

PASSIEFHUIS IS RENDABELSTE OPLOSSING OP LANGE TERMIJN

CASESTUDY: KOSTENANALYSE VAN EEN GERENOVEERDE EENGEZINSWONING

Om de energiebehoefte van een woning drastisch naar beneden te halen, zijn er verschillende oplossingen voorhanden. Maar welke oplossing is nu de meest voordelige? Dit artikel analyseert de kosten over de gehele levensduur en terugverdienperiode van een gerenoveerde eengezinswoning in België. Daarbij worden vier mogelijke oplossingen of scenario's onder de loep genomen: een *passiefhuiscenario*, een *lage-energiescenario* met mechanisch ventilatiesysteem, een *scenario volgens de huidige courante bouwpraktijken* met natuurlijke ventilatie en, tot slot, een *normscenario* volgens de huidige EPB-wetgeving.

Arch. Alexis Versele en ir. Hilde Breesch, KaHo Sint-Lieven

EUROPESE RICHTLIJN

Sinds de invoering van de Europese richtlijn 2002/91/EC in verband met energieprestatie en binnenklimaat van gebouwen en de invoering van het passiefhuisconcept in 2002, is het aantal zeer-lage-energiegebouwen en passiefhuizen in België gestegen. Toch worden de economische voordelen van zeer-lage-energiegebouwen nog in twijfel getrokken.

Dit artikel onderzoekt de kosten en baten van vier verschillende energieprestatiescenario's voor een concrete alleenstaande woning. De resultaten van deze analyse mogen dus niet veralgemeend worden naar andere renovatie- of nieuwbouwprojecten. Het onderzoek is gebaseerd op de resultaten van de masterproef van Vanmaele aan KaHo Sint-Lieven (2008).

BESTAAND GEBOUW

De oorspronkelijke woning heeft een nettovloeroppervlakte van 107 m² en dateert uit de jaren 50 van de vorige eeuw. Dat betekent dat de gebouwschil niet geïsoleerd is, het verwarmingssysteem gedateerd is en er geen gecontroleerd ventilatiesysteem geïnstalleerd is.

In 2005 werd het gebouw verbouwd en uitgebreid tot een vloeroppervlakte van 134 m². De woning heeft na uitbreiding een uitgerokken rechthoekig plan waarvan de korte achterzijde naar het zuiden georiënteerd is. Die werd maximaal beglaasd. Het globale isolatieniveau van het gebouw bedraagt K168, terwijl het huidige vereiste niveau K45 (VEA, 2005) is. Vergeleken met

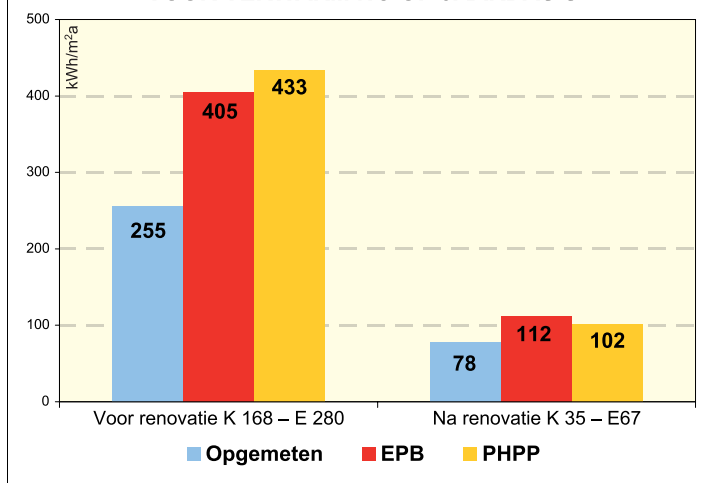
het huidige vereiste energieprestatieniveau van E100 in Vlaanderen (VEA, 2005) bedraagt de berekende energieprestatie van het originele gebouw E280. Het gemeten energieverbruik voor ruimteverwarming bedroeg in 2003 255 kWh/m²a. Na de uitbreiding van de vloeroppervlakte in 2005 werd het globale isolatieniveau van het gebouw opgetrokken tot K35 en de energieprestatie tot E67. Het gemeten energieverbruik voor verwarming werd beperkt tot 78 kWh/m²a in 2006.

De energieprestatie en het energieverbruik voor verwarming worden berekend volgens de Vlaamse EPB-software (VEA, 2006). Deze software berekent de U-waarden, het gemiddelde isolatieniveau (K-niveau) en het E-niveau (primair energieverbruik) van het gebouw. Ze controleert ook de eisen in verband met binnenklimaat.

Aangezien het E-niveau niet kan worden gebruikt als indicator voor passieve huizen, wordt ook de PHPP-software (Passivhaus Instituut, 2003) gebruikt om het netto-energiegebruik voor verwarming te berekenen. Deze PHPP-software is gecreëerd als hulpmiddel voor het ontwerpen van passiefhuizen. Ze wordt gebruikt voor de certificatie van huizen die gebouwd zijn volgens de passiefhuisstandaard. Zo moet de jaarlijkse netto-energiebehoefte minder zijn dan 15 kWh/m²a.

Beide softwaretools worden in dit artikel gebruikt om de data van het bestaande gebouw te interpreteren en de impact van de voorgestelde maatregelpakketten te evalueren. Daarom wordt het totale energieverbruik voor verwarming berekend en worden de resultaten vergeleken

Figuur 1: VERGELIJKING VAN TOTAAL ENERGIEVERBRUIK VOOR VERWARMING OP JAARBASIS



met het reële energieverbruik in **figuur 1** bovenaan rechts. Terwijl de gemeten en berekende waarden voor de gerenoveerde woning goed overeenkomen, zijn deze sterk verschillend wat het energieverbruik vóór de renovatie betreft. Dat wordt verklaard door een verandering in het gebruikersgedrag. In het originele huis werd een deel van het gebouw niet verwarmd om het energieverbruik te beperken. Het verschil tussen het voorspelde en het gemeten energieverbruik in slecht geïsoleerde woningen wordt bevestigd door waarnemingen bij projecten voor de Vlaamse Maatschappij voor Sociaal wonen.

VIJF SCENARIO'S

Als we uitgaan van de verbouwde woning, zijn er vier verschillende scenario's voor energieprestatie ontwikkeld.

- Het normscenario is gebaseerd op de Vlaamse wettelijke K45/E100-vereisten volgens EPBD.
- Het reële gerenoveerde gebouw volgens de huidige courante bouwpraktijken wordt beschouwd als een lage-energie woning (A) met K35/E67.
- Voor het lage-energiescenario (D) wordt een globaal isolatieniveau van K30 gecombineerd met een luchtbehandelingsunit met warmteterugwinning. Dat leidt tot een E-peil van 38.
- Het passiefhuiscenario is ontwikkeld volgens de Passief Huis standaard. Zo mag de netto-energiebehoefte voor verwarming niet hoger liggen dan 15 kWh/m²a en moet de n50-waarde lager zijn dan 0.6 h-1. Dat komt overeen met

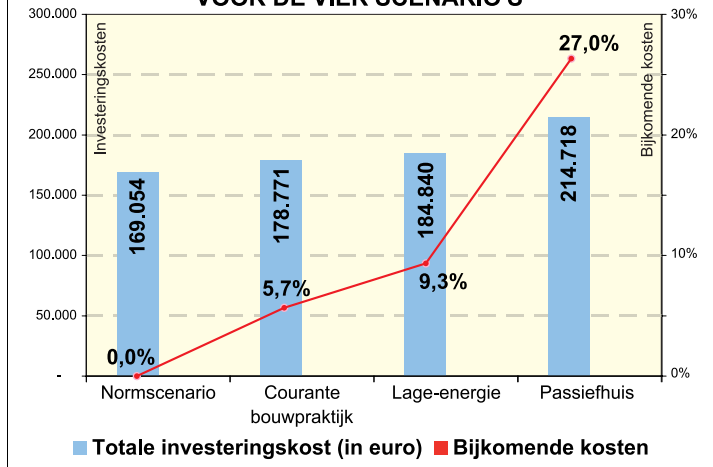
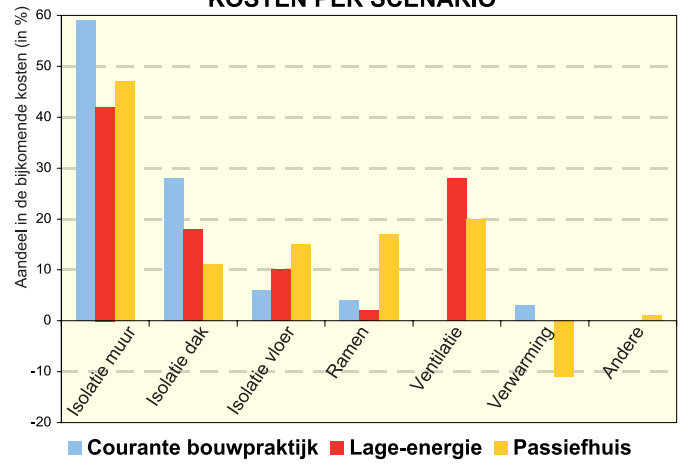
een K20/E23 woning.

Door de maatregelen opgesomd in **tabel 1** op de volgende pagina wordt de energieprestatie van het gebouw verbeterd. Deze maatregelen omvatten het vermeerderen van de thermische isolatie in de wanden, het vermijden van koudebruggen, het verhogen van de luchtdichtheid van de gebouwschil en het verbeteren van de efficiëntie van de ventilatie- en verwarmingssystemen. **Tabel 1** toont ook aan dat de netto-warmtebehoefte voor ruimteverwarming bij de courante bouwpraktijkenwoning verminderd is tot 65% in vergelijking met de normwoning. Bovendien bedraagt de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming in het lage-energie- en het passiefhuiscenario respectievelijk slechts 36% en 13% ten opzichte van het normscenario. Het eindenergiegebruik bij het passiefhuis- en het lage-energiescenario is opmerkelijk lager, nl. respectievelijk 8% en 19% van het normscenario. Dat is vooral het gevolg van een hogere efficiëntie van het verwarmingssysteem.

KOSTEN-BATENANALYSE

Investeringskosten

Er is een gedetailleerde financiële analyse opgemaakt voor de vier scenario's om de totale investeringskosten en de meerkost in vergelijking met het normscenario te bepalen. **Figuur 2** links boven aan de volgende pagina vergelijkt de investeringskosten van de verschillende energieprestatieniveaus. De investeringskost van het passiefhuiscenario bedraagt 214.718 euro of 1.602 euro/m². De meerkost in vergelijking met het normscenario waarvan de

Figuur 2: VERGELIJKING VAN DE INVESTERINGSKOSTEN VOOR DE VIER SCENARIO'S

Figuur 3: VERDELING VAN DE BIJKOMENDE KOSTEN PER SCENARIO


investeringskost 169.054 euro of 1.262 euro/m² bedraagt, is 27,0%. Voor de lage-energie- en de courante-bouwpraktijkenwoning bedragen de meerkosten in vergelijking met de normwoning respectievelijk slechts 9,3% en 5,7%. Om de eerder hoge meerkost voor het passiefhuisscenario te verklaren, worden de bijkomende investeringskosten onderverdeeld en in detail onderzocht.

Figuur 3 rechts boven aan deze pagina toont de verdeling van de kosten voor elk scenario. Bij het passiefhuis wordt de meerkost vooral veroorzaakt door de isolatie van de buitenmuren, de luchtbehandelingsunit met warmteterugwinning gecombineerd met een grondnaar-luchtwarmtewisselaar en de drievoudige beglazing met thermisch onderbroken schrijnwerk. Door de afwezigheid van een conventioneel verwarmingssysteem wordt er 11%

van de totale meerkost bespaard. Dat besluit contrasteert met de andere scenario's, waarbij de meerkost vooral veroorzaakt wordt door de extra isolatie van muren en daken. Enkel in het lage-energiescenario wordt een kwart van de meerkost ingevuld door het mechanische balansventilatiesysteem.

Totale kostenanalyse

Om het kostenvoordeel van de verschillende energieprestatiescenario's en het economische optimum te bepalen, worden de verdisconteerde terugverdientijd, de huidige nettowaarde (NPV) en de totale actuele waarde (TPV) berekend. De terugverdientijd is de periode waarna de meerkosten ten opzichte van de normwoning gerecupereerd zijn. De investeringskosten en de vervangings- en onderhoudskosten van de verwarmings- en ventilatie-

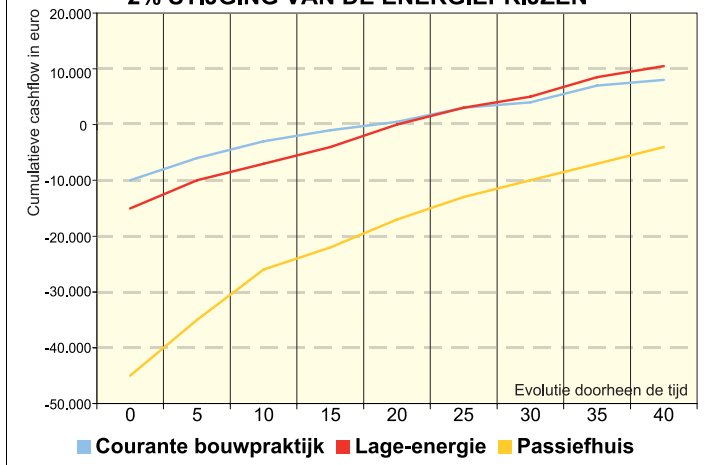
systemen worden samen met de inkomsten vergeleken ten opzichte van de normwoning. Voor de inkomsten worden de besparingen op het energieverbruik en de subsidies van energieleveranciers of federale, regionale, provinciale en lokale overheden in rekening gebracht. De terugverdientijd geeft geen beeld van de globale winst van een scenario. Daarom worden de huidige nettowaarde (NPV) en de totale actuele waarde (TPV) berekend. De NPV berekent de winst of het verlies na de gebruiksduur of economische levensduur van de investering. De NPV is de geactualiseerde waarde van de kasstroom inclusief het investeringsbedrag I_0 . Het duidt aan hoeveel de meerinvestering op het einde van de investeringshorizon heeft opgebracht. Een investering is zinvol wanneer de NPV positief is. De TPV is vergelijkbaar met de huidige

nettowaarde maar in plaats van te werken met meerinvesteringen en besparingen wordt nu gerekend met de totale jaarlijkse kosten die geactualiseerd worden. Bij het bepalen van de kosten en de baten van de vier scenario's worden verschillende parameters in rekening gebracht. De investeringshorizon of de gebruiksduur van de woning wordt geacht 40 jaar te bedragen. Voor de verwarmingsketel en het balansventilatiesysteem is de economische levensduur bepalend. Die bedraagt 15 jaar. De belasting op de toegevoegde waarde (btw) voor woonhuizen ouder dan 5 jaar is 6%. De inflatie is 2% en voor de rentevoet wordt rekening gehouden met 6%. De berekende reële rentevoet bedraagt dan 3,9%. Er zijn drie scenario's opgesteld voor de evolutie van de energieprijzen (zie tabel 2 op deze pagina). De vier energieprestatie-

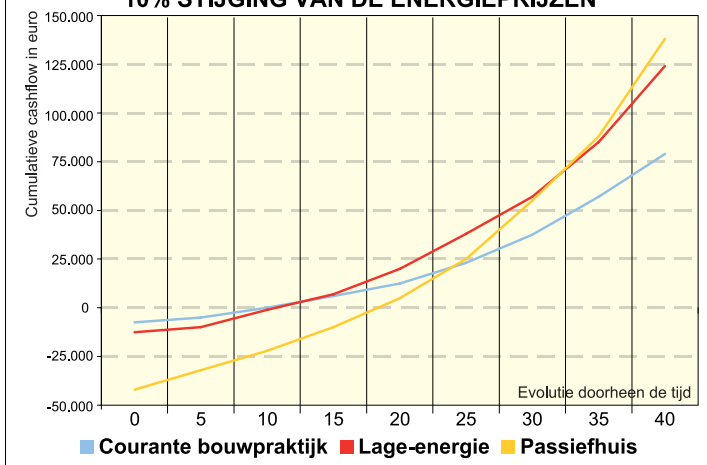
TABEL 1: EIGENSCHAPPEN VAN VIER ENERGIEPRESTATIESCENARIO'S

MAATREGELEN		NORMATIEF	BOUWPRAKTIJK	LAGE-ENERGIE	PASSIEFHUIS
U _{MUREN} (W/M ² K)	BESTAANDE MUREN	0,45	0,31	0,24	0,13
	NIEUWE MUREN	0,30	0,24	0,24	0,11
	DAK	0,39	0,14	0,14	0,11 - 0,13
	VLOER	0,29 - 0,35	0,21 - 0,32	0,20	0,12
	VLOER ZOLDER	0,23	0,23	0,23	0,16 - 0,17
	BEGLAZING	1,3	1,1	1,1	0,6
	RAAMWERK	2,4	2,4	2,4	0,8
U _{KOUDEBRUG} (W/MK)	MUUR / VLOER	0,26	0,19	-	-
	BESTAAND / NIEUW	0,06	0,04	-	-
LUCHTDICHTHEID n50 (h-1)		9,3	4,0	1,0	0,6
VENTILATIESSYSTEEM		Systeem A	Systeem A	Systeem D	Systeem D met WTW
VERWARMINGSSYSTEEM		Ketel	Condensatieketel	Condensatieketel	Warmwaterbatterij op ventilatie
WARM WATER HUISHOUDEN		Zonne-energie	Zonne-energie	Zonne-energie	Zonne-energie
EPBD	K	45	35	30	20
	E	98	67	38	23
NETTO-ENERGIEBEHOEFTE (kWh / m ² .a) PHPP		118	77	44	15
TOTAAL ENERGIEGEBRUIK VERWARMING (KWH/M ² .A) EPB		185	112	35	15

Figuur 4: CUMULATIEVE CASHFLOW VOOR 2% STIJGING VAN DE ENERGIEPRIJZEN



Figuur 5: CUMULATIEVE CASHFLOW VOOR 10% STIJGING VAN DE ENERGIEPRIJZEN



scenario's worden geanalyseerd in functie van de evolutie van de energieprijzen. De geactualiseerde waarde van de cumulatieve kasstroom voor de drie energieprestatiescenario's wordt in figuren 4 en 5 bovenaan getoond in functie van de tijd en met de respectievelijke 2% en 10% stijging van de energieprijzen. De terugverdienperiode is de periode waarbij de kasstroom de lijn van 0 euro raakt.

Deze perioden worden vergeleken in tabel 3 hieronder. De NPV voor het passiefhuiscenario wordt ook getoond in figuur 6 links onder aan deze pagina.

Figuur 7 rechts onderaan vergelijkt de TPV van de vier scenario's ten opzichte van het normscenario; er wordt aangetoond dat bij alle voorspellingen van de energieprijzen, de courante-bouwpraktijkenwoning de laagste terugverdienperiode heeft,

gevolgd door de lage-energie-woning. De terugverdienperiode voor de lage-energiewoning bedraagt 11,6 tot 20 jaar.

Het passiefhuis is niet terugbetaald binnen 40 jaar bij een stijging van de energieprijzen met 2%. Het economisch optimum kan gevonden worden door een analyse van de NPV. In het geval van een stijging van de energieprijzen met 2% of 5% heeft het lage-energiehuis de hoogste NPV. De huidige nettowaarde bedraagt respectievelijk 6.793 euro en 28.953 euro. De NPV van het passiefhuis bedraagt -6.381 euro bij 2% prijsstijging. Dat betekent dat, vanuit louter economisch standpunt, de investering het best niet gedaan wordt. Bij 10% prijsstijging wordt het passiefhuiscenario het economische optimum. In dat geval bedraagt de NPV 137.086 euro. De vergelijking van de TPV van

de vier energieprestatiescenario's in figuur 7 bevestigt deze conclusies. Gebaseerd op deze berekeningen ontwikkelde Vanmaele (2009) een tool om de terugverdienperiode, de NPV en het economisch meest voordelige prestatieniveau te berekenen. Indien men ervan zou uitgaan dat de lange zijgevel links zuidelijk georiënteerd is en optimaal beglaasd, dan zouden de resultaten veel gunstiger zijn. De tool is geschreven in Visual Basic en is gebaseerd op een annuïteitenmethode. Verschillende parameters, zoals rentevoet, inflatie, en energieprijzen, kunnen door de gebruiker ingesteld worden.

met mechanisch ventilatiesysteem, een courante-bouwpraktijkenwoning met natuurlijke ventilatie en een normwoning volgens de huidige EPB-wetgeving.

De meerinvestering voor het lage-energie- en het passiefhuiscenario ligt respectievelijk op 9,3% en 27% vergeleken met het normscenario. De terugverdienperiodes en het economische optimum variëren naargelang van de evolutie in de energieprijzen.

Het passiefhuiscenario is, economisch gezien, verantwoord bij een stijging van de energieprijzen met 8% tot 10% per jaar over een periode van 40 jaar. Indien de energieprijzen stijgen met 2% tot 5%, dan is het lage-energiescenario het economisch meest voordelige systeem. Deze resultaten zouden echter heel sterk verschillen indien de woning anders georiënteerd zou zijn. □

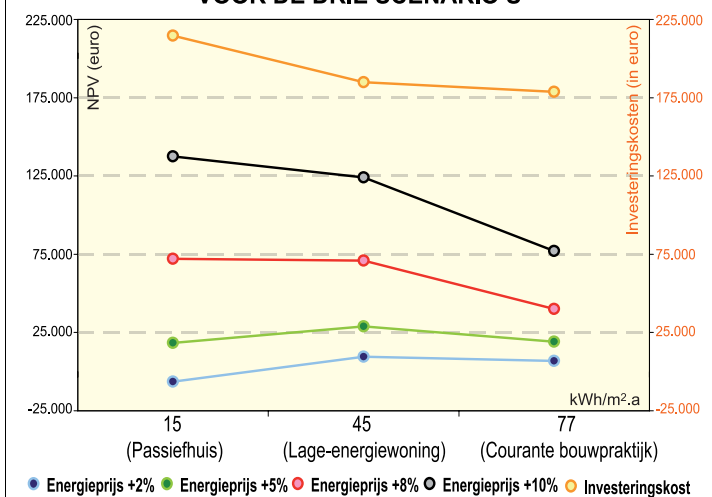
TABEL 2: VERWACHTE STIJGING ENERGIEPRIJZEN

	AARDGAS	BRANDSTOF	ELEKTRICITEIT
VOORSPELLING 1	+ 2%	+ 2%	+ 2%
VOORSPELLING 2	+ 5%	+ 5%	+ 3%
VOORSPELLING 3	+ 10%	+ 10%	+ 5%

TABEL 3: TERUGVERDIENTIJD (IN JAREN)

BOUWPRAKTIJK	LAGE-ENERGIE	PASSIEFHUIS
18,1	20,0	40,0
14,2	15,6	27,4
11,2	11,6	18,4

Figuur 6: VERGELIJKING VAN ACTUELE NETTOWAARDE VOOR DE DRIE SCENARIO'S



Figuur 7: VERGELIJKING VAN DE TOTALE ACTUELE WAARDE

