



Met de methode van de warmtestroommeter kan de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van de wanden van een gebouw *in situ* gemeten worden. Men moet bij de toepassing van deze methode wel rekening houden met de voorwaarden die opgesomd worden in de recent herziene norm ISO 9869-1.

Een meting met een warmtestroommeter kan nuttig zijn om de reële energieprestaties van een wand en/of van een bijzondere uitvoeringstechniek in te schatten. Indien men rekening houdt met haar beperkingen, kan deze methode tevens interessant zijn indien er onzekerheid heerst over de wandsamenstelling.

Deze methode mag niet aangewend worden als controletechniek, noch voor het vergaren van gegevens in het kader van de EPB-regelgeving of de energetische certificatie van gebouwen. We willen er ook op wijzen dat deze methode in geen geval een alternatief mag vormen voor de regelmatige controle en het bouwplaatstoezicht om de kwaliteit van de uitvoering te garanderen (zeker niet bij de plaatsing van de isolatiematerialen).

### Basisprincipe voor de meting

De warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) van een wand of bouwelement geeft de warmtestroom aan die dit element doorlaat per vierkante meter oppervlak (aangegeven als 'q' en uitgedrukt in  $W/m^2$ ) voor een temperatuurverschil van 1 K tussen de binnen- ( $T_i$ ) en de buitenlucht ( $T_e$ ). Deze coëfficiënt wordt berekend met de volgende formule:  $U = q / (T_i - T_e)$  [ $W/m^2K$ ]

De U-waarde wordt doorgaans bepaald aan de hand van een berekening op basis van de wandsamenstelling en de materiaaleigenschappen (dikte en warmtegeleidbaarheid). Deze berekeningsmethode wordt onder meer gehanteerd in het kader van de EPB-regelgeving. Men kan de U-waarde echter ook rechtstreeks ter plaatse opmeten. In dit geval

## Zijn *in situ*-metingen van de U-waarde betrouwbaar?

voorziet men de binnenzijde van de wand van een sensor (een zogenaamde warmtestroommeter) die de warmtestroomdichtheid (q) opmeet. Tezelfdertijd registreren temperatuursensoren de oppervlaktetemperatuur aan de binnen- en buitenzijde van de wand (zie afbeelding). Aangezien temperatuursensoren alleen niet volstaan om een betrouwbare U-waarde af te leiden, is het gebruik van de warmtestroommeter onontbeerlijk.

### De meting in de praktijk

De meting van de U-waarde *in situ* gebeurt volgens de toepassingsvoorwaarden uit de norm ISO 9869-1 (2014). Zo moet de beproefde wand opgebouwd zijn uit (quasi) homogene lagen. De techniek is moeilijk, of soms helemaal niet, toepasbaar op wanden met een geventileerde spouw (bv. spouwmuren). Men moet er zich steeds van vergewissen dat de gemeten warmtestroom wel degelijk eendimensionaal verloopt (loodrecht op de wand). De meting mag dan ook niet plaatsvinden ter hoogte van een koudebrug of in de buurt van aansluitingen tussen twee afzonderlijke wandelementen. De warmtestroommeter en de temperatuursensoren mogen geen directe invloed ondervinden van een verwarmings-, koelings- of ventilatiesysteem en moeten beschermd worden tegen zonnestralen. De meting wordt bijgevolg bij voorkeur uitgevoerd op een verticale en noordelijk georiënteerde wand. In bepaalde gevallen kan het gebruik van een bijkomende bescherming noodzakelijk zijn. De meting vindt plaats tijdens de koude periodes van het jaar aangezien het temperatuurverschil over de wand dan het grootst is.

De U-waarde wordt niet bepaald aan de hand van ogenblikkelijke data, maar na analyse van de meetgegevens over meerdere dagen van ononderbroken registratie door de warmtestroommeter en de temperatuursensoren. De minimumduur van de proef hangt af van de aard van de wand (zwaar, licht, al dan niet geïsoleerd), de binnen- en buitentemperaturen en de methode voor de gegevensanalyse.

De meting is ingewikkelder (meetonzekerheid) en zal meer tijd vragen voor een zware en sterk thermisch geïsoleerde wand dan voor een lichte en/of weinig geïsoleerde wand. Zo kan de U-waarde van een beglazing (element met een zwakke thermische inertie) al bepaald worden na enkele nachten opmeten. De meting is in dit geval immers vrij eenvoudig aangezien er geen faseverschil is tussen de warmtestroom en het temperatuurverschil. Massieve wanden met een grote thermische inertie zullen daarentegen de opgemeten warmtestroom aan de binnenzijde vertragen. Zo is het mogelijk dat de warmtestroom verhoogt wanneer het temperatuurverschil in de wand vermindert en vice-versa. Men kan dit probleem aanpakken door ofwel de duur van de meting uit te breiden naar twee weken of meer, ofwel gebruik te maken van dynamische gegevensanalysemethoden. Een hoge thermische isolatiegraad of een lage temperatuurgradiënt verkleint de opgemeten warmtestroom en verhoogt zo de meetonzekerheid.

### Besluit

De U-waarde van sommige wanden kan *in situ* bepaald worden met de methode van de warmtestroommeter op voorwaarde dat men rekening houdt met de eisen uit dit artikel en met deze uit de norm. Methoden die enkel gebruikmaken van temperatuurmetingen zonder toepassing van een warmtestroommeter zijn niet geschikt voor de bepaling van de U-waarde. Dit geldt ook voor methoden die steunen op ogenblikkelijke metingen.

De nauwkeurigheid van de meting zal afhangen van de aard van de geanalyseerde wand, de keuze van de sensoren, hun ijking, de weersomstandigheden, de methode voor de gegevensanalyse ... De onzekerheid van de meting wordt geraamd op  $\pm 20\%$  (grootteorde) of lager bij gunstige omstandigheden.

G. Lethé, ir., onderzoeker, en G. Flamant, ir., afdeling Energie, WTCB

