

# Effect van doorbrekingen in isolatielaag vaak onderschat

Bij gevelconstructies met (metalen) doorbrekingen door de isolatielaag of bij houtskeletbouwgevels is het niet heel eenvoudig om al vroeg in het ontwerpproces een goede inschatting van de  $R_c$ -waarde te maken. Benodigde isolatiedikten worden daarbij over het algemeen onderschat.

De warmteweerstand ( $R_c$ -waarde) van constructies wordt in het ontwerpproces vaak op de minimale eisen van het Bouwbesluit uitgelegd, zeker sinds de aanscherping van de eisen per 1 januari 2015. Voor constructies met een relatief eenvoudige opbouw of met gestandaardiseerde prefab elementen is de  $R_c$ -waarde vooraf goed te bepalen op basis van een eenvoudige handberekening of met de beschikbare productinformatie. Bij complexere gevelconstructies is dat minder eenvoudig. In de praktijk blijkt dat de effecten van (metalen) doorbrekingen vaak worden onderschat, waardoor de  $R_c$ -waarde niet wordt gehaald.

## Bouwbesluit en NEN 1068

Per 1 januari 2015 zijn de eisen in het Bouwbesluit ten aanzien van thermische isolatie aangescherpt. Voor alle verwarmde gebruiksfuncties (met uitzondering van een woonwagen) is de eis voor een verticale uitwendige scheidingsconstructie (gevel) aangescherpt tot  $R_c \geq 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Voor een horizontale of schuine uitwendige scheidingsconstructie (dakvloer of hellend dak) is de eis voor alle functies (met uitzondering van een woonwagen) aangescherpt tot  $R_c \geq 6,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Hierbij wordt nog opgemerkt dat deze eis ook van toepassing is op daken van dakkapellen en bijvoorbeeld een dakvloer van een dakterras.

Voor relatief eenvoudige constructies kan doorgaans met een geringe toename van

de isolatiedikte aan de eis worden voldaan (afgezien van eventuele aanpassingen aan de aansluitdetails). Bij constructies met veel doorbrekingen in de isolatielaag is echter vaak een grotere extra inspanning nodig om aan de eis te voldoen. In bijvoorbeeld situaties waar een gevelbekleding op een metalen draagconstructie aan het casco wordt bevestigd, kan het aandeel metaal in de isolatielaag en het effect daarvan op de  $R_c$ -waarde aanzienlijk oplopen. Ook bij houtskeletbouwgevels wordt het houtpercentage alsmede het effect daarvan op de  $R_c$ -waarde nog weleens miskend. Het effect van dergelijke repeterende puntvormige of lijnvormige doorbrekingen moet conform NEN 1068 worden verdisconteerd bij de berekening van de  $R_c$ -waarde. Incidentele puntvormige bruggen blijven daarbij volgens de norm buiten beschouwing.

## Houtskeletbouwgevels

Ervaring uit de praktijk leert dat bij volledig uitgewerkte houtskeletbouwgevels het oppervlakteaandeel van doorbrekingen (houtpercentage) doorgaans tussen de 20% en 25% ligt. Vaak wordt in de ontwerpfase echter een aanzienlijk lager houtpercentage op basis van een hart-op-hartafstand van 400 of 600 mm aangehouden. Wanneer later in de bouwvoorbereiding de houtskeletbouwgevels goed worden uitgewerkt, blijkt dat door bijvoorbeeld raam- en deuropeningen de

resulterende hart-op-hartafstand gemiddeld kleiner is. Regelmatig zijn ook dubbele stijlen of extra regels benodigd rondom openingen of aan de randen van een element. Mogelijkheden om in dat stadium dan nog een dikker isolatiepakket toe te passen zijn meestal beperkt of niet aanwezig.

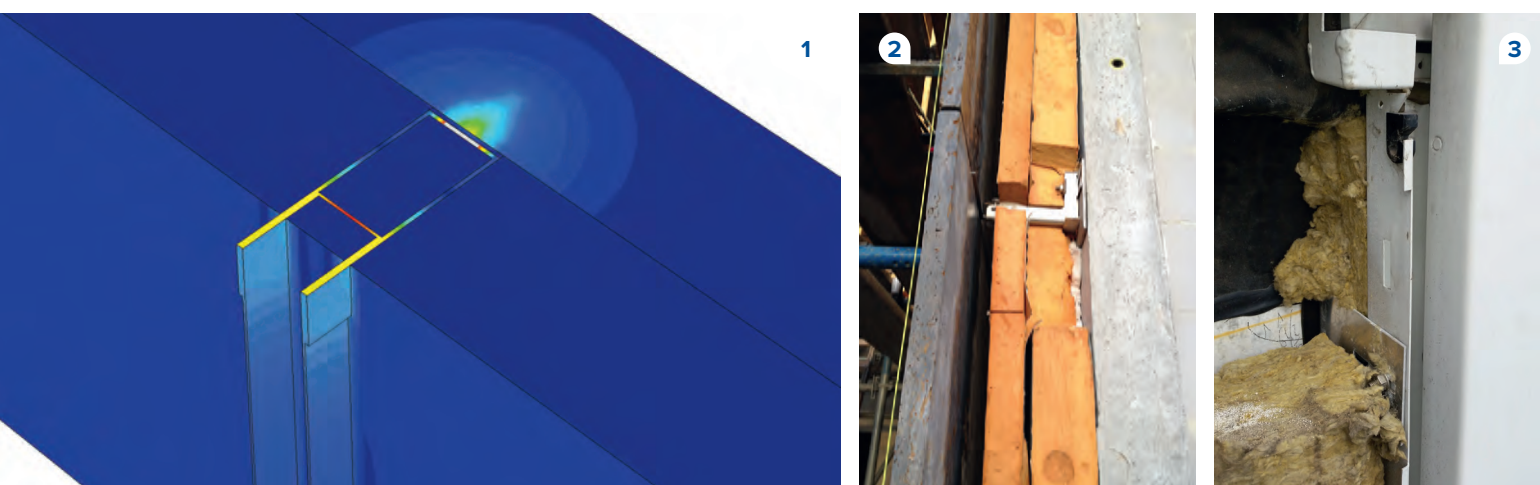
Om dit knelpunt te voorkomen is het belangrijk om in de ontwerpfase niet met te gunstige houtpercentages te rekenen. Alternatief is om al vroeg in het ontwerpproces de houtskeletbouwgevels zeer gedetailleerd uit te werken.

## Metalen draagconstructie

Bij een bevestiging van een gevelbekleding op een metalen draagconstructie kan het aandeel metalen doorbrekingen (afhankelijk van het gevelontwerp) soms behoorlijk oplopen. Hoewel de ankers of bevestigingselementen veelal een veel geringere oppervlakte hebben dan de stijlen en regels bij hsb-elementen, is het effect ervan zeer groot, doordat metaal een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt heeft. Een veel gehanteerde vuistregel van 20% verslechtering van de  $R_c$ -waarde voor dergelijke gevelsystemen blijkt in de praktijk vaak een te positieve inschatting. Uit diverse berekeningen uit de praktijk blijkt dat verslechtering tot 40% of 50% geen uitzondering zijn. In een ongunstige situatie met bijvoorbeeld een zware natuursteen gevelbekleding en met kleine oppervlakten van dichte geveldelen, kunnen metalen doorbrekingen van 1200 tot 1800  $\text{mm}^2$  per  $\text{m}^2$  (of soms meer) geveloppervlakte nodig zijn.

Door de vorm van de bevestigingen (verloop in doorsnede) is de invloed hiervan niet goed met de hand uit te rekenen. Het is zaak om dergelijke doorbrekingen zo vroeg mogelijk door een gevelbouwer uit te laten detailleren en de benodigde isolatiedikte middels een 3D-warmte-

Uit diverse berekeningen uit de praktijk blijkt dat verslechtingen van de  $R_c$ -waarde tot 40% of 50% geen uitzondering zijn



stroommodel te berekenen. Met een dergelijk rekenmodel kunnen tevens optimalisaties aan bevestigingen en materialisatie worden onderzocht, waarmee de benodigde isolatiedikte weer kan worden beperkt.

#### Online rekentools

Diverse fabrikanten van isolatiematerialen bieden online rekentools aan om de  $R_c$ -waarde te berekenen. Met deze tools kan een goede indicatie van het effect van doorbrekingen worden bepaald. Het is echter wel aan de gebruiker om een correcte (realistische) aanname te doen wat betreft houtpercentage of oppervlakte-aandeel van metalen doorbrekingen.

#### $R_c$ en EPC

Soms worden in een ontwerp hogere  $R_c$ -waardes gehanteerd om aan de eis van energieprestatie (EPC) te voldoen. Het is goed om te realiseren dat het invoeren van een hogere  $R_c$ -waarde in de EPC-berekening soms behoorlijke consequenties voor een constructieopbouw kan hebben. Bij een hogere  $R_c$ -waarde wordt het negatieve effect van de doorbreking echter steeds groter. Het is voor

die situaties dus extra belangrijk om in een vroeg stadium de constructieopbouw gedetailleerd uit te werken.

De aangescherpte  $R_c$ -eisen van het Bouwbesluit zijn over het algemeen al een goede basis voor de EPC-berekening. Het verder verhogen van de  $R_c$ -waarde heeft een relatief beperkte invloed op de EPC, zeker als niet ook de zwakke schakels in de gebouwschil worden aangepakt. Deze zwakke schakels zijn met name de kozijnen, ramen en deuren. Ter illustratie: een U-waarde van  $1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$  (minimale eis Bouwbesluit) komt overeen met een  $R_c$ -waarde van  $0,43 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Het warmteverlies per vierkante meter via kozijnen, ramen en deuren met een U-waarde van  $1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$  is dan ook circa acht keer zo hoog als het warmteverlies via een gesloten gevel met een  $R_c$ -waarde van  $4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

#### $R_c$ -waarde voor energielabel

Voor utiliteitsbouw moet sinds 1 juli 2014 in het kader van de energielabelplicht de  $R_c$ -waarde die is ingevoerd in de EPC-berekening, ook daadwerkelijk gecontroleerd worden bij oplevering. Daarvoor moet een correcte  $R_c$ -waardeberekening

1 // 3D-warmtestroommodel (flux) voor bepaling invloed metalen doorbreking in isolatielaag op  $R_c$ -waarde. In deze specifieke situatie bleek dat de doorbreking voor een verlaging van de  $R_c$ -waarde van 36% zorgt ten opzichte van een ononderbroken isolatielaag. 2 // Metalen draagprofiel van natuurstenen gevelbekleding prikt door de hoogwaardige isolatielaag heen. 3 // Metalen U-vormig profiel ter bevestiging van de draagstijlen van de gevelbekleding doorbreekt de isolatie (plaatselijk is de isolatielaag verwijderd voor inspectie).

conform NEN 1068 beschikbaar zijn. Bij het ontbreken hiervan, dient met ongunstigere forfaitaire waarden te worden gerekend, wat mogelijk tot gevolg heeft dat het energielabel slechter uitkomt dan op basis van de EPC wordt verwacht.

**Elementen buiten beschouwing**

Interessant detail is dat voor het bepalen van de  $R_c$ -waarde van een constructie eventuele ankers of houten regels die ter plaatse van de vloerrand of ter plaatse van de kopse zijde van een bouwmuur worden geplaatst, volgens NEN 1068 niet meegenomen hoeven te worden. Ook incidentele puntvormige bruggen, stel-

kozijnen en bijvoorbeeld lateien worden volgens de norm in bepaalde situaties buiten beschouwing gelaten. Daarbij is het goed om te weten dat voor fabrieksmatig vervaardigde elementen weer andere spelregels zijn opgenomen in de norm.

Deze uitzonderingen zijn met name bedoeld om het berekenen van  $R_c$ -waardes niet onnodig gecompliceerd te maken. Wanneer in het gevelontwerp slim met de uitzonderingen in de norm wordt omgegaan, kan de benodigde isolatiedikte worden geoptimaliseerd. Uit bouwfysisch oogpunt moet je je natuurlijk altijd blijven afvragen wat wel en wat niet wenselijk is.

*Raadgevend ingenieursbureau LBPSIGHT stelt regelmatig zijn kennis en ervaring beschikbaar qua bouwfysica, bouwakoestiek en brandveiligheid. Reacties: jvp@lbpsight.nl of yt@lbpsight.nl*

**Effect doorbrekingen in isolatielaag bij hsb-gevels en metalen draagconstructies**

	$R_c$ -waarde [ $m^2K/W$ ]	Reductie t.o.v. eerste variant
HSB - 12% hout	4,52	-
HSB - 20% hout	3,84	- 15%
HSB - 25% hout	3,51	- 22%

Gevelopbouw hsb-wand: 12,5 mm gipskartonplaat, dampremmende laag, houten stijl- en regelwerk met daartussen 200 mm minerale wol met een  $\lambda$ -waarde van 0,032 W/mK, waterkerende dampopen laag, sterk geventileerde luchtspouw, gevelbekleding.

	$R_c$ -waarde [ $m^2K/W$ ]	Reductie t.o.v. eerste variant
Metaal - geen ankers	4,55	-
Metaal - 1200 mm <sup>2</sup> RVS	3,18	- 30%
Metaal - 1800 mm <sup>2</sup> RVS	2,76	- 39%

Gevelopbouw: 200 mm beton, 150 mm minerale wol met een  $\lambda$ -waarde van 0,032 W/mK, sterk geventileerde luchtspouw, natuursteen gevelbekleding. Doorbreking: rvs met een niet-verlopende doorsnede. (Gewone stalen ankers of aluminium ankers zonder thermische onderbreking presteren thermisch nog veel slechter.)

*1 // Metalen bevestigingsbeugels op binnenblad. Deze zullen door de nog aan te brengen isolatielaag steken. 2 // 3D-warmtestroommodel (temperatuurverloop) voor bepaling invloed van de metalen doorbreking in isolatielaag op  $R_c$ -waarde. In deze situatie is het effect van de doorbreking gereduceerd door toepassing van een thermische onderbreking van teflon. De verlaging van de  $R_c$ -waarde bedraagt in deze situatie desalniettemin 30% door het relatief grote aandeel ankers in de gevel (ten opzichte van de isolatielaag zonder onderbrekingen). 3 // Vaak zijn bij houtskeletbouw-elementen extra stijlen en regels benodigd rondom openingen of aan de randen van een element.*

