

Huis energiebalans model

Na wat ideeën van een oud college gekregen te hebben ben ik wat gaan excel hobbyen om een model voor de energiebalans van mijn huis op te zetten.

Met een energiebalans model zie je kun je zien waar in je huis de warmte verliezen zijn, hoe rendabel alle elementen van het huis zijn, en waar je door slimme isolatie ingrepen het meeste gas kunt besparen en dus geld kunt verdienen. Je kunt met zo'n model allerlei simulaties runnen, bv hoeveel bespaar ik in mijn huis met oud dubbel glas (thermopeen) vervangen door HR++, wat als ik vloerisolatie toe pas (bv Tonzon) , wat als ik een lege spouwmuur isoleer, etc.

Je leert je huis kennen. Wat je nodig hebt is:

- Hoeveel verbruik ik per jaar aan warmte energie?
- Wat is het oppervlak van alle buitenschil elementen (vloer, muur, dak, ruiten, deuren)?
- Waar zitten warmte lekken/koudebruggen?
- Heb ik spouwmuurisolatie; in welke staat?
- Is het dak geïsoleerd?
- Is een kruipruimte aanwezig en geïsoleerd?
- Dubbel glas, HR+, HR++ glas aanwezig?
- In welke staat is mijn verwarmingsketel?

Met een energiebalans model gebruik en begrijp je dit allemaal. Ik geef hier wat voorbeelden van mijn huis.

	m3 gas	euro	Opp (m2)		m3 gas	euro
vloer	97	58	93	ruimte 1	884	530
ruitoppervlak	586	351	82	ruimte 2	91	54
buitenmuur	461	276	85	ruimte 3		0
deur en raamhout	29	18	3	ruimte 4	108	65
kozijnen	33	20	5	ruimte 5		
kieren	57	34	1	ruimte 6	155	93
koudebruggen	54	33	4	ruimte 7	68	41
dak	326	195	91	ruimte 8	124	75
				ruimte 9	104	63
totaal	1643	986	362	ruimte 10	109	66
					1643	986

Warmte verliezen per element en ruimte berekend naar m3 gas en euro.

Je ziet de ramen (is al HR++, maar groot oppervlak) en buiten muur bij mij de grootste warmte verlies post is. Qua ruimte is ruimte 1 (woonkamer + studiekamer + keuken) de grootste gebruiker. Wat als ik niet het thermopeen glas van 1987 had vervangen door HR++ glas, dan laat de simulatie zien een verlies van 1424 m3 gas ipv 586 m3 gas alleen via de ramen al. Het effect van Tonzon bovenop de al bestaande piepschuim vloer isolatie bracht de verliezen slechts terug van 187 m3 naar 97 m3 gas. Enzovoort, ik kan alles nu snel simuleren.

		m3 gas	euro
vloer	1979 norm	720	432
	Piepschuim	187	112
	Tonzon	97	58
muur	spuw leeg	680	408
	spuw isolatie	461	276
glas	enkel	2822	1693
	oud dubbel	1424	855
	HR++	586	351

Enkele simulaties van mijn huis.

Ik heb hiervoor de volgende material data op het internet gevonden en gebruikt:

		Rc	U (=1/R)
Glas/ Raam	Enkel glas		6
	Oud dubbelglas (Thermopane)		3
	HR		2
	HR+		1.6
	HR++		1.2
	Triple		0.7
	Ventilatie rooster		5
	Modern Aluminium profiel kozijnen		1.0
	Modern Kunststof profiel kozijnen		0.8
Muur	Enkel muur		2.4
	1970 Spouwmuur leeg		1.4
	1970 Spouwmuur na-geïsoleerd		0.7
	1990 spouwmuur geïsoleerd		0.4
	Minimum eis 1965	0.43	2.33
	Minimum eis 1975	0.69	1.45
	Minimum eis 1979	1.29	0.78
	Minimum eis 1987	2	0.50
	Minimum eis 1990	2.5	0.40
	spouwmuur met 5 cm rotswol		0.6
spouwmuur met 5 cm PUR		0.4	
Vloer	Geen isolatie		7
	Minimum eis 1975	0.26	3.85
	Minimum eis 1979	0.52	1.92
	Minimum eis 1982	1.3	0.77
	Minimum eis 1992	2.5	0.40
	Standaard Isolatie 1985 huis	2	0.50
	Tonzon	3.8	0.26
	Vloer isolatie (see notes 2)	3.5	0.29
2015 bouw norm	Vloer	3.5	0.29
	Gevel	4.5	0.22
	Dak	6	0.17
	Glas (HR++)		1.1
Passief huis	Vloer		0.15
	Gevel		0.15
	Dak		0.15
Dak	Glas, Ramen, buitenschrijnwerk		0.8
	Oude woning		3.00
	Oudere woning voorschrift (1965)	0.86	1.16
	Oudere woning voorschrift (1975)	1.03	0.97
	Oudere woning voorschrift (1979)	1.29	0.78
	Oudere woning voorschrift (1982)	1.3	0.77
	Oudere woning voorschrift (1987)	2	0.50
	Oudere woning (1985)		0.40
	Oudere woning met na isolatie	4	0.25
	Modern huis (2015)	5	0.20
	Passief Huis	8	0.13

Rc en Uwaarde (warmtedoorgangcoëfficiënt) voor verschillende huis elementen

Ik kan zo'n model ook voor Julie en anderen opzetten. Wel kost het nog al wat werk om alle data van je huis te verzamelen, zoals alle oppervlakten en materialen van de buitenschil elementen, gemiddelde temperatuur van all ruimte over het stook seizoen, plus gemiddelde buiten, kruipruimte, en zolder temperatuur. Laat maar weten wie dit wil.

Opzetten en calibreren van energiebalans model in het spreadsheet.

Waar het op neer komt is dat je de eigen oppervlakken van ramen, muren, kozijnen, dak, etc., die met de buitenlucht in contact staan, invoert met erbijhorende u-waarden. De **U-waarde** (vroeger de **K-waarde**) drukt de hoeveelheid warmte uit die per seconde, per m² en per graad temperatuurverschil tussen de ene en de andere zijde van een wand(constructie) doorgelaten wordt. De **U-waarde** wordt ook warmtedoorgangscoefficiënt genoemd. Hoe lager de u-waarde hoe minder warmte ontsnapt.

De u-waarden kun je kopiëren uit het spreadsheet of opzoeken op het internet, bv. voor ramen vind je als u-waarde voor enkel glas 6, voor 30-40 jaar oud thermopane 3, voor 20 jaar oud HR+ glas 2, recent HR++ glas 1.1 en 3-dubbel glas 0.7.

Buitenmuren uit 1970 met een 6-7cm spouw, die na-geïsoleerd zijn, hebben een waarde van 0.7 (en zonder isolatie 1.4). Muren uit 1990 zitten rond de 0.4, etc..

Als je een cel aantikt kun je zien hoe alles als formules ingevoerd is in dit Excel spreadsheet. Je moet ook de temperatuur meten van elke kamer en deze invoeren. Bij de meeste huizen verdwijnt ook een hoop warmte via de hal/trappenhuis en door de plafonds naar minder gebruikte ruimten en slaapkamers op de eerste verdieping. Dus die zullen ook in de winter wel nooit kouder zijn dat 14-15C. Je ziet dat de belangrijkste oppervlakken die er toe doen van de buitenschil zijn, maar dat het onnodig verwarmen van niet gebruikte kamers duur is, je test dit door het veranderen van enkele temperaturen in de slaapkamers.

Nadat je alles ingevuld hebt moet je ongeveer uitkomen bij je gasverbruik. Zoniet speel dan met de u-waarden (en kamer temperaturen) tot het ongeveer klopt. Kieren zijn de koudebruggen die je kent en niet kent.

Rechtsboven kun je vervolgens zien waar in je huis je geld kunt verdienen en hoe rendabel alles is. Naast geld besparing brengen muur naisolatie en HR++ glas meer gevoelscomfort wat moeilijk in geld uit te drukken is.

Notes

De U-waarde is een fysische eenheid (in W/m^2K) die aangeeft hoeveel warmte er via geleiding doorheen $1 m^2$ scheiddeel gaat bij een temperatuurverschil van 1 Kelvin of $1^\circ C$. De U-waarde van een scheiddeel kan exact berekend worden als de volledige opbouw van het scheiddeel gekend is (materiaal en dikte van de verschillende lagen). Hoe lager de U-waarde, hoe beter de isolatiekwaliteit en hoe minder warmteverlies door dit scheiddeel.

De U-waarde (vroeger de K-waarde) drukt de hoeveelheid warmte uit die in de tijd per m^2 en per graad temperatuurverschil tussen de ene en de andere zijde van een wand(constructie) doorgelaten wordt. D

Het bouwjaar van je woning is belangrijke informatie. Op basis daarvan kun je namelijk aannames doen over de isolatiewaarde van je woning. Zo zijn huizen van vóór 1976 bij de bouw niet of nauwelijks geïsoleerd. Huizen uit de periode daarna, tot 1982, zijn voorzien van matige spouwmuur- en dakisolatie. Vloerisolatie ontbreekt en ook de isolatiewaarde van de ramen laat te wensen over. Huizen gebouwd in de periode tussen 1983 en 1991 hebben overal isolatie, maar de kwaliteit van de isolatiewaarde is aan de lage kant en vaak zit er alleen in de woonkamer dubbel glas. Alleen de nieuwste huizen, die gebouwd zijn vanaf 1992, zijn doorgaans goed geïsoleerde U-waarde wordt ook warmtedoorgangscoefficiënt genoemd.

<i>Minimumisolatie-eisen voor de sociale woningbouw volgens de Voorschriften en Wenken 1965, de Modelbouwverordening 1976-1990 en het Bouwbesluit 1992, uitgedrukt in de warmteweerstand van constructiedelen (Rc) in m^2K/W</i>							
Constructie	1965	1975	1979	1982	1987	1990	1992
Dak	0.86	1.03	1.29	1.3	2.0	2.5	2.5
Buitenwand	0.43	0.69	1.29	1.3	2.0	2.5	2.5
Vloer begane grond	0.17	0.26	0.52	1.3	1.3	1.3	2.5
Dubbel glas woonvertrek	nee	nee	ja	ja	ja	ja	ja
Dubbel glas slaapvertrek	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja

spouwmuurisolatie

Is je huis na 1975 gebouwd? Dan is je spouwmuur hoogstwaarschijnlijk al geïsoleerd. Extra isolatie is dan niet noodzakelijk. Is je huis vóór 1920 gebouwd? Dan heb je vermoedelijk geen spouwmuur, en kun je die dus ook niet laten isoleren. Maar is je woning tussen 1930 en 1975 gebouwd? Waarschijnlijk is spouwmuurisolatie in jouw geval dan een goed idee. De meeste huizen die zijn gebouwd in deze periode hebben namelijk een spouwmuur die nog niet geïsoleerd is.

Misschien vind je het verwarrend dat er soms wordt gesproken over 1920 en soms over 1930 wanneer het gaat om het wel of niet aanwezig zijn van een spouw. Dat komt omdat het een schemergebied is: vóór 1920 is de kans groter dat er geen spouw is, maar na 1930 is de kans weer groter dat er wel een spouw is. Wil je het zeker weten, laat dan een expert meekijken.

Het dak is het eerste bouwdeel waaraan extra eisen met betrekking tot warmte-isolatie werden gesteld. In 1965 diende de Rc-waarde van het dak $0,80 m^2K/W$ te zijn (de vloer nog $0,17 m^2K/W$ en gevel $0,43 m^2K/W$). In 1975 werden voor zowel het dak als de gevel een Rc-waarde van $1,29 m^2K/W$ vereist voor

de sociale woningbouw. Dit bleef tot 1983. Toen gold ook voor de vloer de eis van 1,3 m²K/W. Pas na 1988 werden de eisen van de Rc-waarde aangescherpt tot een waarde van 2 (behalve voor de vloer). De aandacht voor koudebruggen is pas na 1975 begonnen en werd eind jaren tachtig vastgelegd in normen (NEN 1071). Dit betekent dat bij woningen gebouwd tot 1976 rekening gehouden moet worden met koudebruggen bij verbetering van de energetische kwaliteit. Bij woningen uit medio jaren tachtig van de vorige eeuw moet men hier echter nog steeds alert op zijn.

Uit deze regelgeving komen ook de bijzondere dakconstructies voort (rond 1965 tot 1975), waarbij platen van organisch materiaal, al of niet geventileerd, tot de vereiste Rc-waarde van 0,86 m²K/W leiden (bijvoorbeeld Schewill-platen). In die tijd zijn ook dakvloeren van gasbeton toegepast.

Benodigde isolatiewaarden voor een passief huis

Passiefhuizen zijn woningen met een doorgedreven isolatie. Passiefhuizen hebben een lage energievraag nodig voor koeling en verwarming en komen daarbij niet uit boven een verbruik van 15 kWh/m² op jaarbasis. Het isolatiepeil van passiefhuizen bedraagt K10 à K20 en kent een streefdoel op het gebied van de U-waarde voor muren, daken en vloeren van minder dan 0,15 W/m²K en voor de ramen en het buitenschrijnwerk van minder dan 0,8 W/m²K. Bij passiefhuizen is het niet nodig om van een traditioneel verwarmingssysteem gebruik te maken. Door de luchtdichting en het optimaal benutten van zonnewinsten in combinatie met een energiezuinige wijze van ventileren blijft de warmte namelijk in het huis op een duurzame wijze behouden.

Calorische onderwaarde

Bij de verbranding van koolwaterstoffen (dus ook bij aardgas) is waterdamp één van de verbrandingsproducten. Bij het condenseren van deze waterdamp komt ook warmte vrij. Als bij het vaststellen van de energie inhoud van 1 m³0 aardgas wordt uitgegaan van de warmte die vrijkomt bij de verbranding van het aardgas (en dus de warmte van de waterdamp als restproduct wordt gezien), spreekt men van de onderwaarde. De calorische onderwaarde van aardgas is 31,65 MJ/m³0.

Calorische bovenwaarde

Als bij het vaststellen van de energie inhoud van 1 m³0 aardgas uitgegaan wordt van de warmte die vrijkomt bij de verbranding en de warmte die vrijkomt bij het condenseren van de waterdamp, spreekt men van de bovenwaarde. De calorische bovenwaarde van aardgas is 35,17 MJ/m³0.