

## BOUWFYSICA VOOR GEVELTIMMERWERK

**R**egelmatig wordt SHR door de timmerindustrie benaderd met de vraag: "Een U-waarde van 1,65. Wat is dat en hoe voldoet een houten raamkozijn daaraan?". Speciaal voor (kleinere) timmerfabrikanten vond daarom bij SHR recent de bijeenkomst 'Bouwfysica voor geveltimmerwerk' plaats.

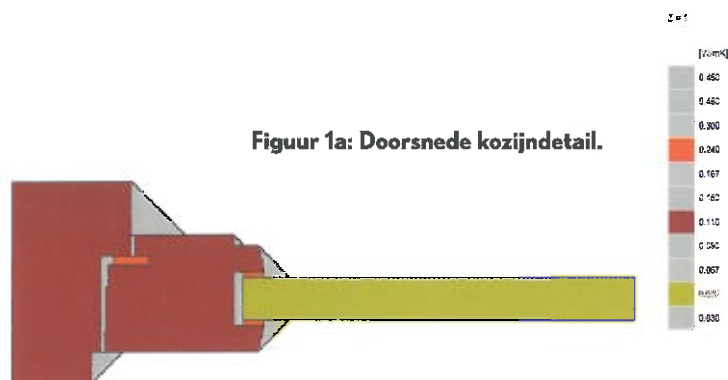
# HOUTEN KOZIJN ISOLEERT

Op 26 juni werd de doelgroep in één middag bijgepraat over de huidige stand van zaken en werd er een blik geworpen op het toekomstige houten kozijn. In de timmerindustrie maakt de U-waarde de tongen los. De eisen met betrekking tot de U-waarde zijn een gevolg van de klimaatdoelstellingen die Nederland vrijwillig heeft geformuleerd voor 2020. De ambitieuze doelen luiden: 20% minder CO<sub>2</sub>, 14% duurzame energie en 2% energiebesparing per jaar.

Direct gevolg hiervan zijn recente aanpassingen in het Bouwbesluit: energiebesparing door het verhogen van de eisen aan de isolerende werking van de bouwkundige schil. De U-waarde, voor raamkozijnen uitgedrukt in  $U_w$  (window), geeft de grootte van de warmtestroom aan. Hoe kleiner de waarde van deze stroom, des te lager het energieverlies. Tegenover het energieverlies door de bouwkundige schil staat de energieopwekking door installaties. Deze moeten met elkaar in balans zijn. De energieprestatiecoëfficiënt geeft de grootte van de externe energie aan op de balans.

Er zijn grofweg twee manieren om de energiebalans te verbeteren. Enerzijds door de toegevoegde energie uit eindige bronnen te vervangen door natuurlijke hulpbronnen (bijvoorbeeld wind, getijden en zon) en anderzijds door het energieverlies van het gebouw te verminderen. Uitgaande van de wet van behoud van energie blijft natuurlijk gelden dat het beter is om energie te besparen dan het onnodig op te wekken.

**HOUT ISOLEERT** De EPC-eis is een eis op gebouwniveau. De EPC wordt berekend volgens de norm NEN 7120. Sinds 1 januari 2011 wordt



een EPC van 0,6 gevraagd. Minister Blok was van plan om deze eis per 1 januari 2015 aan te scherpen naar 0,4. Dit laatste voornemen is inmiddels tot nader order uitgesteld.

Daarnaast worden er minimumeisen gesteld op het niveau van gebouwdelen. De grootte van de warmtestroom  $U_w$  (window) en  $U_d$  (door) zijn hier een voorbeeld van voor raam- en deurkozijnen. De maximeis hiervoor (een lagere stroom geeft minder energieverlies) is gesteld op 1,65 W/m<sup>2</sup>·K. Een ander voorbeeld is de gedifferentieerde eis voor de gebouwschil, die per 1 januari 2015 wordt ingevoerd. Dan geldt voor daken een  $R_e$  van 6,0 m<sup>2</sup>·K/W, voor gevels  $R_e = 4,5$  m<sup>2</sup>·K/W en voor begane-grondvloeren  $R_e = 3,5$  m<sup>2</sup>·K/W.

Hout isoleert, dat is een bekend gegeven. Liever met sokken op de houten vloer als met schoenen op het koude beton. Het isolerende vermogen van hout geldt natuurlijk ook voor de toepassing in kozijnen. Ondanks andere berichten in de markt presteert een houten kozijn uitste-

kend wat betreft de isolatiewaarde. Over het algemeen isoleert een houten kozijn gewoon goed. In ieder geval goed genoeg om eenvoudig te voldoen aan de eisen uit het Bouwbesluit:  $U_w \leq 1,65$  W/m<sup>2</sup>·K.

**FORFAITAIRE METHODE** Wie de U-waarde van houten kozijnen wil bepalen, kan kiezen uit drie mogelijkheden:

\* Met behulp van forfaitaire waarden ( $U_w = 1,65$  W/m<sup>2</sup>·K);

\* Met behulp van grafieken (NEN-EN ISO 10077-2 volgens rekenprogramma SHR);

\* Met behulp van de eindige elementenmethode (TRISCO).

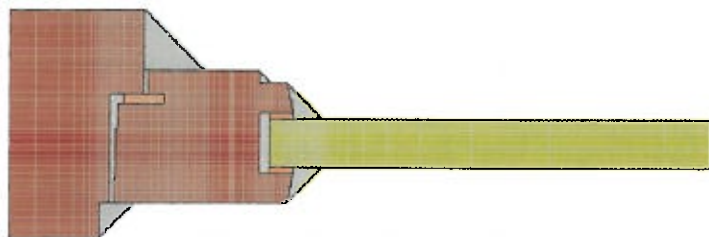
Forfaitair staat voor: 'volgens een vastgestelde norm'. Wat betreft het warmteverlies door kozijnen ( $U_{fr}$ -waarde) worden hiervoor veilige kengetallen gegeven. De toepassing van de gehanteerde waarde is zeer ruim en er wordt een grote veilige marge gehanteerd. Met de kengetallen (forfaitaire waarden) in Tabel 1 kan veilig gerekend worden. Voor kunststof kozijnen kan eenzelfde forfaitaire waarde worden aangehouden. Metalen kozijnen presteren aanzienlijk minder.

Met behulp van de NEN 1068, een lineaire warmtedoorgangcoëfficiënt  $\psi_{gl} = 0,06$  W/m<sup>2</sup>·K voor de afstandhouder in het glas, en HR\*\* glas met  $U_{gl} = 1,1$  W/m<sup>2</sup>·K, is eenvoudig een  $U_w$  te berekenen van 1,64 W/m<sup>2</sup>·K. Deze waarde is vervolgens overgenomen in het Bouwbesluit, met als achterliggende gedachte: het ver-

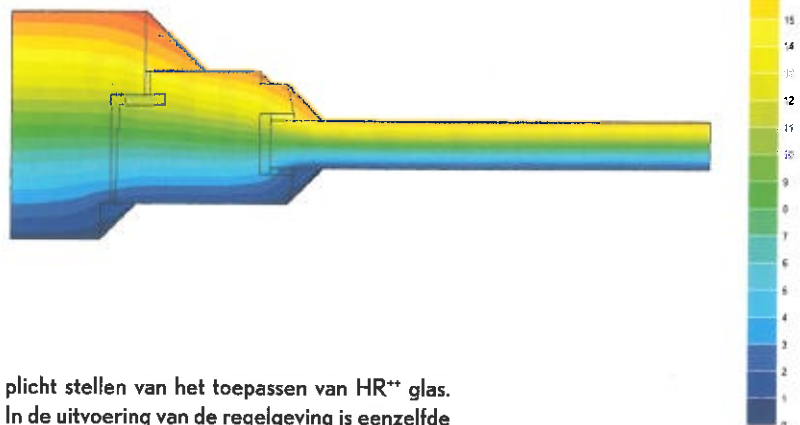
### TABEL 1: FORFAITAIRE WAARDEN VOOR DE WARMTESTROOM DOOR KOZIJNEN

Kozijn van hout of kunststof	$U_{frame} (U_f)$ W/m <sup>2</sup> ·K
Metalen kozijn met thermische onderbreking	2,4
Metalen kozijn zonder thermische onderbreking	3,8
	7,0

Figuur 1b: Doorsnede kozijndetail opgedeeld in elementen.



Figuur 1c: Warmteverloop over de doorsnede van het kozijndetail.



plicht stellen van het toepassen van HR++ glas. In de uitvoering van de regelgeving is eenzelfde eis voor deurkozijnen overgenomen. In de praktijk blijkt deze waarde, ook voor kunststof kozijnen, niet zo eenvoudig realiseerbaar als bij raamkozijnen. In de SKH-certificaten voor geveltimmerwerk is daarom het volgende voorbehoud gemaakt: "Indien op gebouwniveau wordt uitgegaan van een gemiddelde warmtedoorgangscoefficient voor ramen, deuren, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen van  $1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ , is een grotere warmtedoorgangscoefficient van individuele houten gevelelementen toelaatbaar. In dat geval dient de warmtedoorgangscoefficient van het houten gevelelement aan de afnemer kenbaar gemaakt te worden, zodat op gebouwniveau kan worden getoetst of aan de gemiddelde warmtedoorgangscoefficient is voldaan".

De eis op gebouwniveau voor de EPC dekt het totale warmteverlies over het bouwwerk voldoende af. Sommige ontwerpen van deuren zijn nu eenmaal alleen in hout te maken. Met het voorschrijven van  $U_{gl} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , en  $\psi_{gl} = 0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$  in de SKH-certificaten voor geveltimmerwerk is de eis voor de U-waarde uit het Bouwbesluit eenvoudig afgedekt voor houten raamkozijnen.

**GRAFIEKEN ALS HULPMIDDEL** Hoewel een forfaitaire waarde een veilige waarde is met een ruime marge, zijn er gelukkig tevens eenvoudige en nauwkeurige methoden. Aan de hand van de NEN-EN-ISO 10077 kan met grafieken de  $U_{frame}$  waarde per kozijnafmeting en houtsoort bepaald worden. Per houtsoort zijn de lambda-waarden gegeven in SKH-publicatie 99-05. De verschillen in lambda-waarden per houtsoort

worden voornamelijk veroorzaakt door verschillen in soortelijk gewicht (zie Tabel 2).

**EINDIGE ELEMENTEN** Tot slot de derde en meest nauwkeurige mogelijkheid: de eindige elementenmethode. Per detail wordt nauwkeurig het warmteverloop over de doorsnede bepaald. Dit wordt gedaan door het element op te delen in kleine vlakjes met ieder hun eigen warmte-eigenschappen. De computer brengt nauwkeurig het warmteverloop over de doorsnede in kaart en daarmee ook de grootte van de warmtestroom (het verlies). Voor het glas wordt een kalibreepaneel gebruikt. In Figuur 1 zijn enkele voorbeelden gegeven. Met behulp van de eindige elementenmethode zijn de meest secure resultaten te behalen. Deze manier kan worden toegepast voor het berekenen van bestaande detaillering, maar is bo-

## TABEL 2: LAMBDA-WAARDEN PER HOUTSOORT VOLGENS SKH-PUBLICATIE 99-05

Houtsoort	$\lambda \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Douglas	0,13
Grenen	0,13
Lariks	0,13
Oregon pine	0,13
Western red cedar	0,11
Vuren	0,11
Azalia/doussié	0,18
Bintangor	0,18
Congo khaya	0,13
Iroko	0,16
Louro gamela	0,16
Louro vermelho	0,16
Makoré	0,16
Meranti, rood $\rho < 600 \text{ kg/m}^3$	0,13
Meranti, rood $\rho > 600 \text{ kg/m}^3$	0,16
Merbau	0,18
Robinia	0,18
Santa Maria	0,18
Sapeli	0,16
Seraya, white	0,13
Sipo	0,16
Teak	0,16 ■

vendien zeer geschikt voor het doorrekenen van verbeterde concepten zoals hout met een lagere warmteverstand, thermisch geïsoleerd hout en/of concepten met na-isolatie. Met de eindige elementenmethode is een  $U_{ir}$  lager dan  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  te behalen. In combinatie met triple glas ( $U_{gl} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) zijn waarden voor  $U_w$  te realiseren van  $0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$  en lager. Bijvoorbeeld voor de toepassing in passiefhuis-concepten. Voor ieder project is een passende oplossing mogelijk: van eenvoudig en doeltreffend tot zeer gedetailleerd en nauwkeurig. SHR kan met alle drie de methoden van dienst zijn.

Auteur: ir. W.H. de Groot, projectleider SHR Wageningen, w.degroot@shr.nl, www.shr.nl ■

## ENERGIEPRESTATIECOEFFICIENT IN HET BOUWBESLUIT:

"De EPC-eis is uitgedrukt in een grenswaarde voor de energieprestatiecoefficient en geeft de mate van energiezuinigheid van een gebouw aan. De bij een bepaalde gebruiksfunctie gerealiseerde EPC is de uitkomst van een berekening, waarin voor de specifieke gebruiksfunctie verschillende kengetallen en een speciaal voor die gebruiksfunctie vastgesteld toelaatbaar energiegebruik een rol spelen. De uitkomst waardeert de belangrijkste energetische eigenschappen van een gebruiksfunctie, met inbegrip van de daarin aanwezige gebouwinstallaties. Deze bepalingsmethode geeft veel ontwerpvrijheid en een prikkel tot het geïntegreerd ontwerpen van casco en installaties en het bedenken van energiezuinige gebouwconcepten". ■