



# HOE ZO VEEL MOGELIJK EIGEN ZONNE-ENERGIE BENUTTEN?

## OPSLAGSYSTEMEN EN PV-PANELEN BETER DIMENSIONEREN

Dankzij een batterij en thermische buffer kan tot 60% van door PV-panelen (8 kWp) geproduceerde zonne-energie worden ingezet voor eigen gebruik. Om zo veel mogelijk energie voor eigen gebruik te kunnen inzetten, is echter een zorgvuldige dimensionering van de opslagsystemen en pv-panelen vereist.

H. Monteyne & M. De Paepe, Universiteit Gent in samenwerking met ATIC

ATIC en UGent sloegen de handen in elkaar en ontwikkelden een tool om de grootte van de batterij, thermische buffer en pv-panelen te bepalen in functie van de warmtevraag en het elektrisch energiegebruik van een gezinswoning uitgerust met warmtepomp en vloerverwarming.

### **BELANG VAN ENERGIEOPSLAG**

De Europese Green Deal wil tegen 2030, 40% van alle eindenergiegebruik door hernieuwbare bronnen laten voorzien. Hierbij zou 49% van alle energievoorziening in gebouwen van hernieuwbare aard moeten zijn. Dit zal

gepaard gaan met doorgedreven elektrificatie, waarbij de warmtepomp een cruciale rol zal spelen.

Om hernieuwbare energie flexibel in gebouwen in te zetten zal lokale energieopslag noodzakelijk zijn. Onderzoek naar batterijen en hun gebruik in gebouwen boemt. Thermische energieopslag staat nog in zijn kinderschoenen. Toch zal ook dit potentieel onderzocht moeten worden.

ATIC heeft daarom in het kader van de stichting Burnay een onderzoeksopdracht toegewezen aan UGent rond dit thema. Samen met onderzoekers van UGent heeft

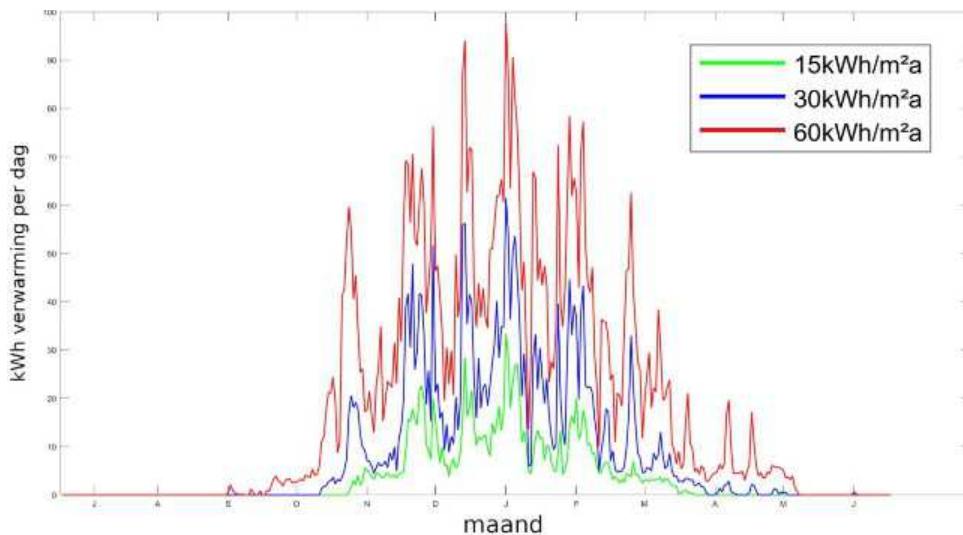
ATIC mogelijkheden van energieopslag bestudeerd in lage-energie gezinswoningen uitgerust met warmtepompen.

De vraag van de studie was in hoeverre energieopslag het net kan ontlasten door eigen gebruik en in hoeverre de fractie van hernieuwbare-energieproductie op een woning kan worden gemaximaliseerd.

### **DE SETTING**

Hiervoor werd een grote set aan simulaties uitgevoerd op vrijstaande residentiële gebouwen met een lage energievraag voor verwarming. Voor deze woningen werd de verwarmingsbehoefte bepaald gedurende een heel jaar met tijdstappen van drie minuten.

Daarnaast werd ook het energiegebruik van elektrische toestellen in rekening gebracht, met een verbruiksprofiel in de tijd. Voor de simulaties werden verschillende niveaus van prestatie van de gebouwenschil in overweging genomen:



Figuur 1 geeft het verloop van de warmtevraag voor de drie types gebouwen weer, waarbij de maanden december en januari (winter) centraal staan

15 kWh/m<sup>2</sup>a, 30 kWh/m<sup>2</sup>a, 60 kWh/m<sup>2</sup>a (jaarlijkse energievraag per vierkante meter). Op basis van dynamische simulaties in TRNSYS17 werd voor iedere woning de warmtevraag voor verwarming bepaald in de tijd.

### DE WARMTEVRAAG IN DE TIJD

Uit figuur 1 blijkt dat de grootte van de piekvraag voor verwarming in de wintermaanden niet evenredig is met het gedefinieerde energiegebruiksniveau.

Een woning met een jaarlijkse energievraag voor verwarming van 15 kWh/m<sup>2</sup>a heeft een totale jaarlijkse energievraag die 25% is van die van een woning met het peil 60 kWh/m<sup>2</sup>a. De piekvraag voor verwarming voor een woning van 15 kWh/m<sup>2</sup>a is echter tot 34% van de piekvraag van een woning van 60 kWh/m<sup>2</sup>a.

Dit betekent dat het piekvermogen voor verwarming niet proportioneel afneemt met de afname van de warmtevraag. Een zeer energiezuinige woning vraagt in het tussenseizoen merkbaar minder uren verwarming, terwijl op de koudste momenten er toch nog een vrij grote vermogensvraag kan zijn.

### ENERGIEVRAAG VOOR ELEKTRISCHE TOESTELLEN

Naast de energievraag voor verwarming en sanitair warm water, heeft iedere woning ook een energievraag voor elektrische toestellen. In dit project wordt als basis het energiegebruik voor een eenge-

zinswoning genomen op 5.011 kWh per jaar, zoals gemeten in het LINEAR-project. In dit project werden vrijstaande eengezinswoningen opgevolgd bij gezinnen met twee kinderen waarbij beide ouders werken. De huishoudtoestellen die nodig zijn voor een typisch gezin werden gebruikt en er werd enkel gekookt op een elektrisch kookfornuis. De verwarming van deze woningen gebeurde met aardgas en het energiegebruik van de toestellen is hierdoor ontkoppeld van de warmtevraag.

### HET ENERGIEPRODUCTIESYSTEEM

De basis van het verwarmingssysteem in alle woningen is een warmtepomp met vloerverwarming (met een eigen thermische capaciteit op basis van de geschatte waterinhoud). Deze waterinhoud is een eerste thermische buffer in het systeem. De keuze voor het warmtepompsysteem

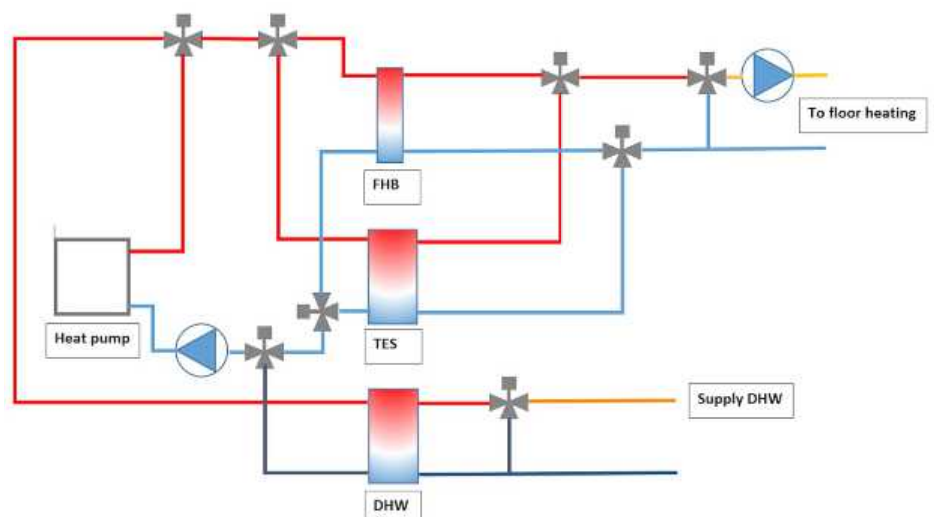
**THERMISCHE ENERGIEOPSLAG STAAT NOG IN ZIJN KINDERSCHOENEN.** TOCH ZAL OOK DIT POTENTIEEL ONDERZOCHT MOETEN WORDEN

houdt rekening met de ver doorgedreven elektrificatie van verwarming die na 2030 wordt voorzien.

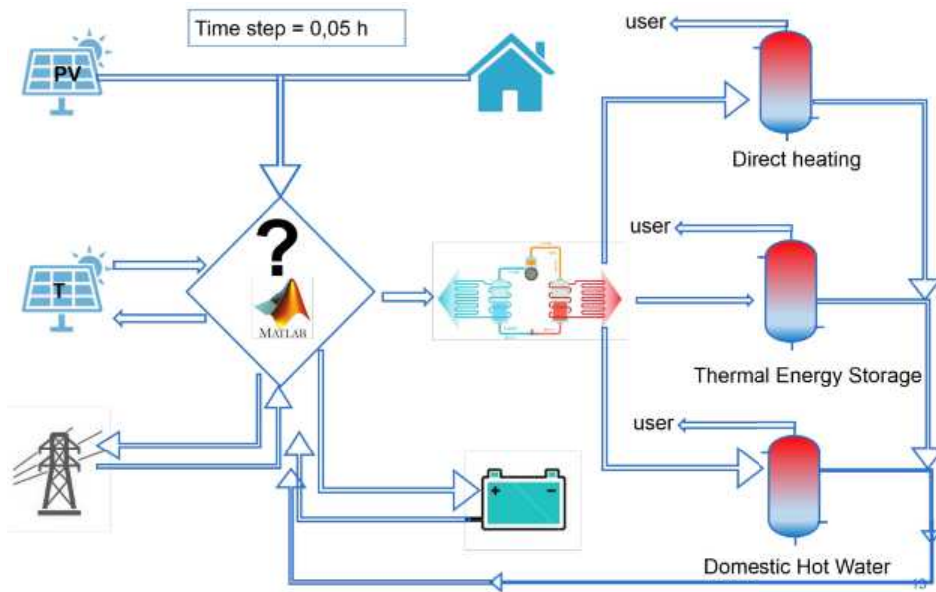
Tegelijk kan zo ook de impact hiervan op de elektriciteitsvraag worden bestudeerd. Bijkomend wordt er een buffervat voorzien voor thermische energieopslag (TES). Daarnaast is er een watervat gevoed door de warmtepomp voor sanitair warm water. Aan de woning worden eveneens fotovoltaïsche zonnepanelen toegevoegd. Ten slotte wordt er ook een batterij voorzien om elektrische energie op te slaan.

### DE REGELSTRATEGIE

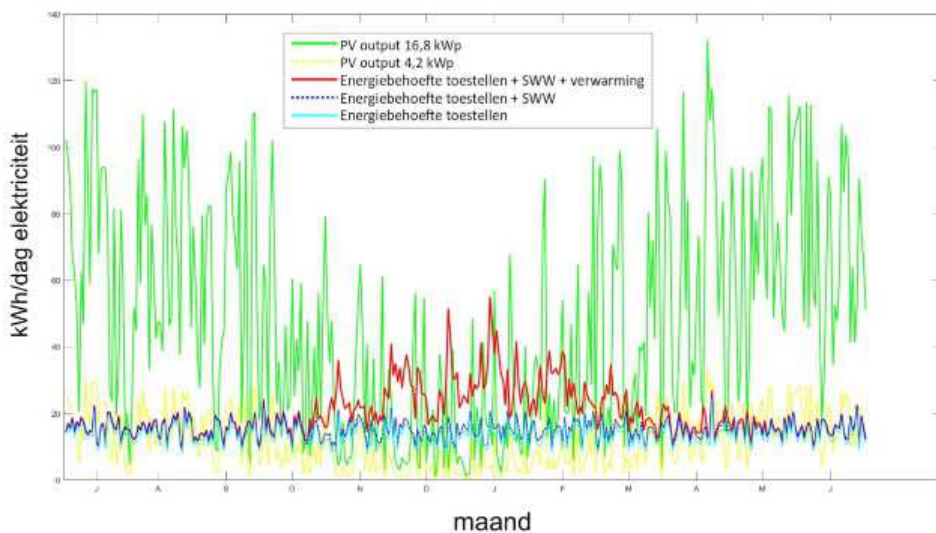
De regelstrategie bepaalt op welke manier de energievraag wordt voldaan. Op ieder ogenblik wordt de energievraag voor verwarming, sanitair warm water en elektrische toestellen bepaald in stappen van drie minuten.



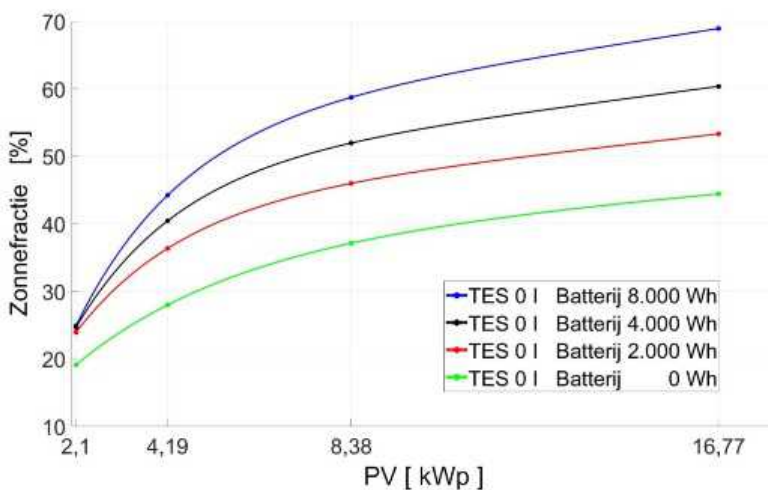
Figuur 2 toont het verwarmingssysteem dat in alle woningen op dezelfde manier werd voorzien



Figuur 3 illustreert het volledige schema van de energievoorziening en toont ook de mogelijkheid tot koppeling met het net. De regelstrategie staat centraal in het schema



Figuur 4: productie van elektrische energie door PV en energievraag voor gebouw 60 kWh/m<sup>2</sup>a met 5.011 kWh voor de toestellen



Figuur 5: zonnefractie voor combinatie PV en batterij (woning 60 kWh/m<sup>2</sup>a)

De productie van sanitair warm water heeft steeds prioriteit. Als de PV-panelen of de batterij niet voldoende energie kunnen leveren wordt energie uit het net genomen. Thermische energie wordt in de thermische buffer opgeslagen met behulp van de warmtepomp, wanneer de batterij meer dan 50% is opgeladen. Als er een verwarmingsvraag is, dan wordt eerst gekeken of in de gegeven tijdstap de watercapaciteit van de vloerverwarming deze warmte kan leveren. De warmtepomp kan in die tijdstap dan wel de Thermische Energieopslag opladen.

Is dat niet het geval, dan wordt gekeken of het PV-systeem, desnoods in aanvulling met de batterij, voldoende energie bevat om via de warmtepomp deze energie te leveren. Als dat niet kan – ook omdat er bijvoorbeeld tegelijk een nood is aan sanitair warm water productie – dan wordt de thermische energieopslag aangesproken. Als ook deze niet voldoende is opgeladen, zal de warmtepomp de energie leveren, waarbij er elektriciteit van het net wordt genomen. Elektrische energie van het PV-systeem gaat eerst naar de huishoudtoestellen, vervolgens naar de warmtepomp en dan naar de batterij. Als er geen energieproductie is van de PV-panelen, wordt eerst de batterij aangesproken en vervolgens het net.

## ENERGIEVRAAG ZONDER ENERGIEOPSLAG

Zonder energieopslag vraagt de warmtepomp op jaarbasis 896 kWh elektrische energie voor een 15 kWh/m<sup>2</sup>a woning en 2.359 kWh voor een type woning met 60 kWh/m<sup>2</sup>a. Voor de woning met 15 kWh/m<sup>2</sup>a ligt de vraag naar verwarming vooral bij zeer lage buitentemperaturen, waardoor de warmtepomp gemiddeld met een lagere COP draait. Figuur 4 toont de energieproductie van 25 m<sup>2</sup> PV-panelen (gele lijn) en 100 m<sup>2</sup> PV-panelen (groene lijn) versus het energiegebruik voor een huis met 60 kWh/m<sup>2</sup>a. Het energiegebruik is opgedeeld in de vraag voor sanitair warm water (licht blauwe lijn), de som van de vraag naar

### ZONNEFRACTIE (MET OPSLAG)

Indien we een energieopslag (batterij of thermische opslag) toevoegen aan de woning, dan kunnen we nagaan hoe de zonnefractie wijzigt. De zonnefractie is een maat voor de hoeveelheid zonne-energie van de PV-panelen die op jaarbasis voor eigen gebruik wordt ingezet. De zonnefractie kan per tijdstap worden gedefinieerd door:

$$\Phi_S = \frac{\sum_{k=k_0}^{k_{max}} (P_P(k) - P_{P,net}(k))}{\sum_{k=k_0}^{k_{max}} P_L(k)}$$

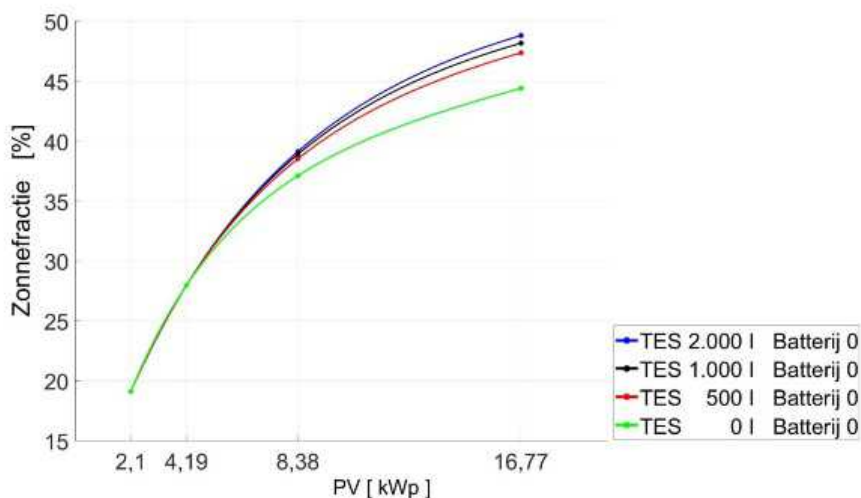
Waarbij:

- $P_P$ : de energieproductie van de PV-panelen op tijdstap  $k$ ,
- $P_L$ : de energievraag van de gehele woning op tijdstap  $k$ ,
- $P_{P,net}$ : het deel van de productie die ogenblikkelijk niet kan worden gebruikt op tijdstap  $k$  (noch om de vraag  $P_L$  te dekken noch om de opslag te voeden) en dus aan het net wordt teruggeleverd op tijdstap  $k$ .

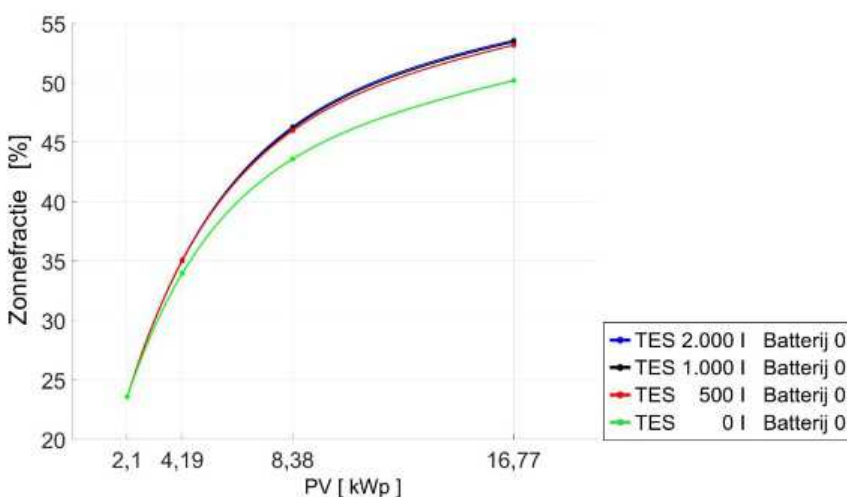
sanitair warm water en de huishoudtoestellen (steeds met een jaar energievraag van 5.011 kWh – donkerblauwe stippel lijn) en de som van sanitair warm water, huishoudtoestellen en de verwarming met de warmtepomp (rode volle lijn).

Deze figuur illustreert duidelijk dat 25 m<sup>2</sup> PV-panelen (in deze studie 4.2 kWp) in de zomer de energievraag van de toestellen en sanitair warm water meestal kunnen afdekken. Tevens zien we dat zelfs 100 m<sup>2</sup> PV-panelen (in deze studie 16,8 kWp) in de winter niet in staat zijn de energievraag voor verwarming, sanitair warm water en huishoudtoestellen te beantwoorden.

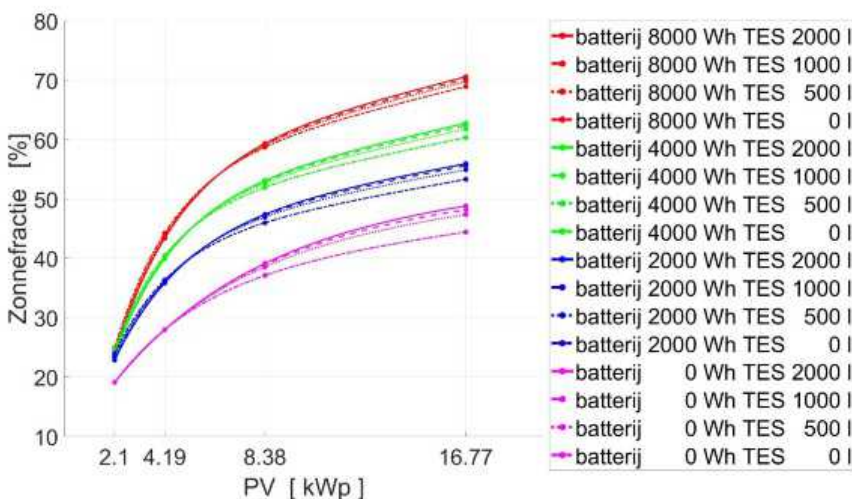
Toevoegen van een batterij of thermische opslag zal dus de mogelijkheid bieden om pieken in productie te gebruiken om dalen in productie op te vangen.



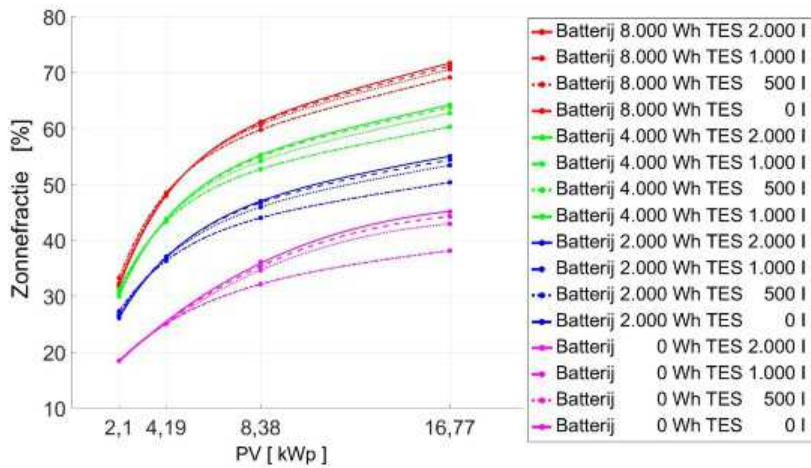
Figuur 6: zonnefractie voor combinatie PV en thermische opslag (woning 60 kWh/m<sup>2</sup>a)



Figuur 7: zonnefractie voor combinatie PV en thermische opslag (woning 15 kWh/m<sup>2</sup>a)



Figuur 8: zonnefractie voor de combinatie PV, batterijen en thermische opslag (woning 60 kWh/m<sup>2</sup>a met 5.011 kWh/a energievraag huishoudtoestellen)



Figuur 9: zonnefractie voor combinatie PV, batterijen en thermische opslag (woning 60 kWh/m<sup>2</sup>a met 2.500 kWh/a energievraag huishoudtoestellen)

### MEER INFO OVER DE TOOL VAN ATIC

via de QR-code of surf naar [atic.be](http://atic.be)



## IMPACT VAN EEN ELEKTRISCHE BATTERIJ

Op figuur 5 is te zien wat de toevoeging van een elektrische batterij oplevert, variërend in grootte van 2.000 kWh tot 8.000 kWh, waarbij enkel het bruikbare laadvermogen wordt opgegeven. Dit houdt rekening met een einde ontladcapaciteit van 20% en een maximale oplaadcapaciteit tot 90% van de nominale capaciteit, om een langere levensduur te garanderen. De batterij zorgt ervoor dat meer energie van de PV-panelen voor eigen gebruik kan ingezet worden als de grootte van de batterij toeneemt.

In een 60 kWh/m<sup>2</sup>a woning (met warmtepomp en 5.011 kWh energiegebruik voor de huishoudtoestellen) zonder batterij kan maximaal 37% van de energiebehoefte geleverd worden door 8,4 kWp PV-panelen. Met een batterij van 8.000 kWh kan dit aandeel oplopen tot 59%.

## IMPACT VAN THERMISCHE OPSLAG

Indien we enkel thermische opslag (TES: Thermal Energy Storage) gebruiken, zien we een

gelijkaardig gedrag. Hierbij valt op dat de zonnefractie niet zo hoog zal oplopen (maximaal 39% voor de 60 kWh/m<sup>2</sup>a woning bij 8.4 kWp zonnepanelen), omdat thermische opslag enkel kan worden ingezet om aan de verwarmingsbehoefte te voldoen, wat dus enkel kan in het verwarmingsseizoen.

Indien we de verwarmingsbehoefte verkleinen naar het huis met 15 kWh/m<sup>2</sup>a (figuur 7) dan zien we dat de situatie nauwelijks wijzigt. Bij lage hoeveelheden geïnstalleerde PV doet thermische opslag er niet toe en vallen alle curves samen. Pas als er voldoende PV-panelen aanwezig zijn, is er voldoende productie om wat niet wordt gebruikt door huishoudtoestellen op te slaan in de thermische buffer. De extra zonnefractie door thermische opslag blijft beperkt tot 5%.

## ELEKTRISCHE BATTERIJ EN THERMISCHE OPSLAG

Indien batterijen en thermische opslag worden gecombineerd leidt dit tot een bijzonder complexe combinatie van groottes van de batterij en de thermische opslag, zoals getoond in figuur 8.

De eerste 6 kWp PV-panelen dragen in alle gevallen sterk bij tot de groei van de zonnefractie. Hierna loopt de zonnefractie slechts geleidelijk op met 1.5% per kWp. Hoe groter de elektrische batterij, hoe minder de impact van het thermisch energieopslag systeem.

Naarmate het energiegebruik voor de huishoudtoestellen daalt komt er meer energie beschikbaar om op te slaan. Bij een 60 kWh/m<sup>2</sup>a woning met 2500kWh energiebehoefte voor de huishoudtoestellen en 8.4 kWp neemt de zonnefractie toe met 4% bij een thermische buffer van 2000 l (Figuur 9) ten opzichte van 1.8% bij een energiebehoefte van 5011 kWh/a voor de huishoudtoestellen.

Zoals geïllustreerd in tabel 1 (zie hieronder) zijn er verschillende combinaties mogelijk die bijvoorbeeld allemaal tot een zonnefractie van 40% leiden. De bouwheer zal op basis van deze combinaties in staat zijn de beste financiële keuze te maken.

Tijdens het project werd dan ook een reken-tool ontwikkeld. Deze tool laat toe na te gaan hoe deze verschillende combinaties impact hebben op de zonnefractie. In figuur 9 wordt een screenshot van de tool getoond, die werd uitgewerkt in Excel. Deze tool is beschikbaar op de website van ATIC.

Met deze tool kan de grootte van elektrische en thermische energieopslag worden bepaald in functie van de warmtevraag en het elektrisch energiegebruik voor een gezinswoning. Hierbij kan er worden ingeschat hoeveel zonnepanelen en welke stockagecapaciteit nodig is om tot een zekere fractie van dekking van de energievraag te komen.

ZONNEFRACTIE (%)	BATTERIJ (Wh)	THERMISCHE OPSLAG (L)	PV (kWp)
40	8.000	0	3,7
40	4.000	0	4,2
40	2.000	0	5,3
40	0	2.000	8,8
40	0	500	9,2
40	0	0	10,8

Tabel 1: combinaties van systemen die allemaal een 40% zonnefractie hebben voor de 60 kWh/m<sup>2</sup>a woning met 5.011 kWh/a energiebehoefte voor de huishoudtoestellen