

‘De meerwaarde van slim energiebeheer in de lage-energiewoning van de toekomst’

Executive Summary van een deel van het Eindrapport van het Smart Home project [1]

April 2016

Auteur: Paul Van Tichelen

Project team, coauteur: Paul Van Tichelen, Dominic Ectors

Bedrijfsgegevens: www.vito.be

Studie voor Tecnolec in het kader van het Smart Home project (VIS-traject met steun van IWT)

Inleiding

Het project ‘SMART HOME: naar de intelligente elektrische installatie – Integratie van energiebeheer in domotica’ is een Vlaams Innovatie Samenwerkings-traject (VIS) gesubsidieerd door het agentschap voor Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT). Het liep van oktober 2011 tot september 2015. Het globale projectdoel was om de Vlaamse domoticabranche en elektro-installatiebranche hun koppositie inzake domotica met energiebeheer te laten uitbouwen.

Een belangrijke vraag bij de domoticafabrikanten en installateurs was of er nog wel plaats is voor slim energiebeheer in een bijna-energie neutrale (BEN) woning, want die verbruikt toch maar weinig energie? Waarop kan er nog bespaard worden? Over hoeveel kWh en hoeveel euro’s gaat het?

De energiebalans van een woning

Hierop kunnen we antwoorden als we de maandelijkse energiebalans van een woning kennen, opgesplitst naar de verschillende deelverbruiken. We doen dit voor een voorbeeldwoning, waarvan we een aantal varianten berekenen. We vergelijken twee uitvoeringen van de virtuele woning: een die overeenstemt met de isolatie- en luchtdichtheidseisen van de jaren 71-90 en een BEN woning.

In de BEN woning is veel minder warmte nodig maar meer elektriciteit, voor ventilatie e.d.. Daardoor daalt bijvoorbeeld de impact van een slimme thermostaat maar komen er nieuwe mogelijkheden voor slim energiebeheer bij.

Voor de voorbeeldwoning kijken we naar de lijst van functies van slim energiebeheer en hun mogelijke impact. Hiervoor werd de energiebalans berekend, die de relatie geeft tussen de energieverliezen en de zogenaamde warmtewinsten (zie verder) van de woning. Indien die balans niet in evenwicht is, moet de woning opgewarmd of afgekoeld worden.

1 **VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

Zoals gezegd gebruiken we voor de analyse van de energievraag een voorbeeldwoning als referentie. Er is gekozen voor een ruime halfopen woning in Vlaanderen met drie slaapkamers en een zolder met schuin dak. We verwachten dat het totaal verbruik en de energieprestatie hiervan zich tussen dat van een appartement en een vrijstaande woning situeert. Het gekozen voorbeeld heeft volgende kenmerken:

- Oriëntatie van de achtergevel naar het zuiden en van de zijgevel naar het oosten
- Bruto vloeroppervlakte 187 m², beschermd volume 548m³
- Zuidgevel van 39 m² met 20 % beglazing
Oostgevel van 64 m² met 20 % beglazing
Noordgevel van 42 m² met 15 % beglazing

Belangrijk in de energiebalans zijn de:

- transmissieverliezen: de warmteverliezen doorheen de gebouwschil
- ventilatieverliezen: de warmteverliezen door bewuste en onbewuste ventilatie
- hulpenergie voor verwarming en koeling: de energie voor toestellen die nodig zijn om de verwarming of koeling te laten functioneren, zoals ventilatoren en circulatiepompen
- interne warmtewinsten (IWW): warmte afkomstig van bronnen binnen de woning, bijvoorbeeld personen, huishoudtoestellen, verlichting, ...
- zonnewinsten: de warmtewinsten afkomstig van de zon die naar binnen straalt

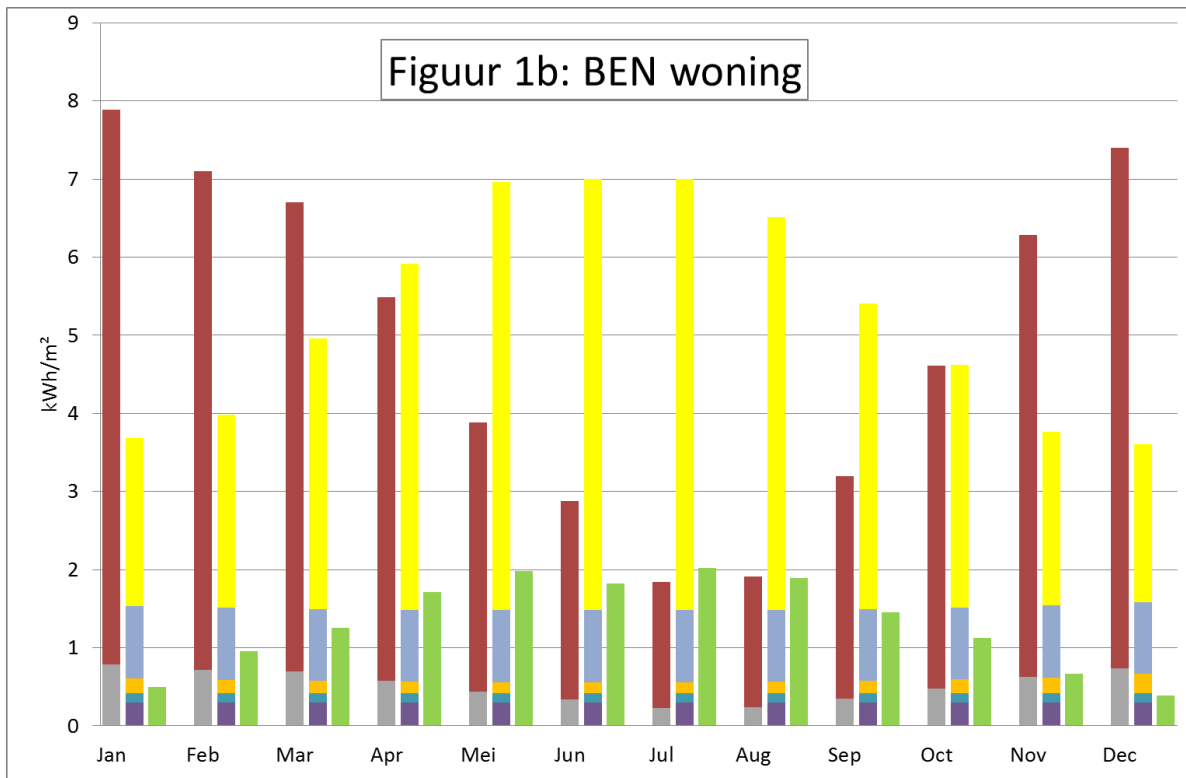
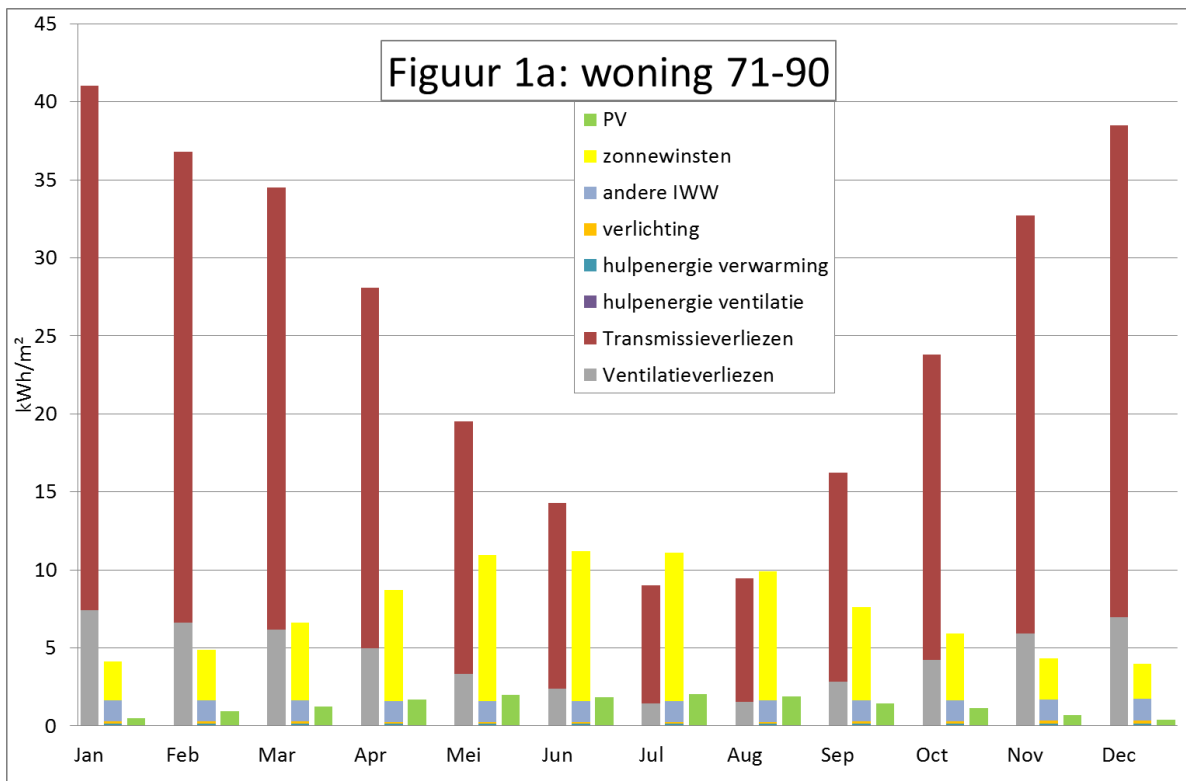
De energiebalans van de voorbeeldwoning werd opgesteld voor de twee uitvoeringen:

- De woning van de jaren 71-90 heeft reeds een beperkte isolatie in de spouw en onder het dak en dubbel glas van de eerste generatie
- De BEN woning heeft sterk geïsoleerde muren en driedubbel glas. Ze is zeer luchtdicht gebouwd door gebruik van afdichtingsmaterialen. In de winter wordt de warmte van de ventilatielucht gerecupereerd (ventilatiesysteem D)

Het resultaat wordt getoond in

Figuur 1 (a = woning 71-90; b = BEN woning). Voor elke maand worden 3 balken getoond, die delen van de energiebalans voor die maand weergeven, in kWh/m² (opmerking: de schaal van de y-as is verschillend):

- De balk links stelt de warmtevraag voor die overeenkomt met de transmissie- en ventilatieverliezen
- De middelste balk geeft de hulpenergie en de interne warmtewinsten (zon en andere)
- De balk rechts geeft de typische productie van een PV installatie van 3 kWp



Figuur 1: Maandelijkse energiebalans opgesplitst naar deelverliezen en –winsten voor de woning 71-90 (bovenaan) en de BEN woning (onderaan) (opmerking: de schaal van de y-as is verschillend)

In de slecht geïsoleerde woning wordt de energiebalans gedomineerd door de transmissieverliezen; beter isoleren is hier de boodschap. In de BEN woning neemt het belang van de transmissie- en ventilatieverliezen sterk af en stijgt het relatief belang van de hulpenergie en de interne warmtewinsten, in het bijzonder de zonnwinsten.

Energiebeheer in een BEN woning

Anders dan de naam laat vermoeden, heeft de BEN-woning wel degelijk nog energie nodig. Hier bespreken we welke energiebeheerfuncties mogelijk zijn per toepassing (HVAC, huishoudtoestellen, ...). Vervolgens bekijken we het jaarverbruik voor gas en elektriciteit van de voorbeeldwoning en maken we een inschatting van de mogelijke impact die slim energiebeheer hierop kan hebben.

We zien volgende trends voor slim energiebeheer inzake verwarming/koeling en ventilatie:

- In de BEN woning zijn meer maatregelen nodig om oververhitting tegen te gaan, om zo de nood aan koeling te vermijden of te beperken. Voorbeeld: zonwering met automatische sturing
- Wanneer er actieve koeling toegepast wordt, is er een hoge gelijktijdigheid met de lokale elektriciteitsproductie van de PV-panelen
- Op jaarbasis is het mogelijk om de totale energievraag te compenseren met PV-panelen. Op maandbasis ontstaan er in de zomer overschotten en in de winter tekorten (

- [Figuur 1](#)).
- Een batterij voor lokale opslag is nuttig om meer energie van de PV-panelen ter plaatse te verbruiken. Bovendien kan ze bij het uitvallen van het net voor de nodige stroom zorgen om bijvoorbeeld de ventilatie nog te laten functioneren

- Door het grotere risico op oververhitting in een BEN woning en het bijkomend comfort dat geboden wordt door een airco, zal de interesse voor warmtepompen (WP) toenemen. Een bijkomend voordeel is dat ze op elektriciteit werken, waardoor ze minder CO₂ gaan produceren naarmate de elektriciteitsproductie groener wordt
- In een moderne, luchtdichte woning is elektrische hulpenergie nodig voor de ventilatie. Een slimme sturing kan hierop besparen
- De elektrische hulpenergie voor verwarming/koeling neemt toe. Zo vragen de circulatiepompen voor vloerverwarming meer energie dan die voor verwarming met radiatoren. Ook hier kan een slimme sturing voor besparing zorgen
- De thermische inertie van de lage energiewoning neemt toe, waardoor schommelingen van de buitentemperatuur minder impact hebben op de binnentemperatuur. Daardoor is nachtkoeling vaak een duurzame optie. Daarnaast opent dit mogelijkheden voor vraagsturing in functie van variabele tarieven. In een dergelijke woning zal een eventuele warmtebuffer ook minder verliezen genereren
- De energiebalans en regeling wordt bepaald door meerdere factoren. Ze hangt niet enkel af van de buitentemperatuur maar ook van de zonnewinsten en andere warmtewinsten. Dit maakt de regeling complexer

Waarvoor zal er nog elektriciteit nodig zijn in huis?

- Het sanitair warm water (SWW) voor 4 personen (25 l/dag op 60°C) vraagt typisch 2100 kWh per jaar. De stilstandsverliezen voor een boiler variëren van 1743 (minst zuinig) tot 753 (zeer zuinig) kWh/j
- Verlichting vraagt typisch van 705 (minst zuinig) over 467 (EU gemiddelde) tot 270 (enkel LED) kWh/j
- Koelkast & diepvriezer: van 818 tot 264 (A++) kWh/jaar
- Wasmachine & droogkast: van 400 tot 256 (A++) kWh/j
- Vaatwasmachine: van 241 tot 137 kWh/j
- Koken, microgolf, dampkap: van 430 tot 256 kWh/j
- Telenet router & versterker + settopbox: van 292 tot 164 kWh
- Andere: (robot)stofzuiger, grasmaaier, TV, ICT, koffiezet, ...
- Laden van een elektrisch voertuig dat bijvoorbeeld 20 kWh per 100 km verbruikt en waarmee 10000 km/j wordt gereden: 2000 kWh/j

Op al deze verbruikers kunnen slimme energiebeheerfuncties toegepast worden, een overzicht staat in [Tabel 1](#):

Tabel 1 Functies voor slim energiebeheer

Functie voor verwarmen, koelen en ventilatie	Toepassing van het energiebeheersysteem
Oververhitting tegengaan	Zonwering automatisch sturen
“	Automatisch ramen openen voor koeling
“	Sluimerverbruik verminderen door een alles uit schakelaar
“	Monitoring en advies over energiezuinigheid van toestellen die kunnen bijdragen tot interne warmtewinsten
“	Precies en variabel instelpunt voor koeling
Besparen op verwarming met zonnewinsten	Zonwering automatisch sturen
Besparen op hulpenergie van verwarming/koeling	Uitschakelen circulatiepompen en/of ventilatoren wanneer niet nodig
Besparen op de hulpenergie van het ventilatiesysteem en verwarming	Vraaggestuurde ventilatie met zonering in een dag- en nachtzone
Rendement warmtepomp optimaliseren	Verlagen van de vertrektemperatuur op basis van de voorspelling van de energievraag
Rendement gascondensatieketel optimaliseren	Verlagen van de retourtemperatuur op basis van de voorspelling van de energievraag
Besparen op de hulpenergie van het ventilatiesysteem	Automatisch ramen openen, kan in combinatie met nachtkoeling
“	Handmatig ramen open in combinatie met raamcontacten
Besparen op energiekosten met variabel tarief Subfuncties zijn: uitstellen of onderbreken	In/uitschakelen van toestellen in functie van het tarief
Besparen op de distributiekosten Subfuncties zijn: uitstellen of onderbreken	eigenverbruik optimaliseren door lokale productie (b.v. PV) op de vraag af te stemmen
Opvolgen of de HVAC verbruiken zijn zoals voorzien	Kijken of de verbruiken overeenstemmen met de voorspellingen & afwijkingen melden en suggesties voor oorzaken geven (bv raam open).
Functie voor sanitair warm water, verlichting, laden EV en andere huishoudtoestellen	Toepassing van het energiebeheersysteem
Besparen op sluimerverbruik	Sluimerverbruik verminderen door een alles uit schakelaar
Besparen op energiekosten met variabel tarief Subfuncties zijn: uitstellen of onderbreken	In/uitschakelen van toestellen in functie van het tarief
Besparen op de distributiekosten Subfuncties zijn: uitstellen of onderbreken	eigenverbruik optimaliseren door lokale productie (b.v. PV) op de vraag af te stemmen
Opvolgen of de grote huishoudelijk toestellen verbruiken zoals voorzien	Kijken of de verbruiken overeenstemmen met de voorspellingen in functie van gebruik & afwijkingen melden en suggesties voor oorzaken geven (bv deur koelkast defect).

Energiebeheer en –verbruik in een BEN woning

Mits enkele aannames kunnen we nu m.b.v. enkele scenario's vergelijken hoeveel een slimme BEN woning, uitgerust met een energiemanagementsysteem (EMS) dat al deze functies combineert, jaarlijks aan energie zal besparen in vergelijking met dezelfde woning zonder energiebeheer. De verschillende scenario's zijn (EE staat voor energie-efficiëntie):

- 'EE = laag': woning uit de jaren 71-90, minst efficiënte toestellen, geen energiebeheer
- 'EE= hoog': BEN woning, meest energie-efficiënte toestellen
- Twee scenario's voor ruimteverwarming en SWW
 - Gas scenario: ruimteverwarming en SWW op gas (de andere verbruikers zijn elektrisch)
 - WP scenario: ruimteverwarming en SWW met een warmtepomp (WP) (d.w.z. alle verbruikers zijn elektrisch)
- Drie scenario's voor energiemanagement

- No smart: geen EMS
- Smart EE: EMS dat alle genoemde energiebeheerfuncties (Tabel 1) integreert
- Smart EE + Flex: EMS dat bovendien de energievraag stuurt in functie van een variabele elektriciteitsprijs. Hiervoor werd aangenomen dat dit kan leiden tot een 30 % lager tarief maar dat er bij opslag 5 % extra verlies is. (Opmerking: er bestaat nog geen variabel elektriciteitstarief en het kan er maar komen als er eerst in alle huishoudens een slimme meter wordt geïnstalleerd)

De totale jaarlijkse verbruiken staan in Tabel 2.

Tabel 2 Schatting van het totaal jaarlijks verbruik per scenario

	totaal verbruik (gas of electriciteit) in kWh per jaar per scenario							
	gas scenario EE=laag no smart	gas scenario EE=hoog no smart	WP scenario EE=hoog no smart	gas scenario EE=hoog smart EE	WP scenario EE=hoog smart EE	gas scenario EE=hoog smart EE+flex	WP scenario EE=hoog smart EE+flex	
	kleine en grote huishoudtoestellen (excl. HVAC, SWW)	2962	1484	1484	1412	1412	1438	1438
Verlichting	762	287	287	194	194	194	194	
Koeling	160	1069	1069	0	0	0	0	
Sanitair Warm Water	3860	2870	820	2260	646	2260	648	
Verwarming (excl. Hulpenergie)	40579	2805	801	2272	649	2272	682	
Hulpenergie van verwarming (excl. Ventilatie)	636	636	860	515	697	515	697	
Hulpenergie ventilatiesysteem	0	788	788	206	206	206	206	
Elektrisch voertuig	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
Totaal zonder EV								
woning 71-90	48959	0	0	0	0	0	0	
BEN woning 2016	0	9939	6110	6859	3804	6885	3864	
Totaal met EV								
woning 71-90	50959	0	0	0	0	0	0	
BEN woning 2016	0	11939	8110	8859	5804	8885	5864	

Mits een aanname van 0,25 euro/kWh voor de elektriciteitsprijs en 0,06 euro/kWh voor de gasprijs, kunnen we dit omrekenen naar jaarlijkse energiekosten, zie Tabel 3.

Tabel 3 Schatting van de jaarlijkse energiekosten per scenario

	totale elektriciteitskost + gaskost per jaar per scenario							
	gas scenario EE=laag no smart	gas scenario EE=hoog no smart	WP scenario EE=hoog no smart	gas scenario EE=hoog smart EE	WP scenario EE=hoog smart EE	gas scenario EE=hoog smart EE+flex	WP scenario EE=hoog smart EE+flex	
	kleine en grote huishoudtoestellen (excl. HVAC, SWW)	€ 740	€ 371	€ 371	€ 353	€ 353	€ 335	€ 335
Verlichting	€ 191	€ 72	€ 72	€ 49	€ 49	€ 49	€ 49	
Koeling	€ 40	€ 267	€ 267	€ -	€ -	€ -	€ -	
Sanitair Warm Water elektriciteitskost	€ -	€ -	€ 205	€ -	€ 161	€ -	€ 138	
Sanitair Warm Water gaskost	€ 232	€ 172	€ -	€ 136	€ -	€ 136	€ -	
Verwarming (excl. Hulpenergie) elektriciteitskost	€ -	€ -	€ 200	€ -	€ 162	€ -	€ 145	
Verwarming (excl. Hulpenergie) gaskost	€ 2.435	€ 168	€ -	€ 136	€ -	€ 136	€ -	
Hulpenergie van verwarming (excl. Ventilatie)	€ 159	€ 159	€ 215	€ 129	€ 174	€ 129	€ 161	
Hulpenergie ventilatiesysteem	€ -	€ 197	€ 197	€ 51	€ 51	€ 51	€ 51	
Elektrisch voertuig	€ 500	€ 500	€ 500	€ 500	€ 500	€ 425	€ 425	
Totaal zonder EV								
woning 71-90	€ 3.796	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	
BEN woning 2016	€ -	€ 1.407	€ 1.527	€ 854	€ 951	€ 835	€ 878	
Totaal met EV								
woning 71-90	€ 4.296	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	
BEN woning 2016	€ -	€ 1.907	€ 2.027	€ 1.354	€ 1.451	€ 1.260	€ 1.303	

In de weinig geïsoleerde, oude woning weegt vooral de verwarming door in het verbruik. Hier loont isoleren en/of een slimme thermostaat.

8 VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

In de BEN woning wordt minder verbruikt, maar ook hier loont slim energiebeheer (Tabel 3).

In de BEN woning kan men vooral besparen met slim energiebeheer door

- oververhitting tegen te gaan (sturing van zonwering, nachtventilatie, ...)
- het verbruik van hulpenergie te verminderen (ventilatie, circulatiepompen, ...)
- het sluimerverbruik te beperken
- energiemonitoring (validatie van de instellingen, tijdig onderhoud, ...)
- Omdat in een BEN woning de binnentemperatuur trager reageert op schommelingen van de buitentemperatuur en de opslagverliezen beperkt zijn, loont actieve vraagsturing i.f.v. een variabele elektriciteitsprijs. Hiervoor komen volgende toestellen in aanmerking:
 - een warmtepomp voor de ruimteverwarming
 - een warmtepomp-boiler voor SWW
 - een elektrisch voertuig
 - in mindere mate ook enkele huishoudtoestellen zoals een vaatwasmachine en diepvriezer
- In België is er op maandbasis weinig gelijktijdigheid tussen de energie van een PV-installatie en het eigen verbruik, tenzij men actief gaat koelen. Met een batterij kan men een deel van de opgewekte energie tijdelijk opslaan en later zelf verbruiken

De huidige regelgeving rond de energieprestatie en het binnenklimaat (EPB) van gebouwen laat toe dat de energiebesparing door slim te sturen om oververhitting en/of ventilatieverliezen tegen te gaan, meegerekend worden in de berekening van het E-peil van nieuwe woningen.

Besluit: Domotica met geïntegreerd energiebeheer verdient zichzelf terug

Ook in een BEN woning blijft slim energiebeheer interessant voor het milieu en voor uw portemonnee. Wordt er verwarmd met gas, dan kan er 3000 kWh per jaar bespaard worden, met een warmtepomp 2000 kWh per jaar (Tabel 2). Dit komt neer op 500 euro per jaar (Tabel 3).

Wat betekent dit concreet? Als een domotica-installatie met geïntegreerd energiebeheer van 10.000 € opgenomen wordt in een woningkrediet over 20 jaar, dan zal de extra afbetaling ongeveer gelijk zijn aan de gemiddelde maandelijkse energiebesparing. De levensduur van een domotica-installatie wordt geraamd op 30 jaar. Je maakt dus nog 10 jaar winst en de hele tijd geniet je van de voordelen inzake comfort en veiligheid die domotica biedt.

Bovendien is de kans groot dat de energieprijzen sneller stijgen dan de intrestvoeten. Daardoor zal de winst nog groter zijn of kan je meer investeren. Met een jaarlijkse stijging van de energieprijzen van 7%, kom je reeds boven 20.000€ over 20 jaar.

[1] *Het volledige rapport is beschikbaar op <https://vito.be/nl/publicaties>*

Verklarende lijst van afkortingen:

BEN	Bijna Energie Neutraal
EE	Energie-Efficiëntie
EMS	Energie Management Systeem (domotica systeem met intern slim energiebeheer)

EPB	EnergiePrestatie en Binnenklimaat
EV	Elektrisch Voertuig
Flex	Flexibele energietarieven
HVAC	Heatin Ventilation Air Conditioning
IWW	Interne WarmteWinsten
kWP	kilowatt piek (vermogen van PV panelen)
PV	Fotovoltaïsche panelen (zonnepanelen)
SWW	Sanitair Warm Water
WP	WarmtePomp