

Thema	Gebouwschil: opbouw en isolatie /algemeen
Nummer	6.01.02

THERMISCH ISOLEREN: BEGRIPPEN

INHOUD

Inleiding	2
λ -waarde.....	2
R-waarde	3
U-waarde	5
S-peil.....	6
Andere begrippen over energieprestaties	7
Beschermd volume (V)	7
Warmteverliesoppervlakken.....	7
Vormefficiëntie (v)	7
Compactheid (C)	8
Gemene muren	8
Bouwknopen	8
Lage-energiewoningen en passiefhuizen	9
Bronnen	10

Inleiding

In deze infociche vermelden we de belangrijkste begrippen die betrekking hebben op de gebouwschil en het thermisch isoleren ervan:

- λ -waarde
- R-waarde
- U-waarde
- S-peil
- Beschermd volume
- Warmteverliesoppervlakken
- Vormefficiëntie
- Compactheid
- Gemene muren
- Bouwknopen
- Lage- energiewoningen en passiefhuizen

Wil je meer weten over andere begrippen, zoals het [E-peil](#), bijvoorbeeld in het kader van de aanvraag van een omgevingsvergunning waarbij energieprestatieregelgeving van toepassing is (EPB-eisen), raadpleeg dan de [EPB-pedia](#).

λ -waarde

De lambda-waarde (λ) is de warmtegeleidingscoëfficiënt van een materiaal en **geeft aan hoe goed een materiaal thermisch isoleert**. De λ -waarde heeft als eenheid W/mK (Watt per meter en per graad Kelvin) en drukt uit hoeveel warmte er per tijdseenheid door een vlak van 1m² met een dikte van 1m wordt geleid bij een temperatuurverschil van 1°C of 1K (1 graad Kelvin).

Hoe lager de λ -waarde, hoe beter het materiaal isoleert en hoe minder dik je moet isoleren voor hetzelfde resultaat op vlak van thermische isolatie.

- Wij spreken van ‘isolatiematerialen’ wanneer bij materialen met $\lambda \leq 0,065$ W/mK. Materialen met een hogere λ -waarde kan je in principe ook gebruiken om thermisch te isoleren, maar je zal een veel dikker isolatiepakket moeten plaatsen voor hetzelfde resultaat, wat niet efficiënt is op vlak van grondstoffen- en ruimtegebruik.

Let wel: dit komt niet overeen met de definitie van een [isolatielaag](#) in het kader van de energieprestatieregelgeving, waar gesteld wordt dat er sprake is van een isolatielaag bij een lambda-waarde van maximaal 0,20 W/mK.

- De λ -waarde is het belangrijkste kenmerk van een thermisch isolatiemateriaal.

Bij **blootstelling aan vocht** isoleren sommige isolatiematerialen slechter. Daarom wordt er een onderscheid gemaakt tussen de λ -waarde in droge omstandigheden (λ_{Ui}) en in vochtige omstandigheden (λ_{Ue}).

- Bij buitentoepassingen of wanneer materialen nat kunnen worden (door opstijgend vocht, neerslag, condensatie) of voor vochtig geworden materialen (bv. door bouwvocht), die dampdicht worden ingebouwd, wordt met λ_{Ue} gerekend.
- λ_{Ui} wordt gehanteerd voor binnentoepassingen en isolatie geplaatst aan de buitenzijde van een constructie, maar afgeschermd van weer en wind (bv. met een dampopen windscherm). In de [EPB-databank](#) vind je onder de erkende EPB-productgegevens de λ_{Ui} -waarde van zowel fabrieksvervaardigde als van ter plaatse (“in-situ”) samengestelde isolatiematerialen.

De **gedeclareerde λ -waarde (λ_D)** is dan weer de waarde die door de fabrikant zelf verklaard wordt aan de hand van productnormen. Ze is statistisch bepaald op basis van individueel gemeten waarden. Deze waarde staat vermeld op de verpakking of op de technische fiche van een isolatiemateriaal.

- Meestal wordt aangenomen dat λ_{Ui} overeenkomt met λ_D .
- Om een energiepemie te krijgen, moet de nieuw geplaatste isolatie een minimale warmteweerstand behalen (R-waarde). Deze waarde wordt berekend op basis van de λ_D -waarde. Je kan deze waarde nakijken
 - op de website van de [Belgische Unie voor de Technische Goedkeuring in de Bouw](#) door in de zoekfunctie de naam van de fabrikant, een productnaam of trefwoord (bv. thermische isolatie) in te geven
 - in de [ETA databank](#) voor Europese Technische goedkeuringen (ETA's)
 - op de website van VIBE vzw, in de [lijst](#) met isolatiematerialen met hernieuwbare of gerecycleerde grondstoffen met niet-Belgische technische goedkeuringen.

Meer info over de verschillende soorten isolatiematerialen vind je in de infofiche over '[Thermische isolatiematerialen](#)'.

R-waarde

De R-waarde geeft **de warmteweerstand** weer van **een materiaallaag met een bepaalde dikte**. De R-waarde wordt bepaald door de dikte (d) van het materiaal (in meter) te delen door de λ -waarde en heeft als eenheid m^2K/W (vierkante meter Kelvin per Watt).

$$R = \frac{\text{dikte van het materiaal (in meter)}}{\lambda - \text{waarde}} = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

Hoe groter de R-waarde, hoe beter een materiaallaag isoleert. Of anders gezegd: hoe lager de λ -waarde hoe minder dik je moet isoleren voor hetzelfde resultaat op vlak van thermische isolatie.

Bv. 12 cm isolatie met een λ van 0,040 W/mK resulteert in een warmteweerstand van 3 m^2K/W . Kies je een materiaal met een λ -waarde van 0,030 W/mK, dan behaal je hetzelfde resultaat met 9 cm.

Om voor de isolatie van **bestaande woningen** in aanmerking te komen voor **premies** voor het aanbrengen van isolatie in vloeren, muren of daken van bestaande woningen, zal de nieuw aangebrachte isolatie een **minimale R-waarde** moeten behalen.

Thermische weerstand		Toepassing	
R _D (m ² K/W)		Dikte (mm)	
5,70	200	Thermische geleidbaarheid	
	0,035		
Brandklasse			
A1			

Illustratie: Eandis

Ga als volgt te werk:

- Beslis op welke manier je wil isoleren en welke isolatiematerialen hiervoor in aanmerking komen.
- Kies een isolatiemateriaal en ga na wat de λ -waarde is.

- Kijk op www.energiesparen.be voor welke energiepremies je in aanmerking komt. Ga voor elke premie afzonderlijk na wat de minimale R-waarde van de isolatielaag moet zijn en wat de andere voorwaarden zijn.

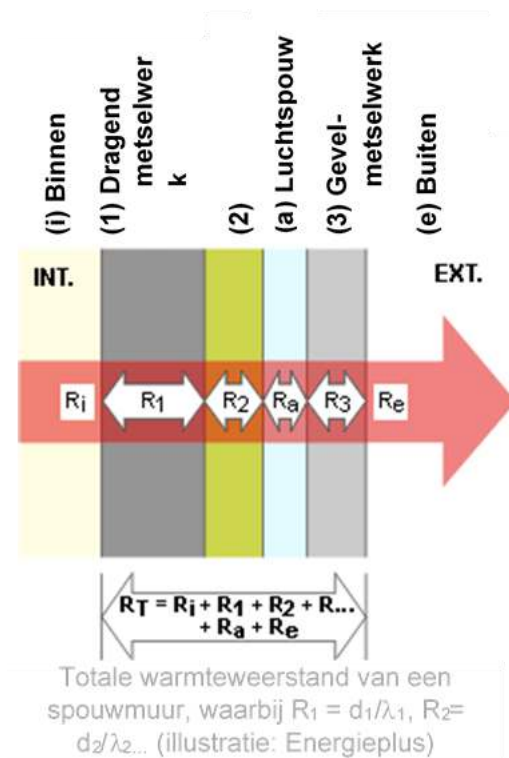
- Bereken aan de hand van de λ -waarde en de gevraagde minimale R-waarde hoe dik je moet isoleren, voor zover de fabrikant de R-waarde niet zelf vermeldt op de technische fiche.
- Aarzel niet om een dikker isolatiepakket te plaatsen: isoleren doe je maar één keer. Hoe dikker je isoleert hoe minder energie je nodig zal hebben om je woning op temperatuur te houden. Als je isolatie plaatst tussen een structuur, bijvoorbeeld tussen de kepers en gordingen van een hellend dak, dan is de isolatie onderbroken (niet-homogene isolatielaag). Deze onderbrekingen worden niet in rekening gebracht bij premieaanvragen, maar hebben wel negatieve impact op de effectieve isolatiewaarde. Bij een U-waarde berekening wordt er wel rekening mee gehouden. Bij dergelijk opbouwen heb je dus een extra reden om beter te isoleren dan de minimale eisen.

Het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Wonen en Bouwen adviseert een streefwaarde van $R \geq 5 \text{ m}^2\text{K/W}$ voor alle niet-transparante wanddelen (daken, muren, vloeren), zowel voor nieuwbouw als voor renovatie. Dit is ambitieuzer dan de premievoorwaarden voor de energieprijzen (bestaande woningen).

Voorbeeld 1: Je wil dakisolatie plaatsen in een hellend dak met een dakstructuur bestaande uit kepers van 6 cm en gordingen van 18 cm, samen 24 cm hoog. Je beslist om de volledige ruimte tussen de kepers en de gordingen op te vullen met een soepel isolatiemateriaal met een λ -waarde van 0,035 W/mK. Hiermee behaal je gemakkelijk een ambitieuze R-waarde, ruim voldoende voor het verkrijgen van premies:

$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,06}{0,035} + \frac{0,18}{0,035} = 6,86 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Opmerking: dit is een voorbeeld van een **isolatielaag die onderbroken wordt door een houten structuur**, waarbij bij de bepaling van de R-waarde geen rekening gehouden wordt met invloed van het hout. Als we wel rekening houden met het hout, dan kan dit (afhankelijk van de opbouw, houtsecties, tussenafstanden en houtsoort) de isolatiewaarde tot 20% verminderen.



Voorbeeld 2: Je wil je vloer isoleren en minstens een R-waarde van 5 $\text{m}^2\text{K/W}$ behalen, maar je hebt slechts plaats voor een isolatiepakket van 10 centimeter dik. Je moet dus op zoek naar isolatie met een λ -waarde niet hoger dan 0,020 W/mK:

$$\lambda = \frac{d}{R} = \frac{0,10}{5,0} = 0,020 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

Voor **premies** wordt enkel gekeken naar de warmteweerstand van de **nieuw geplaatste isolatie**. Een wand (dak, muur, vloer) bestaat echter uit meer dan alleen maar een isolatielaag. Elke laag in een constructie (bepleistering, baksteenmetselwerk...) heeft zijn eigen warmteweerstand, telkens bepaald op basis van dikte en lambda-waarde van die laag. De som van die warmteweerstanden (per toepassing rekening houdende met een aantal rekenconventies (plaatsingstoleranties, niet-homogene lagen, luchtlagen, specifieke overgangsweerstanden binnen en buiten (R_i en R_e)...) bepaalt de **totale warmteweerstand (R_T)** van een wand.

Om aan te geven hoe goed een wand uit verschillende lagen isoleert, refereren we meestal

niet naar de totale warmteweerstand, maar naar de warmtedoorgangscoefficiënt, de U-waarde.

Opmerking: hoe goed een isolatielaag werkelijk isoleert, hangt ook heel sterk af van de plaatsing. De thermische prestaties van opencellige isolatie waar de wind vrij spel in heeft (bv. hellende daken zonder of met een niet-winddicht afgekleefd onderdak) of isolatie die niet luchtdicht is afgewerkt aan de binnenzijde zullen een pak slechter zijn dan de theoretisch prestaties (λ - en R-waarde). Meer info in de fiche over '[Wind- en luchtdicht bouwen](#)'.

U-waarde

De U-waarde is de warmtedoorgangscoefficiënt van een constructiedeel (dak, muur, vloer, schrijnwerk) en **geeft aan hoeveel warmte er verloren gaat doorheen het bouwelement**, per seconde en per vierkante meter en dat bij een temperatuurverschil van 1°C of 1K (1 graad Kelvin). Hierbij wordt dus niet enkel de isolatie in rekening gebracht, maar alle verschillende lagen van het bouwdeel (binnenbepleistering, dragend metselwerk, isolatie, gevelsteen...). De U-waarde heeft als eenheid W/m²K (Watt per vierkante meter en per graad Kelvin).

Hoe lager de U-waarde, hoe beter een bouwdeel thermisch geïsoleerd is.

De U-waarde is het omgekeerde van de totale warmteweerstand: $U = 1/R_T$. Om de U-waarde te kennen moeten we dus altijd eerst de totale R-waarde berekenen.

Bij schrijnwerk maakt men een onderscheid tussen de U-waarde van de beglazing (U_g) en de totale U-waarde (aangeduid met U of U_w), die wordt bepaald op basis van de isolatiewaarde van het glas (U_g), van de kaders (U_f), de eventuele ventilatieroosters (U_r) en ondoorzichtige panelen (U_p).



Huidige wettelijke maximale U-waarden
Illustratie: www.lambda.be

Wie een nieuwe woning bouwt of aan een bestaande woning werken uitvoert waarvoor de medewerking van een architect verplicht is, en die dus vergunnings- of meldingsplichtig is, moet voldoen aan de [energieprestatiereggeving](#). Deze wetgeving legt onder meer wettelijke maximale U-waarden vast voor de verschillende bouwdeelen. Dien je in 2022 een aanvraag in voor een omgevingsvergunning voor een nieuwbouwwoning, dan zal de maximale U-waarde voor daken, muren en vloeren die het beschermd volume omhullen niet hoger mogen liggen dan 0,24 W/m²K, voor schrijnwerk niet meer dan 1,5 W/m²K en voor beglazing is er een maximale U_g -waarde van 1,1 W/m²K.

- Welke EPB-eisen van toepassing zijn is afhankelijk van het soort werken ([aard van de werken](#): nieuwbouw, renovatie, ingrijpende energetische renovatie) en [het aanvraagjaar](#) van het indienen van de vergunnings- of meldingsaanvraag.
- Welke constructiedelen in geval van een renovatie aan maximale U-waarden moeten voldoen hangt af van de werken die worden uitgevoerd (verbouwing en/of uitbreiding).
- Met behulp van de [EPB-wegwijzer](#) kan je zelf voor een concreet project nagaan welke eisen van toepassing zijn.

Wat de wetgever oplegt, beschouw je best als een absoluut minimum, isoleer meer als je echt energiezuinig wil (ver)bouwen.

Het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Wonen en Bouwen adviseert een streefwaarde van:

- $\leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor alle ondoorzichtige wanddelen (daken, muren, vloeren)
- $\leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor schrijnwerk
- $\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor beglazing,

zowel voor nieuwbouw als bij renovatie.

Dit is ambitieuzer dan de wettelijke eisen en (voor schrijnwerk en beglazing) dan de premievoorwaarden voor de energiepremies (bestaande woningen).

S-peil



Illustratie: VEKA

Bij nieuwbouwwoningen gaan we nog een stapje verder. Binnen het kader van de energieprestatieregelgeving moet ook de **energetische kwaliteit van de volledige gebouwschil** berekend worden: het S-peil. Het S-peil geeft een indicatie van hoeveel energie je nodig zal hebben om de temperatuur van de woning op peil te houden.

Hoe lager het S-peil, hoe beter de energetische kwaliteit van de gebouwschil (winsten en verliezen). De vormefficiëntie (v), dat de som van alle warmteverliesoppervlakken van een gebouw vergelijkt met de oppervlakte van een bol met hetzelfde volume, is hierbij een bepalende factor. Daarnaast wordt het S-peil ook bepaald door de U-waarden van de verschillende bouwdelen, de luchtdichtheid, de aanpak van de bouwknoopen en de zonnewinsten. Grootte en oriëntatie van de ramen, verhouding glasvloeroppervlakte, thermische massa en gebouwgebonden beschaduwings-elementen spelen dus ook een rol. Ventilatieverliezen en interne warmtewinsten (warmte afkomstig van personen, pompen, verlichting...) hebben daarentegen geen invloed op het S-peil.

Globaal genomen zorgen **eenvoudige volumes** voor een beter S-peil dan complexe volumes. Omdat bij de berekening van de vormefficiëntie geen rekening gehouden wordt met gemene muren behaal je met een rijwoning gemakkelijker een goed S-peil dan met een vrijstaande woning. Anders gezegd: een vrijstaande woning moet je verhoudingsgewijs een pak beter isoleren dan een rijwoning of halfopen bebouwing om het zelfde resultaat op vlak van thermische isolatie te bekomen.

Vanaf 2022 mag het **S-peil** voor nieuwbouwwoningen niet hoger zijn dan 28. Dit is een verstrenging ten opzichte van de jaren ervoor (S31). Omdat dit voor een aantal woningtypes tot een meerkost leidt, is evenwel een compensatiemogelijkheid voorzien: een woning die slechts S29, S30 of S31 behaalt, zal toch aan de EPB-eisen voldoen als bij aanvragen voor een omgevingsvergunning

- in 2022 een E-peil van E25 wordt behaald
- in 2023 een E-peil van E20 wordt behaald.

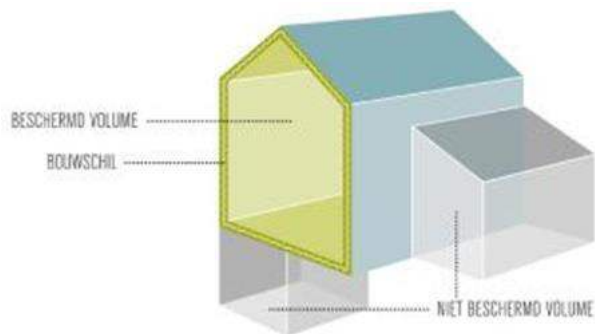
Maak je gebruik van deze compensatieregeling, dan mag je niet tegelijk gebruik maken van de compensatieregeling die bestaat voor hernieuwbare energie. Je woning moet dus wel altijd voldoen aan de eis met betrekking tot het **minimumaandeel hernieuwbare energie**.

Het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Wonen en Bouwen schuift als streefwaarde een S-peil ≤ 25 naar voor. Dit is ambitieuzer dan de wettelijke eisen.

Opmerkingen: voor woongebouwen werd in 2018 het S-peil ingevoerd ter vervanging van het K-peil en de [netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming](#).

Andere begrippen over energieprestaties

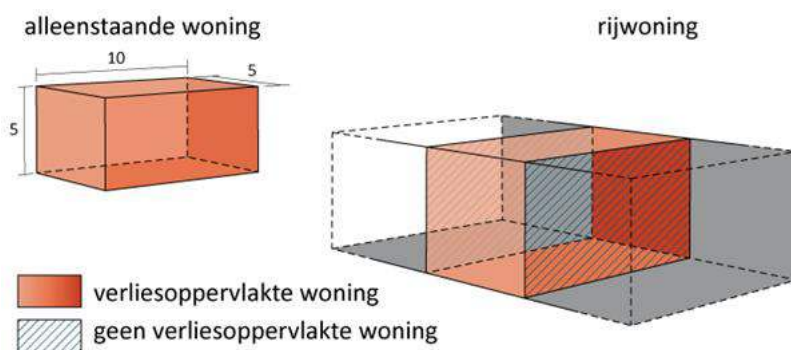
Beschermd volume (V)



is het deel van het gebouw waarvan je de warmteverliezen wil beperken door de gebouwschil rond dit volume (warmteverliesoppervlakken) te isoleren en wind- en luchtdicht af te werken. Het beschermd volume kan een woning in zijn geheel zijn, maar het is ook mogelijk dat bepaalde ruimtes (bv. kelder, veranda, garage, zolder) erbuiten vallen. Deze ruimtes krijgen de naam 'aangrenzende onverwarmde ruimtes' (AOR).

Illustratie: Eternit

Warmteverliesoppervlakken



zijn alle wanddelen die het beschermd volume omhullen. Het gaat dus om hellende en platte daken, buitenmuren, buitenschrijnwerk en vloeren op volle grond of boven de buitenomgeving.

Illustratie: VEKA

Wanneer bepaalde ruimtes buiten het beschermd volume vallen, kunnen binnenmuren, tussenvloeren of binnendeuren ook warmteverliesoppervlakken zijn, bv. in geval van een kelder buiten het beschermd volume gaat het dus ook over de muren, vloeren en deur tussen de woning en de kelder.

Vormefficiëntie (v)

vergelijkt de som van alle warmteverliesoppervlakken van een gebouw met de oppervlakte van een bol met hetzelfde volume:

$$v = \frac{A_{bol} \text{ (oppervlakte van een bol met hetzelfde volume als het gebouw)}}{A_t \text{ (warmteverliesoppervlakte van de woning)}} [m]$$

Hoe vormefficiënter een woning is, hoe positiever de invloed op het S-peil.

- Hoe lager v, hoe minder vormefficiënt.
- Een bol is het meest vormefficiënte volume ($v = 1$), de v-waarde van alle andere volumes zal dus altijd lager zijn dan 1.
- De vormefficiëntie van grote en kleine volumes met dezelfde vorm is gelijk (bv. elke woning met een kubusvormig beschermd volume heeft een [vormefficiëntie](#) van 0,81). Bij vergelijking van

vormen met een gelijk volume, zullen deze met meer warmteverliesoppervlak een lagere, dus slechtere, vormefficiëntie hebben. In tegenstelling tot de compactheid benadeelt vormefficiëntie kleine gebouwen niet.

Compactheid (C)

is de verhouding tussen het beschermd volume (V) en de totale warmteverliesoppervlakte (A_T) van een gebouw: $C = \frac{V}{A_T}$

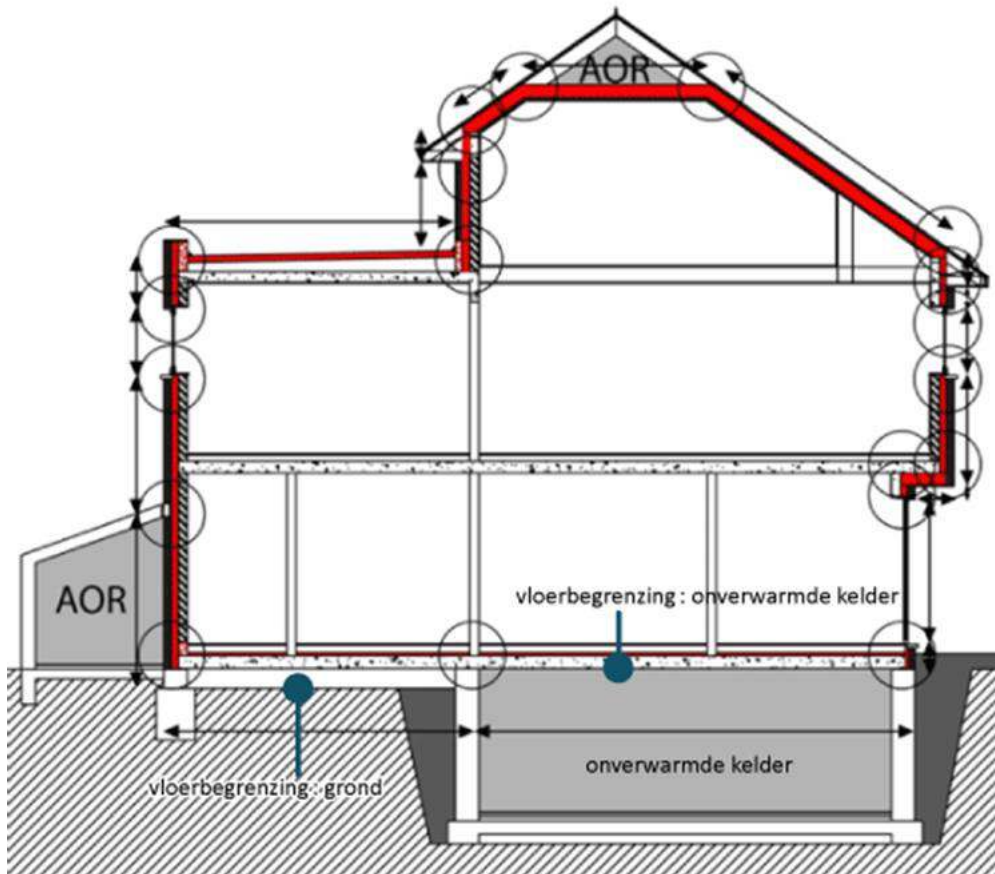
Het is een goed idee om een zo compact mogelijk gebouw te realiseren, maar de invulling van de definitie heeft als nadeel dat kleine volumes benadeeld worden in vergelijking met grote volumes, terwijl ze in werkelijkheid minder energie nodig zullen hebben om op temperatuur te blijven. Bv. een kubus met een volume van 1 m³ is 100 keer minder compact dan een kubus met een volume van 100 m³. Om deze contradictie weg te werken in berekeningen, werd bij de invoering van het S-peil voor woningen vormefficiëntie als alternatief ingevoerd. De vroegere K-peilberekening daarentegen hield wel rekening met de [compactheid](#).

Gemene muren

Gemene muren zijn muren die zich op de perceelsgrens bevinden, waarbij het aanpalende perceel bebouwd of (nog) niet bebouwd kan zijn. Een gemene muur kan dus een binnenmuur tussen twee verwarmde volumes zijn (bv. twee woningen), maar kan ook een wachtgevel zijn waar later een gebouw tegenaan gebouwd kan worden. Aan gemene muren worden eisen gesteld op vlak van isolatie (maximale U-waarden) maar voor het bepalen van de vormefficiëntie wordt er geen rekening mee gehouden. Dit zorgt ervoor dat rijwoningen, halfopen bebouwingen en appartementen wel een [vormefficiëntie van meer dan 1](#) kunnen behalen.

Bouwknopen

Bouwknopen zijn alle plaatsen in de warmteverliesoppervlakken waar lokaal meer of minder warmteverliezen kunnen optreden. Bouwknopen komen we tegen ter hoogte van de overgang van twee bouwdelen (bv. aansluiting tussen dak en muur of tussen muur en schrijnwerk), maar ook bijvoorbeeld wanneer een kolom de isolatielaag doorboort of wanneer een wand plaatselijk dunner of dikker wordt. Wanneer de isolatielaag onderbroken is en er plaatselijk warmteverliezen optreden die aanleiding kunnen geven tot condensatie- en schimmelproblemen, spreken we over 'koudebruggen'. De manier waarop bouwknopen worden aangepakt wordt doorgerekend in de U-waardes onder de vorm van een U-waardetoeslag en heeft dus ook een invloed op het S-peil. Binnen de EPB-regelgeving kunnen bouwknopen op 3 verschillende manieren ingerekend worden: enerzijds een forfaitaire toeslag (er worden geen berekeningen gemaakt), anderzijds een gedetailleerde berekening van elke bouwknop zoals die wordt uitgevoerd en als tussenoplossing de methode van de [EPB-aanvaarde bouwknopen](#) toepassen, waarbij een aantal vuistregels nageleefd moet worden. In dit laatste geval vergt de berekening minder tijd dan bij de gedetailleerde berekening en is de U-waardetoeslag kleiner dan wanneer gekozen wordt voor de forfaitaire toeslag. Bouwknopen die niet EPB-aanvaard zijn moeten wel nog in detail berekend worden.

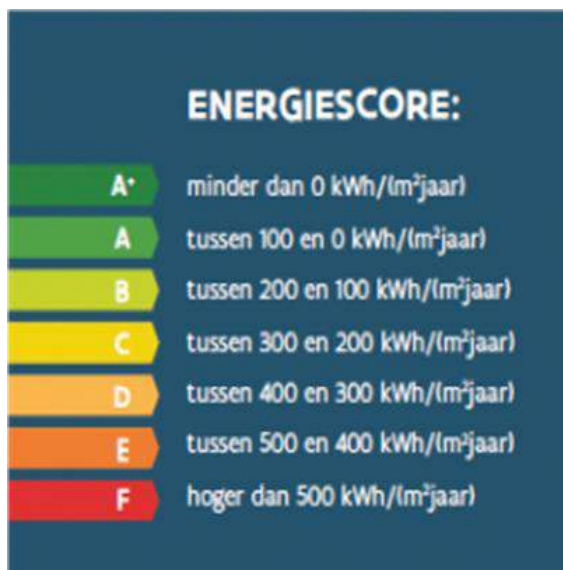


Doorsnede van een gebouw met aanduiding van de bouwknope
Illustratie: VEKA

Lage-energiewoningen en passiefhuizen

Lage-energiewoningen en passiefhuizen zijn woningen met een zeer lage energiebehoefte voor woningverwarming, vooral door hun goede isolatie, aanpak van koudebruggen, doorgedreven luchtdichtheid en recuperatie van warmte uit de afgevoerde ventilatielucht, maar ook door tijdens het stookseizoen gratis zonnewinsten te benutten en actieve koeling te vermijden.

- Het begrip 'lage-energiewoning' is niet strikt gedefinieerd, de ene zogenaamde lage-energiewoning voldoet niet noodzakelijk aan dezelfde criteria als een andere.
- Het begrip 'passiefhuis' is strikter afgebakend: als je een woning realiseert volgens de criteria van de passiefhuisstandaard, dan kan je dit ook laten certificeren. Zo mag
 - de berekende netto energiebehoefte voor zowel verwarming als voor koeling niet hoger zijn dan 15 kWh/m² geconditioneerde vloeroppervlakte per jaar
 - bij een [luchtdichtheidstest](#) de n50-waarde niet meer dan 0,6 keer per uur bedragen.
 Meer info vind je op de (Engelstalige) [Passipedia](#)-website.



De verschillende energielabels en de bijhorende energiescores
Illustratie: VEKA

Beide begrippen zijn de laatste jaren wat in onbruik geraakt, mede door de Europese richtlijn over de energieprestatie van gebouwen die onder meer stelt dat vanaf 2021 alle nieuwe gebouwen 'bijna energieneutraal' (BEN) moeten zijn, een begrip dat breder gaat dan enkel een energiezuinige bouwschil. Sinds 2021 moet elke nieuwbouwwoning waarvoor een omgevingsvergunning wordt aangevraagd aan de BEN-eis van een **maximaal E-peil van E30** voldoen. Hiermee behaalt de woning een energielabel A.

Het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Wonen en Bouwen schuift als streefwaarde een E-peil ≤ 0 (= energielabel A+) naar voor, zowel voor nieuwe woningen als bij (gefaseerde)renovatie van bestaande woningen. Dit is ambitieuzer dan de wettelijke eisen.

Bronnen

- Dialoog vzw
- Vlaams Energieagentschap (VEKA)

Auteur: Evelien Willaert, Dialoog