

Elektrisch huis kan EPC-probleem oplossen

Drs.ing. Peter Hafkamp

Dr.ir. Ruud Hunik

Een huis dat zelf in zijn energiebehoefte voorziet en voor energie volledig afhankelijk is van elektriciteit, stelt andere eisen aan het systeemontwerp. Een stappenplan kan dan helpen. Maar er zijn nog meer keuzen te maken. Welk systeem is het beste voor de warmtevoorziening en warm tapwater? Welke factoren wegen mee? Minstens zo belangrijk is de vraag welke concrete resultaten het oplevert.

Een all-electrichuis kan een nieuwbouwhuis zijn, maar ook een renovatiewoning. Een stappenplan helpt bij het systeemontwerp van een all-electrichuis, nieuwbouw of renovatie met toepassing van hernieuwbare energie. De stappen zijn achtereenvolgens:

1. Stel de duurzaamheidsambitie vast.
2. Schat het verbruik en de netaansluitcapaciteit in.
3. Schat de opwekcapaciteit in.
4. Schat de onbalans van opgewekte en te gebruiken energie in.
5. Overweeg beperking van de piekbelasting en opslag van elektriciteit.

STAP 1. STEL DE DUURZAAMHEIDSAMBITIE VAST

Voorbeeld 1

De duurzaamheidsambitie is bijvoorbeeld: 40 procent van het jaarverbruik, exclusief vervoer, wordt met pv-panelen en/of windenergie opgewekt.

categorie	minimum [kWh]	maximum [kWh]	apparatuur	opmerking
huishouden < 3 kw	3.500	4.000		afrekening vorig jaar
elektrisch koken	500	700	inductie	
verwarming	4.000	5.000	warmtepomp	grond/lucht
warm tapwater	1.500	2.000	elektrische boiler	
elektrische auto				geen
totaal	9.500	11.700		

Tabel 1, voorbeeld 1: verbruik vrijstaande woning.

categorie	maximum [kW-piek]	apparatuur	schakelbaar	kW-piek niet-stuurbaar
huishouden < 3 kw	7		nee	7
elektrisch koken	9	inductie	nee	9
verwarming	9	warmtepomp	ja	0
warm tapwater	3	elektrische boiler	ja	0
elektrische auto				
totaal	28			16

Tabel 2, voorbeeld 2: piekvermogen vrijstaande woning.

Dit is het derde en laatste deel in de reeks over het all-electrichuis. De twee eerdere artikelen zijn geplaatst in VV+ januari en februari. Dit derde deel beschrijft een stappenplan voor het systeemontwerp, toegelicht aan de hand van twee voorbeelden. De kengetallen zijn dezelfde als in de vorige twee artikelen.

Voorbeeld 2

De duurzaamheidsambitie is bijvoorbeeld: 70 procent van het jaarverbruik, inclusief vervoer, wordt met pv-panelen en/of windenergie opgewekt.

Pas, indien mogelijk, de Trias Energetica toe.

- beperk het energiegebruik van de woning: woningschil warmteverbruik woning, isolatie en tapwater (douche-wtw);
- pas energiezuinige apparatuur toe, zoals energiezuinige ventilatoren et cetera.

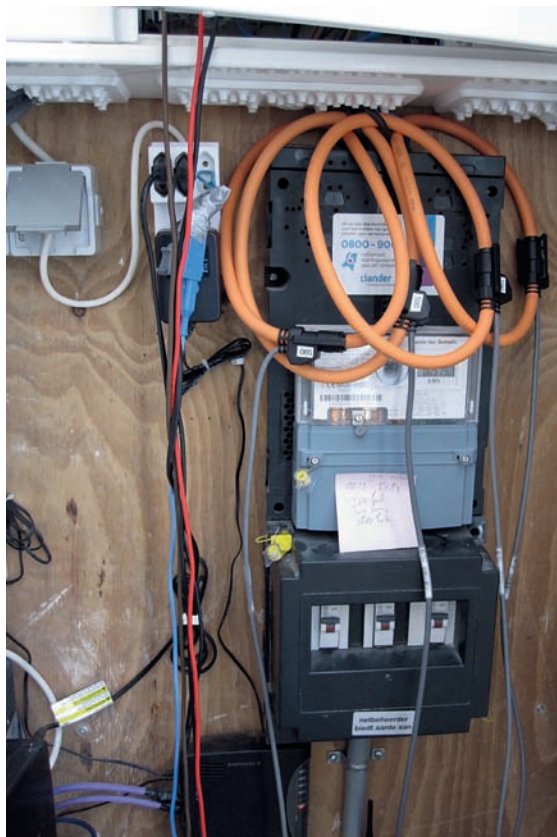
STAP 2. SCHAT HET VERBRUIK EN DE NETAANSLUITCAPACITEIT IN

Voorbeeld 1

Maak per onderwerp een schatting van het jaarverbruik, zie het voorbeeld in tabel 1. De economische afweging voor verwarming en warm tapwater is hier niet uitgewerkt.

Maak een schatting van de gelijktijdige piekbelasting (tabel 2). Voor elektrische verwarming moet het eerste stookseizoen en soms ook nog het tweede stookseizoen rekening worden houden met een hoger energiegebruik, tot wel 20 procent. Dit komt door het fenomeen dat droogstoken heet. Het eerste jaar is daarom geen goed ijkmoment.

Een netaansluiting van 3x25 A lijkt haalbaar, als de aanloopstroom van de warmtepomp beperkt is en bij aanbrengen van een prioriteitschakeling, bijvoorbeeld een relais, ten gunste van de niet-stuurbare groepen ten opzichte van de stuurbare groepen. Bij elektrisch koken wordt dan de warmtepomp uitgeschakeld. De elektrische boiler warmt alleen in de nacht op.



Stroommeting all-electrichuis.



Vermogenmeter all-electrichuis.

Voorbeeld 2

Maak een schatting het totaalgebruik (tabel 3) en de gelijktijdige piekbelasting (tabel 4).

Een netaansluiting van 3x50 A is noodzakelijk. Verder schakelt de elektrische verwarming af als er tapwater nodig is.

STAP 3. SCHAT DE OPWEKCAPACITEIT IN

Voorbeeld 1

In het voorbeeld wordt uitgegaan van pv. Bij een ambitie van 40 procent duurzaam opgewekte energie hoort een opwekenergie van $0,40 \times 11.700 \text{ kWh} = 4.680 \text{ kWh}$, dat betekent 5,2 kW-piek aan pv-capaciteit. Ongeveer 30 m² aan pv voor de nieuwe generatie pv-cellen.

categorie	minimum [kWh]	maximum [kWh]	apparatuur	opmerking
huishouden < 3 kw	4.500	5.000		afrekening vorig jaar
elektrisch koken	500	700	inductie	
verwarming	7.000	9.000	elektrische vloerverwarming	deels lucht
warm tapwater	1.500	1.800	doorstroomboiler	
elektrische auto	4.000	5.000		25.000 km/a
totaal	17.500	21.500		

Tabel 3, voorbeeld 2: verbruik woning met elektrische auto.

categorie	maximum [kW-piek]	apparatuur	schakelbaar	kW-piek niet-stuurbaar
huishouden < 3 kw	7		nee	7
elektrisch koken	9	inductie	nee	9
verwarming	11	elektrische vloerverwarming	ja	0
warm tapwater	20	doorstroomboiler	nee	20
elektrische auto	9	lader	ja	0
totaal	47			35

Tabel 4, voorbeeld 2: piekvermogen woning met elektrische auto.

Voorbeeld 2

In dit voorbeeld is een opwekenergie van $0,70 \times 21500 \text{ kWh} = 15.050 \text{ kWh}$ vereist. Bij een gunstige kustlocatie is micro-windenergie toepasbaar. Wanneer twee turbines met een opwekenergie van elk 2.500 kWh worden ingezet, dan blijft er nog ongeveer 10.000 kWh over voor pv. Dat zal rond de 64 m² pv-cellen zijn.

STAP 4. SCHAT DE ONBALANS VAN OPGEWekte EN TE GEBRUIKEN ENERGIE IN

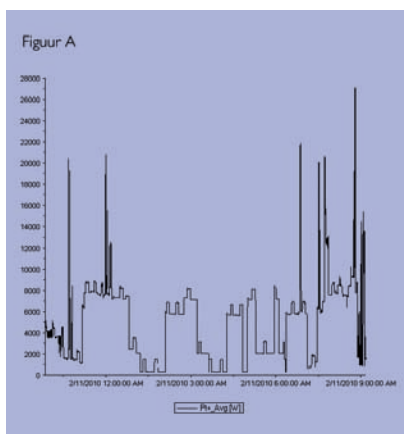
Leveranciers voor kleinverbruik staan terugleveren tot 3.000 kWh of zelfs 5.000 kWh energie toe tegen hetzelfde tarief als het inkoop tarief. Dit wordt het zogenoemde salderen genoemd. Boven dit bedrag wordt de vergoeding aanzienlijk lager. In feite is het elektriciteitsnet – technisch gezien – een (gratis) batterij, waarbij de energieleverancier de onbalans kosten tot op zekere hoogte voor zijn rekening neemt. Een inschatting van de onbalans is dus van belang. Bij toepassing van veel pv, een overschot tijdens de daguren, is de kans groot dat er lagere financiële opbrengsten zijn. Toepassing van elektriciteitsopslag eventueel te combineren met verlaging van het aansluitvermogen via een elektriciteitsrouter, kan dan interessant zijn.

Voorbeeld 1

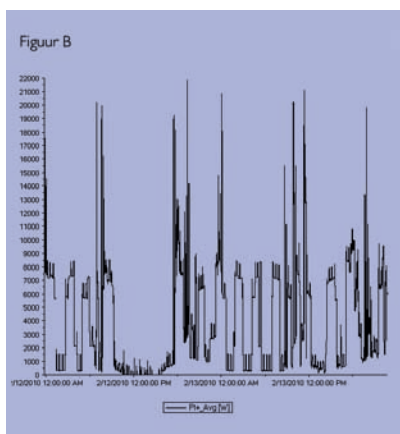
De maximale opgewekte elektriciteit is jaarlijks ongeveer 4.700 kWh, tegenover een totaalverbruik van ongeveer 11.700 kWh. De verwachting is dat ongeveer tweederde van de opgewekte elektriciteit wordt teruggeleverd, dus 3.100 kWh overdag in de zomermaanden. Dat betekent dat in dit voorbeeld (bijna) alles wordt gesalderd. Er zal dus nog ongeveer 7.000 kWh netto moeten worden ingekocht.

Voorbeeld 2

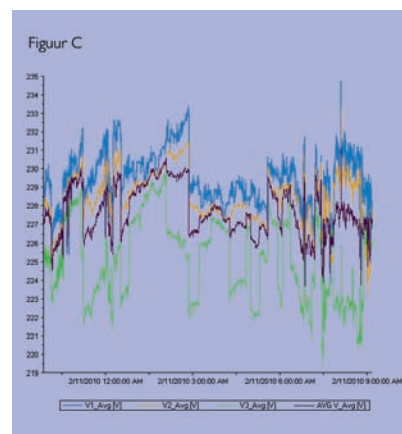
De maximaal opgewekte elektriciteit is ongeveer 15.000 kWh, waarvan tweederde met pv en de rest met microwind. Hier



Figuur A. Hier is het effect van in- en uitschakelende vloerverwarming en de effecten van de doorstroom-boiler goed te zien.



Figuur B: Het verloop over meerdere dagen is hier weergegeven. Het vermogen op 12 februari rond het zonnige middaguur wordt nul en is zelfs negatief vanwege de pv-panelen.



Figuur C. De spanningsvariaties gedurende het etmaal zijn goed zichtbaar, maar blijven binnen een marge van 5 procent.

is de verwachting dat 50 procent van de opgewekte elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net, dus 7.500 kWh. Dit is fors meer dan de salderingsnorm. Het is zinvol om in dit geval naar een opslagmogelijkheid te kijken zodat de teruglevering kan worden verminderd. De bruto inkoop is 14.000 kWh (21.500 – 7.500 kWh). In het gunstige geval, bij energieleveranciers die dat accepteren, moet netto 9.000 kWh (14.000 – 5.000 kWh) worden ingekocht en wordt voor 2.500 kWh een lagere vergoeding ontvangen. Dit is minder dan de helft, soms slechts een derde van de inkoopprijs.

STAP 5. OVERWEEG BEPERKING VAN DE PIEKBELASTING EN OPSLAG VAN ELEKTRICITEIT

Nieuwe apparatuur komt op de markt, waarmee elektrische energie kan worden gestuurd en opgeslagen. De opslagcapaciteit is niet bedoeld voor seizoensopslag van energie. Dit voorbeeld gaat uit van de powerrouter (Nedap), deze is binnenkort verkrijgbaar in 3-fasenuitvoering van 15 kW continu en 20 – 25 kW piekvermogen.

Voorbeeld 1

In dit voorbeeld is het financieel niet interessant, tenzij de powerrouter wordt gecombineerd met de pv-inverter.

Voorbeeld 2

Het voor een deel opvangen van vraag en aanbod via opslag in accu's. Als de 2.500 kWh in zijn geheel kan worden verschoven, dan levert dat bij een kWh-prijs van € 0,23 minimaal € 0,14 op, dat is 350 €/a. Verlaging van de netaansluiting

van 3x50 A naar 3x25 A levert 950 €/a op. Samen is dat 1.300 €/a. Bij een terugverdientijd van vijftien jaar mag de 3-fasenpowerrouter met accu's, bijvoorbeeld 10 kWh, dus bijna € 20.000 kosten.

WARMTEPOMP VERSUS DIRECTE ELEKTRISCHE VERWARMING MET PV-OPWEKKING

In de discussie over verduurzaming komt de (grond)warmtepomp prominent in beeld. Voor utiliteitsbouw, en vooral als er naast verwarming ook koeling nodig is, kan een warmtepompinstallatie in combinatie met opslag (wko) al heel snel voordelig zijn voor warm tapwater in de winter en koeling in de zomer. Voor goedgeïsoleerde individuele woningen, met geen of weinig koudebehoefte, is het echter de vraag of de grondwarmtepomp wel de beste oplossing is.

De kosten voor grondwarmtepompen zijn nog steeds erg

installatie	investering [€]	verbruik en opbrengst [kWh]	opmerking
warmtepomp	19.500 – 26.000	1.820 – 3.900	130 m ²
tapwater warmtepomp	1.000	1.200 – 1.680	extra investering
warmtepomp subtotaal	20.500 – 27.000	3.020 – 5.580	
vloerverwarming	2.800 – 3.500	2.700 – 3.300	70 m ² benedenverdieping
convector radiator	1.200 – 1.800	2.450 – 3.150	60 m ²
boiler	1.200	2.160 – 3.120	150 liter
pv-cellen	15.300 – 20.500	-/ -3.930 – -/ -5.270	3,5 €/kWp; 3,89 €/ kWh
elektrisch subtotaal	20.500 – 27.000	3.380 – 4.300	

Tabel 5, vergelijking bodemwarmtepomp versus elektrisch verwarmen met pv.

hoog en de langetermijneffecten van individuele boringen (bodemplussen) diep in de bodem, niet altijd duidelijk. Dit kunnen negatieve effecten zijn op ondergrondse waterlopen en ongewenste verstoring van grondlagen. Ook kan er sprake zijn van beïnvloeding van bronnen waardoor de warmtebron minder op kan leveren en de warmtepomp zich meer als elektrische verwarming gaat gedragen.

Elektrische verwarming komt in de huidige nieuw- en renovatiebouw niet aan bod. Dit heeft vooral te maken met de EPC (energieprestatieberekening), waarbij opgewekte elektriciteit een lage score heeft wat betreft de benodigde primaire energie (de EPC-software, op basis van NEN 5128, stelt het gemiddeld rendement van centrales op 39 procent). Als de opgewekte energie duurzaam is opgewekt en ingekocht, bijvoorbeeld windenergie, dan geldt dit lage rendementspercentage niet. De software houdt daar echter geen rekening mee. Wat wel mogelijk is en een lage EPC-score oplevert, is de toepassing van pv-panelen.

De prijs van pv-panelen gaat snel omlaag, dit in tegenstelling tot de prijs van een warmtepompinstallatie met grondboring. In 2010 is het zogeheten break-evenpoint al bereikt voor de toepassing van elektrische verwarming en pv-panelen zonder subsidie tegenover de grondwarmtepomp. Het volgende voorbeeld illustreert dit. Energetisch, netto verbruik in kWh, ligt de hoge grens voor elektrisch en pv gunstiger dan voor de warmtepomp (tabel 5).

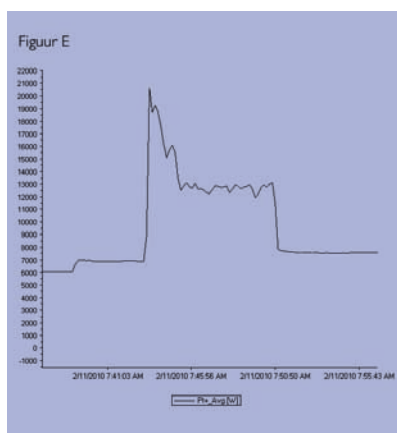
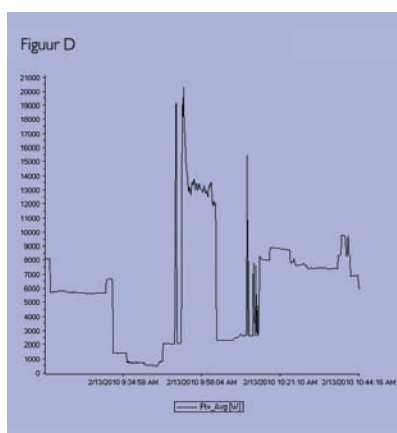
Uitgangspunten:

- Woning 130 m², goede isolatie: huishouden van drie personen, netaansluiting 3x25 A.
- Warmtepomp: tapwater gecombineerd met ruimteverwarming versus elektrische vloerverwarming (70 m²) gecombineerd met convector elektrisch (60 m²), elektrische boiler en pv-panelen.
- Toepassing van douche-wtw (20 procent besparing tapwater).
- Voor beide situaties is hetzelfde investeringsbedrag beschikbaar.

METINGEN ALL-ELECTRICHUIS

Figuren A tot en met E zijn metingen en registraties in een all-electrichuis met elektrische (vloer)verwarming (6 kW+1,4 kW+1,0 kW+0,7 kW), doorstroomboiler (23 kW-max, zes vermogensstappen) en pv-panelen (7,8 kW-piek) in een koude week in februari 2010. De resultaten zijn gemeten met een registrerende 3-fase met nulmeter HT Italia PQA 823.

Het gemiddelde verbruik per dag in die week in februari is



Figuur D/E. Het effect van een douche-wtw-element (lange-pijpmodel) is duidelijk zichtbaar. De korte piek van rond de 19 kW wordt binnen 1,5 min. verlaagd naar ongeveer 13 kW, als de wtw volledig in werking is. De getoonde douchebeurt is ongeveer 8 min. Zonder wtw is het vermogen ongeveer 19 kW, dus energetisch 2,5 kWh. Een besparing van 6 kW gedurende 6 min. levert ongeveer een besparing op van 0,6 kWh. Dat is ongeveer 24 procent.

ongeveer 95 kWh, gemiddeld dus ongeveer 4 kW over het etmaal. De aansluitwaarde in deze woning is 3x50 A, vanwege de piekbelasting. Een prioriteitsschakeling schakelt de vloerverwarming uit bij gebruik van de doorstroomboiler. Het aftoppen van de pieken (meer dan 22 kW) tot maximaal 12 – 15 kW via een vermogenswitch zou gunstig zijn, omdat dan een goedkopere 3x25 A-aansluiting mogelijk is. De vermogensverdeling over de fasen moet dan wel gelijkmatig zijn.

Literatuur

- 'Elektrische concepten voor woningen', rapport CE Delft in opdracht van SenterNovem, juli 2009.
- 'Het opladen van elektrische auto's', WV+ april 2010, iwo.

Auteurs

Drs. ing. Peter Hafkamp en dr. ir. Ruud Hunik, Instituut voor Wetenschap en Ontwikkeling (www.iwo.nl).