie wordt hier als het ware 'weggemiddeld' in een grotere groep huishoudens.

4.2 Het gebruik van de schatting in de methodiek van de berekening van de reële EPC

Bij de berekening van de reële EPC voor een project met elektrische warmtepompen wordt van het gemiddelde elektriciteitsverbruik, gebaseerd op de meterstanden van het project (Qmeter), de schatting, op basis van het WoON voor het elektriciteitsverbruik van een woning zonder warmtepomp (Q schatting), afgetrokken. Het verschil (Q meter – Q schatting) is het geschatte energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling (indien aanwezig). Om de werkwijze

enigszins overzichtelijk te houden wil Agentschap NL dit doen met puntwaarden. Dat wil zeggen het gemiddelde verbruik van het project minus het gemiddelde van de schatting uit WoON voor het betreffende project. Dit betekent dus dat voor elke woning in het project dezelfde hoeveelheid elektriciteit wordt afgetrokken, zonder rekening te houden met bandbreedtes.

Bij de berekening van de R-EPC wordt wél rekening gehouden met de variatie in werkelijke verbruiken die in een project voorkomen. Dat geldt zowel voor de all-electric woningen als voor de niet- all-electric woningen. De R-EPC-uitkomst is daarin een gemiddelde. De bandbreedte wordt gevormd door het 95% betrouwbaarheidsinterval dat met het werkelijke energiegebruik in het project samenhangt. In projecten met veel variatie tussen woningen zal de bandbreedte van de R-EPC dan groot zijn en in projecten waar het energiegedrag van bewoners niet veel van elkaar verschilt, is ook de bandbreedte van de R-EPC beperkt. In die laatste groep is met andere woorden de nauwkeurigheid van de bepaling van de R-EPC groter.

5

Het testen van de methodiek

5.1 Databestanden

ECN en RIGO beschikken over een databestand met EPC-berekeningen vanwege een eerder EPC-evaluatieonderzoek dat in opdracht van WWI-BZK is uitgevoerd⁵. Dit databestand bevat de gegevens van de EPC-berekeningen van nieuwbouwwoningen op gas die voldoen aan de EPC-eis van 1,0 en 0,8. Van die adressen zijn slechts van enkele woningen de energiegebruiken bekend. Dit komt omdat ECN en RIGO de energiegebruiken hebben verkregen via bewoners. Niet alle bewoners waren bereid aan het onderzoek mee te doen en meterstanden door te geven. Om toch energiegebruiken van alle adressen te verkrijgen, is dit bestand gekoppeld met de klantenbestanden Energie van CBS.

Bezwaar zou zijn dat we dan alleen data hebben over energieconcepten gebaseerd op gas. De all electric variant en lage EPC's zijn dan niet in de dataset vertegenwoordigd. Om die lacune op te vullen hebben we gekeken naar de kennishuis database van Agentschap NL (zie <http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten>) Daarin staan voorbeeldprojecten met een lage EPC. ECN heeft bij de gemeenten EPC-gegevens opgevraagd van projecten met een EPC lager dan 0,6 met meer dan 20 woningen. Dat is uiteindelijk voor drie projecten gelukt. Het gaat hier om de projecten 'Carré Delfgauw' (49 woningen), 'De Kantelen' (44 woningen in Boxtel) en 'starterswoningen Zwaagwesteinde' (24). Alle woningen in deze projecten hebben een elektrische warmtepomp, balansventilatie, lage temperatuurverwarming en een zonneboiler en/of zon pv . 30 woningen van het project 'De Kantelen' hebben ook warmteterugwinning in de douche.

Voor woningen met een EPC groter dan 0,6 uit het EPC-evaluatieonderzoek blijkt de projectgrootte relatief klein omdat het evaluatieonderzoek zich destijds heeft gericht op eengezinswoningen. Voor deze woningen geldt dat woningen in dezelfde plaats en met een vergelijkbare EPC (tussen 0,6 en 0,8 of groter dan 0,8) als één 'project' worden

⁵ <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10043.pdf>

beschouwd. Vanwege de kleine aantallen woningen is hierbij geen onderscheid gemaakt naar woningtype. 'Projecten' met minder dan tien woningen (waarvan het gasverbruik bekend is) zijn niet in de analyse meegenomen. CBS geeft geen toestemming de gemiddelde verbruiken afkomstig uit de klantenbestanden te publiceren.

Al met al zijn op deze manier vier 'projecten' gedefinieerd waarvan de woningen een EPC tussen de 0,6 en 0,8 hebben en vijf 'projecten' met een EPC tussen de 0,8 en 1,0. In tabel is het aantal woningen per 'project' weergegeven.

Tabel 8: Aantal woningen per project voor projecten met EPC groter dan 1,0.

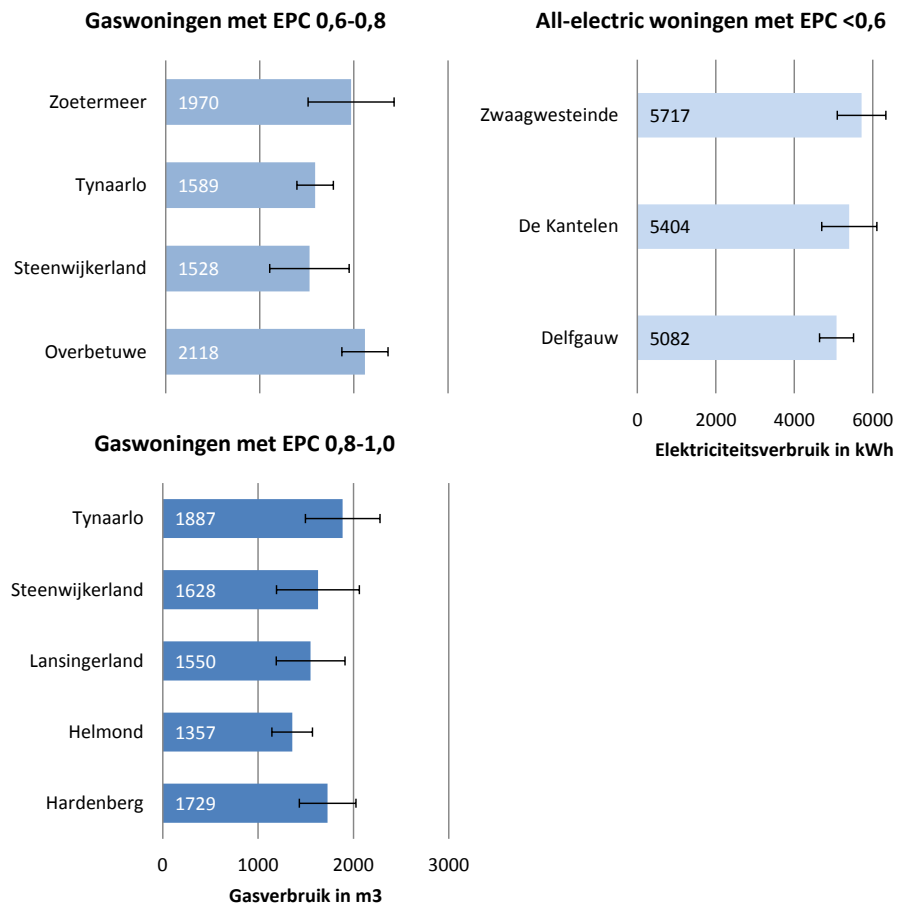
Plaats	EPC 0,6 - 0,8	EPC 0,8 - 1	Totaal
Hardenberg		18	18
Helmond		18	18
Lansingerland		13	13
Overbetuwe	17		17
Steenwijkerland	12	11	23
Tynaarlo	14	10	24
Zoetermeer	13		13
Totaal	56	70	126

Alle woningen binnen de projecten met een EPC > 0,6 hebben een HR107-ketel. Binnen de projecten bestaat wel veel variatie in woningtype en energiebesparende maatregelen die in de woningen aanwezig zijn. Alle projecten bevatten zowel vrijstaande als andere typen eengezinswoningen. Wat betreft de ventilatie geldt voor beide projecten in Tynaarlo dat in alle woningen balansventilatie aanwezig is. Alle andere projecten bevatten zowel woningen met balansventilatie als woningen met een mechanisch afvoersysteem (en natuurlijke toevoer). In Overbetuwe en Steenwijkerland (EPC 0,6-0,8) hebben ook enkele woningen warmterugwinning in de douche.

5.2 Gemiddeld energiegebruik per project

Gezien de variaties in verbruik die worden verwacht als gevolg van bewonersgedrag verdient het aanbeveling de reële EPC te berekenen voor nieuwbouwprojecten op basis van het gemiddelde werkelijke energiegebruik. Daarbij kijken we ook naar de bandbreedtes die worden gevonden in het werkelijke gas, of elektriciteitsverbruik. Figuur 2 toont het gemiddeld energiegebruik per project en de variatie daaromheen.

Figuur3: Variatie energiegebruik per project



5.3 Aanpak

Voor het berekenen van de reële EPC (R-EPC) is het recept gevolgd zoals beschreven in hoofdstuk 2. De formule van de EPC-berekening is toegepast op de werkelijke energiegebruiken van de nieuwbouwwoningen. Deze formule ziet er als volgt uit:

$$(R)EPC = \frac{Q_{pres:tot}}{[330 \times A_{g,woon}] + [65 \times A_{verlies}]} \times \frac{1}{C_{EPC}}$$

Zoals in het ‘recept voor de reële EPC-berekening’ beschreven staat, is $Q_{pres:tot}$ een optelsom van het energieverbruik voor verschillende energiefuncties in een woning (ruimteverwarming, verwarming van tapwater, ventilatiesystemen, e.d.). Voor het berekenen van de R-EPC voor nieuwbouwprojecten zijn deze berekend met behulp van het gemiddelde energieverbruik per project. Voor de warmtepompwoningen (EPC<0,6) is gerekend met het gemiddelde elektriciteitsverbruik van 2010. Voor de gaswoningen (EPC>0,6) is gerekend met het gemiddelde gasverbruik van hetzelfde jaar. Daar waar voor 2010 geen gasverbruik beschikbaar was, is het verbruik van 2009 genomen. Voor het woonoppervlak ($A_{g,woon}$) en het verliesoppervlak ($A_{verlies}$) zijn ook de gemiddelden

per project in de formule ingevuld.

Voor het berekenen van de R-EPC waren alle benodigde gegevens beschikbaar, behalve het aantal kamers (t.b.v. de schatting voor het elektriciteitsverbruik voor woningen zonder warmtepomp). Voor de warmtepompwoningen is daarom met behulp van het WoON het aantal kamers geschat op basis van het gebruiksoppervlak van de woning.

5.4 Resultaten per project

Door de formule van de EPC-berekening toe te passen op de werkelijke energiegebruiken van woningen, is voor verschillende nieuwbouwprojecten een gemiddelde reële EPC berekend. In figuur 4 zijn deze voor alle projecten weergegeven, samen met de bijbehorende marges. De boven- en ondergrenzen geven de waarden waartussen de reële EPC voor het betreffende project met 95 procent zekerheid ligt. Ter vergelijking is tevens de gemiddelde EPC per project weergegeven, inclusief de bijbehorende marges. Immers, omdat het 'samengestelde' projecten zijn zoals beschreven in paragraaf 5.1, is er binnen een project geen uniforme EPC, maar is ook daarin sprake van enige variatie.

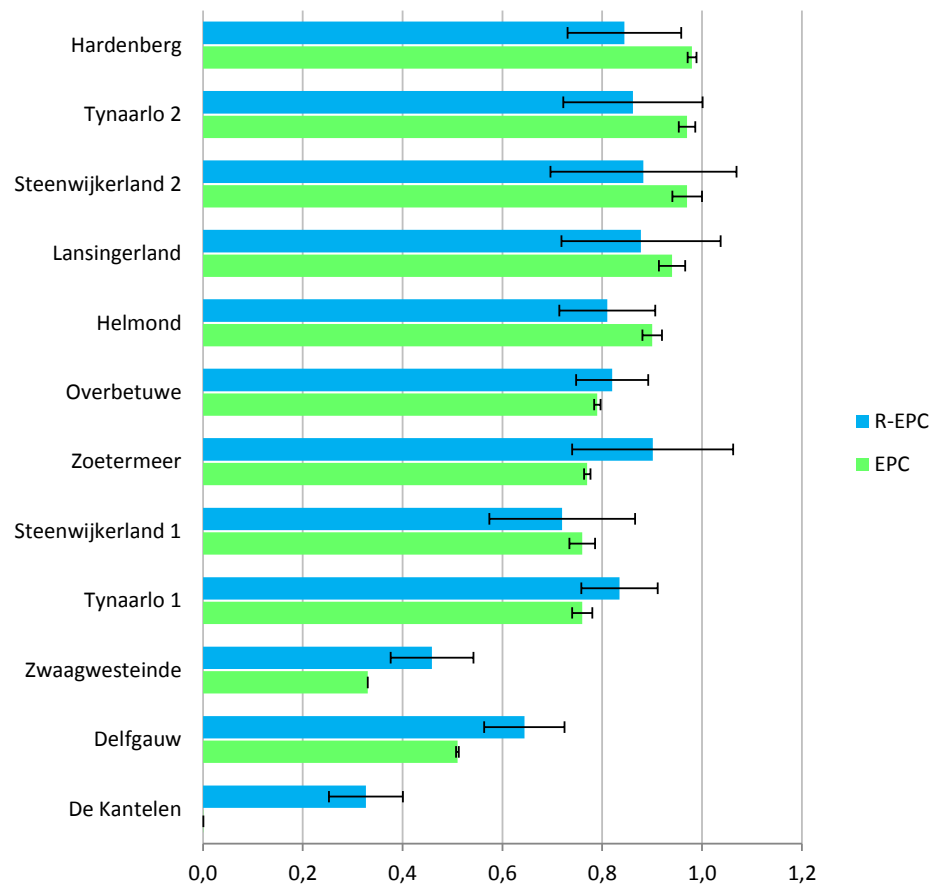
Voor de drie projecten met een $EPC < 0,6$ (Zwaagwesteinde, Delfgauw en De Kantelen) geldt dat de R-EPC significant hoger is dan de EPC. Dit zijn alle projecten met all-electric woningen. Met uitzondering van Hardenberg, geldt voor alle projecten met een $EPC > 0,6$ dat de R-EPC niet significant verschilt van de EPC. Dat wordt mede veroorzaakt doordat het aantal woningen in deze projecten beperkt is, de bandbreedte in R-EPC door variatie in werkelijk energiegebruik is groot. Daarnaast is het goed mogelijk dat eventuele effecten worden uitgemiddeld door de toch nog grote variatie in woningtypen en maatregelen binnen deze projecten.

In figuur 5 is een trend te zien dat voor woningen met een lage EPC de R-EPC hoger uitvalt, terwijl de R-EPC voor woningen met een hoge EPC juist lager uitvalt. Wel moet daarbij opgemerkt worden dat de lage EPC's alleen 'all-electric' woningen betreffen. Het kan zijn dat de R-EPC methode minder goed werkt voor 'all-electric' woningen of dat warmtepompen meer energie gebruiken dan theoretisch verondersteld.

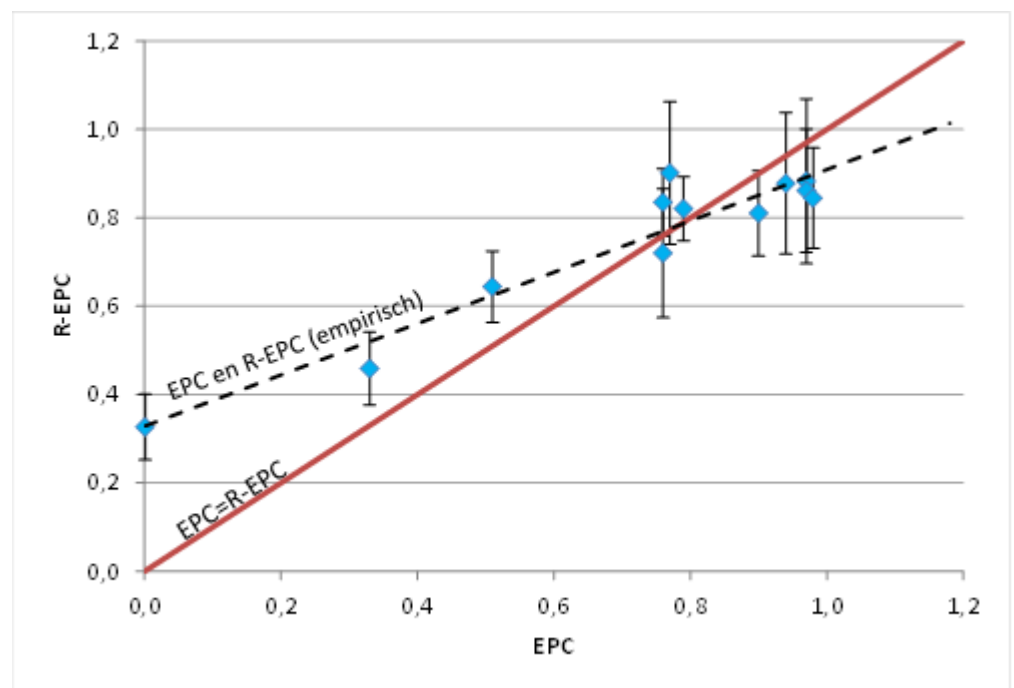
Zoals in de inleiding vermeld, is in dit onderzoek niet gezocht naar de oorzaak van het verschil tussen theorie en praktijk. Er zijn drie zaken die het verschil tussen theorie en praktijk kunnen verklaren:

1. Bewonersgedrag.
2. De EPC-rekenmethodiek sluit niet aan bij de praktijk.
3. De EPC wordt niet goed nageleefd, de maatregelen in de EPC-berekening worden in de praktijk niet of niet goed geïnstalleerd.

Figuur 4: Gemiddelde EPC en R-EPC per project



Figuur 5: Relatie EPC en R-EPC



6

Discussie en conclusies

Bruikbaarheid methodiek

In dit rapport is een methodiek uitgewerkt om een reële EPC te berekenen op basis van het werkelijke energiegebruik. De methodiek van een R-EPC is bruikbaar om het energiegebruik in de praktijk van ongelijke projecten te vergelijken. De methodiek is ook getest op een databestand met een aantal projecten met nieuwbouwwoningen, zowel voor woningen op gas als all-electric woningen met een elektrische warmtepomp. Het databestand met energiegebruiken is verkregen door koppeling met de klantenbestanden energie van CBS en deze bevatten geen gegevens over warmtegebruik. Om de methodiek toe te kunnen passen op woningen die zijn aangesloten op warmtelevering is het nodig het gemiddeld warmtegebruik van een project op een ander wijze te verkrijgen.

In hoofdstuk 5 hebben we laten zien dat een vergelijking gemaakt kan worden tussen de reële EPC op basis van het werkelijk energiegebruik en de EPC uit de bouw aanvraag. Wanneer het gaat om één enkel project dan volstaat de vergelijking tussen het werkelijk gasverbruik en theoretisch gasverbruik conform de EPC⁶. Een ratio tussen werkelijk en theoretisch gasverbruik is eenvoudiger te begrijpen, maar het nadeel is dat het gasverbruik van verschillende projecten niet direct met elkaar kan worden vergeleken als de woningtypen en woninggrootte verschillend zijn. Ook levert bewonersgedrag een bijdrage aan grote verschillen tussen theoretisch en werkelijk energiegebruik op woningniveau. De reële EPC-methodiek corrigeert hiervoor door het gemiddeld energiegebruik te nemen van een project en houdt rekening met de bandbreedte.

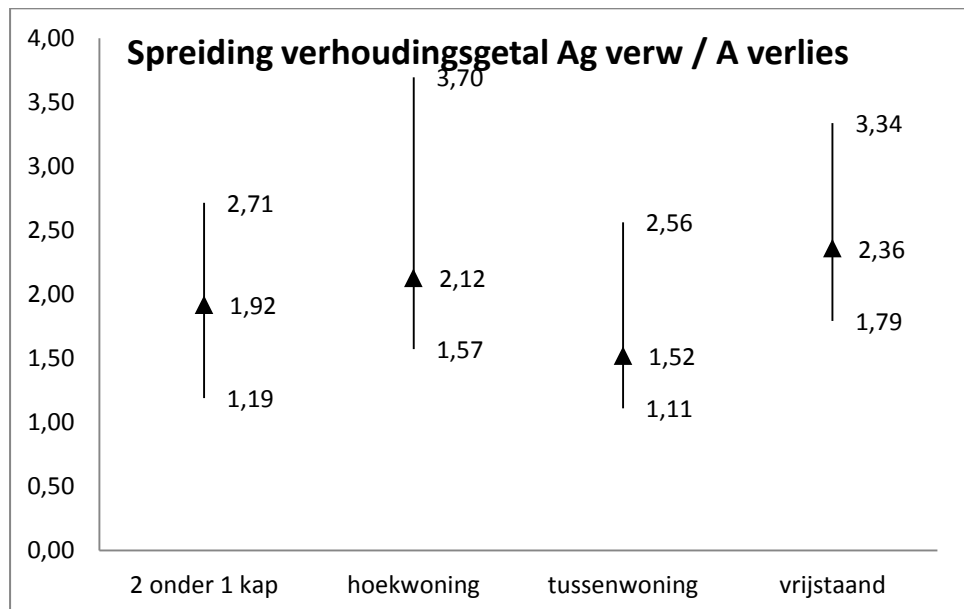
De reële EPC-berekeningen kunnen antwoord geven op de vraag of de werkelijke energieprestatie ook beter wordt naarmate de EPC-eis lager is. Ook kan een vergelijking worden gemaakt tussen verschillende energieconcepten. Het is daarbij wel essentieel dat voldoende data voorhanden zijn, zodat conclusies niet op één of enkele projecten wordt gebaseerd. De resultaten van de test in hoofdstuk 5 van dit rapport zijn bepaald aan de hand van enkele projecten en moeten daarom als indicatief worden gezien.

⁶ Zie het rapport: K. Leidelmeijer, M. Menkveld en P. Vethman., RIGO/ECN , Vergelijking werkelijk en theoretisch gasverbruik EPC 0,8 woningen, januari 2011.

Is de methodiek ook toepasbaar zonder EPC-berekening uit bouwaanvraag?

Nee, de methodiek is niet toepasbaar zonder EPC berekening uit de bouwaanvraag of zonder betrouwbare gegevens over het gebruiks- en verliesoppervlak van de woningen en de toegepaste energiebesparende maatregelen om aan de EPC-eis te voldoen. Op zoek naar projecten met een EPC lager dan 0,6 hebben we gekeken naar de kennishuisdatabase van Agentschap NL (zie <http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten>). Daarin staan voorbeeldprojecten met een lage EPC. Van deze projecten is de EPC en het toegepaste concept bekend. Om een reële EPC te berekenen ontbreekt echter nog het gebruiksoppervlak en het verliesoppervlak van de woning. Een mogelijkheid zou zijn om het gebruiksoppervlak op te zoeken in de BAG en het verliesoppervlak te schatten aan de hand van het gebruiksoppervlak op basis van de verhouding per woningtype. In de kennishuisdatabase staan echter geen adressen en de verhouding tussen verlies- en gebruiksoppervlak blijkt niet zo eenduidig. In figuur 1 staat die verhouding per woningtype op basis van de data uit de EPC-evaluatiestudie. Het enige alternatief blijft de EPC-berekeningen van de betreffende projecten op te vragen bij de gemeenten.

Figuur 2: Verhouding verlies en gebruiksoppervlak per woningtype in data EPC-evaluatiestudie



Is de methodiek ook bruikbaar voor de bestaande bouw?

Ja, de methodiek is ook bruikbaar voor de bestaande bouw. De reële EPC-methodiek zou ook toegepast kunnen worden op het energielabel in de bestaande bouw, waarbij de energieprestatie wordt uitgedrukt in een energie index. De formule is vergelijkbaar met die van de EPC en normeert ook het energiegebruik naar gebruiks- en verliesoppervlakte, alleen de parameters zijn iets anders:

$$EI = \frac{Q_{\text{totaal}}}{155 \cdot A_g + 106 \cdot A_{\text{verlies}} + 9560}$$

Ook hier zou een reële EI bepaald kunnen worden door het werkelijke gasverbruik in de teller van deze formule te stoppen en daarbij forfaitaire waarden voor hulpenergie, ventilatie en verlichting op te tellen.

Die forfaitaire waarden kunnen worden overgenomen uit de NEN 5128, de EI rekenmethodiek. Ook in de EI-rekenmethodiek bestaat het hulpenergieverbruik voor ruimteverwarming uit bijdragen van de CV-pomp, ventilator en elektronica. De laatste twee worden op identieke wijze berekend, via dezelfde aanname van een verbruik per m². Hulpenergie voor de CV pomp gaat in EI niet per m², maar met een vaste waarde voor het vermogen van de pomp, onafhankelijk van de grootte van de woning. Hier hoort ook een andere formule bij. De berekening van het energiegebruik van ventilatie en verlichting is in de EI rekenmethodiek gelijk aan die in de EPC.

Net als in het recept voor de reële EPC hoort ook bij de reële EI een graaddagcorrectie. In principe is deze hetzelfde als die van de R-EPC. In de EI berekening is de duur van de periode en de gemiddelde buitentemperatuur over deze periode gelijk aan de EPC-methodiek. Voor het aandeel ruimteverwarming zal een aantal voorbeeldsituaties moeten worden doorgerekend.

Energiegebruik voor zomercomfort en koeling maakt geen onderdeel uit van de EI berekening.

De standaardberekening is bedoeld om de energie index te bepalen voor het energielabel. Er wordt met standaardcondities gerekend, zodat een woning uitsluitend op haar energetische kwaliteit wordt beoordeeld. B.v: het aantal personen heeft een vaste relatie met het gebruiksoppervlak en er is een vaste instelling voor de binnentemperatuur. Dit benadert de EPC-methodiek.

Het maatwerkadvies dient om een advies aan een bewoner te geven over het nemen van energiebesparende maatregelen. De randvoorwaarden bij deze berekening zijn zoveel mogelijk conform de werkelijkheid. Het aantal personen zal het werkelijk aantal personen zijn. De binnentemperatuur wordt bepaald aan de hand van de meterstanden en lokale graaddagen. Ten opzichte van het maatwerkadvies heeft het berekenen van een R-EI geen toegevoegde waarde.

Toepassing van de methode

De methodiek is in deze vorm alleen toepasbaar voor onderzoek naar een verklaring van de verschillen in energiegebruik tussen theorie en praktijk. Je kan er geen individuele woning meer van een label voorzien of het energiegebruik van een enkele woning verklaren.

Bijlage A. Verantwoording statistisch model elektriciteitsverbruik

A.1. Uitgangspunten

Doel

Om op basis van woningkenmerken een schatting te maken van het totale elektriciteitsverbruik zonder elektrische warmtepomp is geanalyseerd hoe goed het elektriciteitsverbruik van een huishouden kan worden verklaard met kenmerken die normaal gesproken van een woning/project en huishouden beschikbaar zijn.

Kenmerken woningen

Woningkenmerken die vrijwel altijd beschikbaar zijn, zijn:

- Woningtype:
 - o Eengezins
 - Vrijstaand
 - Twee-onder-een-kap
 - Hoekwoning
 - Tussenwoning/rij
 - o Meergezins
 - Woninggrootte
 - Woonoppervlak – in WoON: door bewoners ingeschat
 - Aantal kamers
 - Bouwperiode:
 - o Vooroorlogs
 - o 1945-1969
 - o 1970-1989
 - o 1990-1999
 - o 2000 of later
- Eigendomsverhouding:
- Huur
 - o Sociaal
 - o Particulier
 - Koop

Verder gaan we er ook vanuit dat bekend zal zijn of er in de woning een gasaansluiting is of dat er (ook) sprake is van warmtelevering. Bij warmtelevering zal vaker elektrisch worden gekookt en zal het elektriciteitsverbruik gemiddeld dus hoger liggen.

Kenmerken huishoudens

Kenmerken van huishoudens die uit GBA's beschikbaar gemaakt kunnen worden, zijn:

- Aantal personen in huishouden.
- Leeftijdsverdeling.
- Etnische achtergrond:
 - o Autochtoon.
 - o Niet-westers allochtoon.
 - o Westers allochtoon.

Met de kenmerken aantal personen en leeftijdsverdeling kan ook een indeling in typen huishoudens worden gemaakt, bijvoorbeeld:

- Eenpersoonshuishouden < 23 jaar.
- Eenpersoonshuishouden 23-64 jaar.
- Eenpersoonshuishouden 65-plus.
- Meerpersoonshuishouden zonder kinderen < 23 jaar.
- Meerpersoonshuishouden zonder kinderen 23-64 jaar.
- Meerpersoonshuishouden zonder kinderen 65 plus.
- Meerpersoonshuishouden met kinderen.

Aantal personen en type huishouden zijn vermoedelijk beide relevant.

Selectie

In de analyse brengen we het jaarverbruik elektriciteit in verband met voornoemde kenmerken van woningen en huishoudens. We halen daarbij de extreme verbruikswaarden uit de analyses. Van deze verbruiken is het immers waarschijnlijk dat die zijn beïnvloed door onbekende factoren als vakantie of een bedrijf aan huis en dergelijke. Bij de modelschattingen zijn ook nog respondenten verwijderd die op een van de hiervoor benoemde kenmerken ontbrekende gegevens hebben. Het resterende aantal respondenten waarop de analyses zijn gebaseerd, kwam daarmee op 63.039 (94% van de respondenten met een gekoppelde verbruikswaarde).

Modelspecificatie

We gaan ervan uit dat er tussen de verklarende kenmerken geen interacties zijn. We schatten dus alleen de hoofdeffecten. Dit is getest in het model waar zowel woning- als huishoudenskenmerken zijn gebruikt. De optredende interacties bleken – zoals verwacht – een zeer beperkte invloed te hebben die niet bijdraagt aan de verklaarde variantie of de interpretatie van de gevonden effecten.

A.2. Model woningkenmerken

Het model met de woningkenmerken heeft een verklaringskracht (adjusted R^2) van 27%. Dat is op zichzelf niet erg veel omdat bijna driekwart van de variantie onverklaard blijft. Toch is het model wel significant.

Alle benoemde woningkenmerken dragen significant bij aan de verklaring. Het aantal kamers heeft de meest bepalende invloed, gevolgd door eigendomsverhouding en woningtype.

De geschatte modelparameters, inclusief 95% onder- en bovengrens van de parameters zijn weergegeven in tabel 9.

Tabel 9: Parameterwaarden model woningkenmerken

		parameter	ondergrens	bovengrens
Constante		1649	1582	1716
Xwoningtype	vrijstaand	999	955	1042
	2 onder 1 kap	744	703	784
	hoekwoning	584	547	620
	tussenwoning	441	412	470
	meergezins	0	0	0
Xbouwjaar	1990-1999	186	143	229
	2000 of later	0	0	0
Xeigendom	Koopwoning	262	217	306
	Sociale huurwoning	-220	-264	-176
	particuliere huurwoning	0	0	0
Xgas	Aansluiting aardgasnet	-49	-86	-11
Factor Y: aantal kamers		242	232	252
Factor Z: woonoppervlak		1.31	1.13	1.48

Noot. Parameterwaarden '0' hebben betrekking op redundante categorieën.

Met dit model kan eenvoudig worden berekend wat het gemiddelde verbruik is voor een woning die aan specificaties op bovenstaande kenmerken voldoet.

Dus bijvoorbeeld, een koopwoning, vrijstaand, gebouwd tussen 1970-1989, zonder warmtelevering, met een oppervlak van 200 m² en vijf kamers komt uit op een geschat elektriciteitsverbruik tussen de 4.065 en 4.693 kWh per jaar (puntschatting: 4.379 kWh per jaar). Ander voorbeeld: een meergezinswoning in de sociale huur, gebouwd na 2000, met warmtelevering, en een oppervlak van 60 m² en met drie kamers. Die komt dan uit op een geschat verbruik tussen de 2.083 en 2.386 kWh per jaar, met een puntschatting van 2.234 kWh per jaar. De betrouwbaarheidsmarge van de schatting van het gemiddelde komt daarmee uit op rond de 7% (naar boven en naar beneden).

Met andere woorden: er kan met 95% zekerheid worden gesteld dat het gemiddelde verbruik ligt op de geschatte waarde plus of min 7%.

A.3. Model woning- en huishoudenskenmerken

Als de benoemde huishoudenskenmerken worden toegevoegd aan het verklaringmodel, komt de verklaarde variantie uit op 34% (adjusted R²). Dat is dus beter dan met alleen woningkenmerken, maar nog steeds wordt bijna tweederde van

de verschillen in verbruiken tussen woningen en huishoudens niet verklaard door deze kenmerken. Het model is weergegeven in tabel 10.

In dit tweede model wordt het aantal personen de belangrijkste verklarende variabele. Dat kenmerk neemt een aanzienlijk deel van de verklaring over van de variabele 'aantal kamers' uit het model 1. Aantal kamers is nog wel de tweede belangrijkste verklarende variabele, gevolgd door woningtype, eigendomsverhouding en type huishouden. Voor het kenmerk niet-westers allochtoon ontstaat een negatieve parameterwaarde. Deze parameterwaarde hangt inhoudelijk meer samen met het inkomen - wat op zichzelf een relevante verklarende variabele is voor elektriciteitsverbruik, maar die we 'niet bekend' veronderstellen - dan met de etnische achtergrond zelf.

Met dit model kan ook goed de variatie binnen woningtypen in beeld worden gebracht. Zo komt de schatting voor de vrijstaande woning uit het vorige voorbeeld (toen: 4.379 kWh), bewoond door een autochtoon gezin met vijf personen uit op 5.012 kWh, terwijl een autochtoon huishouden met twee personen van 65 jaar of ouder vermoedelijk rond de 4.083 kWh verbruikt.

Een model met meer verklarende variabelen, levert veelal – en dus ook in dit geval - meer verklaarde variantie. De schatting van de resulterende waarde brengt echter ook meer onzekerheid met zich mee. De parameterwaarden worden iets minder robuust, maar belangrijker is dat er uiteindelijk meer onzekerheden (elke parameter heeft immers z'n eigen onzekerheidsmarge) bij elkaar worden opgeteld. Het 95% betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde komt bij model 2 uit in de buurt van de 9 á 10% (was 7% in model 1). Zo ligt het gemiddelde verbruik voor het gezin in de vrijstaande woning uit het voorbeeld met 95% zekerheid tussen 4.580 en 5.444 kWh per jaar.

Tabel 10: Parameterwaarden model woning- en huishoudkenmerken

		parameter	ondergrens	bovengrens
Constante		1.658	1.569	1.746
Woningtype:	vrijstaand	898	856	939
	twee-onder-een kap	576	536	615
	hoekwoning	417	382	453
	tussenwoning	273	246	301
	meergezins	0	0	0
Bouwperiode	Vooroorlogs	-99	-137	-61
	1945-1969	-77	-114	-40
	1970-1989	121	121	121
	1990-1999	229	188	270
	2000 of later	0	0	0
Eigendom	koop	162	120	205
	sociale huur	-191	-234	-149
	particuliere huur	0	0	0
Aantal kamers		139	129	148
Woonoppervlak		1,18	1,01	1,34
Energie	gas	-87	-122	-51
	warmte	0	0	0
Aantal personen		275	260	289
Autochtoon		-42	-77	-8
Niet-westers allochtoon		-337	-384	-290
Westers allochtoon		0	0	0
Huishoudens	1 pers < 23 jaar	226	66	385
	1 pers 23-64 jaar	-164	-214	-114
	1 pers 65-plus	-435	-488	-381
	2 pers zonder kinderen < 23 jaar	-89	-227	50
	2 pers zonder kinderen 23-64 jaar	255	221	289
	2 pers zonder kinderen 65 plus	-105	-146	-64
	Meerpersoonshuishouden met minderjarige kinderen	0	0	0

Noot. Parameterwaarden '0' hebben betrekking op redundante waarden.

A.4. Conclusie

Het werkelijke elektriciteitsverbruik van huishoudens kan matig tot redelijk worden voorspeld met behulp van meer algemene (en veelal beschikbare) kenmerken van woningen en huishoudens. Het verklaarde deel is kleiner dan het niet-verklaarde deel. Op zichzelf is dat niet ongebruikelijk bij dit type analyses omdat de individuele variatie in omstandigheden en gedrag tussen ogenschijnlijk vergelijkbare huishoudens en woonsituaties in de praktijk steeds weer aanzienlijk blijkt te zijn.

De modellen zijn wel significant en er kunnen ook betekenisvolle onderscheiden mee worden gemaakt in verwachte verbruiken van huishoudens, gegeven de woning waarin ze wonen, zoals met enkele voorbeelden is geïllustreerd. De precisie van de schatting laat wel te wensen over. Immers, als de precisie een marge heeft plus of min 10%, moet een 'maatregelpakket om aan de EPC-eis te voldoen' een groter effect hebben op het verbruik dan 10% om (significant) te kunnen worden onderscheiden.

Het model kan met het verwijderen van een aantal minder goed verklarende variabelen en categorieën nog wel worden geoptimaliseerd (verhouding verklaarde variantie en precisie zo gunstig mogelijk maken) maar de marges zijn – gegeven de te gebruiken verklarende variabelen - wel zo ongeveer gegeven met de voorgaande modellen: circa 33% verklaarde variantie en een precisie van hoogstens plus/min 7% in de schatting van het gemiddelde verbruik

ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 LG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

