

# raam, en deur



bouwbeslag

kozijn/raam- &  
deurtechniek

beveiliging

beglazing

tochtwering  
& ventilatie



(foto: Solarlux)

Kleine bouwfysica van de vouwpui

# De aangename openheid van een robuuste vouwpui

**Terwijl we steeds meer noodzaak zien in duurzaam bouwen en energiezuinig wonen, groeit ook het besef dat een woning comfortabel moet zijn. We willen ons woonklimaat kunnen aanpassen aan hoe we het prettig vinden. Eén van die wensen is het uitbreiden van het woongebied naar buiten. De uiterste vervulling van die woonwens is een technisch hoogwaardig product dat moet kunnen voldoen aan zware bouwfysische eisen. De vouwpui.**

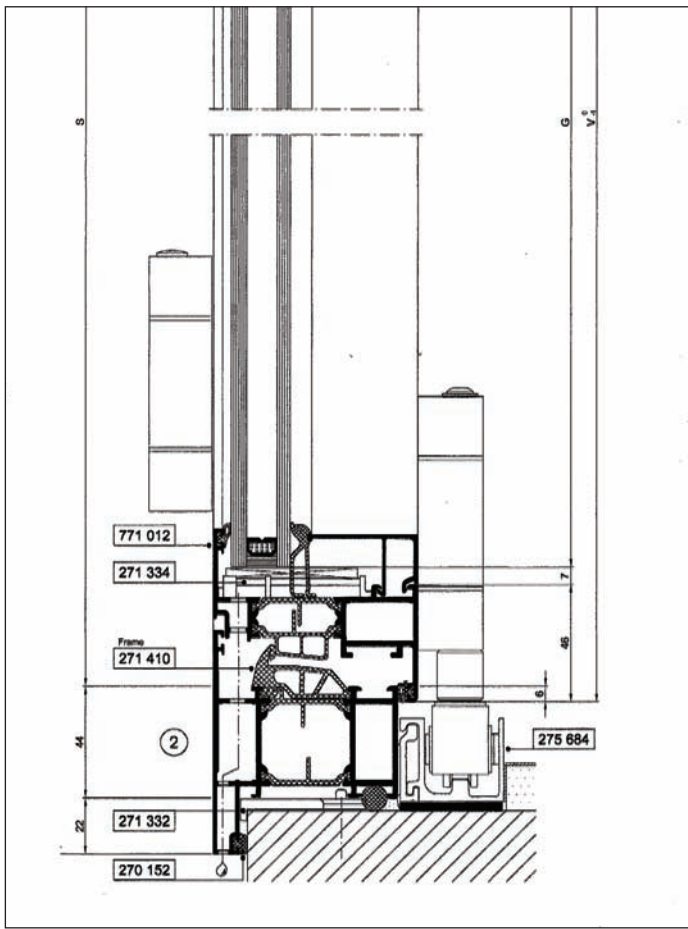
De verdiepingshoge vouwmuur voor buiten, het vouwdeursysteem voor binnen ofwel de harmonicapui. Het zijn allemaal aanduidingen voor de opvouwbare glasevel die een onbelemmerde overgang tussen binnen en buiten mogelijk maakt. De vouwpui is wand, deurenstelsel en gevel tegelijk. Maar deze riante voorziening, bedoeld om

de woonruimte uit te breiden met een tuin, zal in ons onstuimige, kille en natte klimaat voor het grootste deel van het jaar dichtgevoerd blijven.

De vouwpui zal dus aan bouwfysische eisen moeten voldoen waaraan ook andere dichte delen van de gebouwschil moeten voldoen. Daarbij gaat het om: lucht- en waterdichtheid, thermische isolatie, geluidwerendheid, ventilatie en zonwering, brandveiligheid en inbraakwerendheid. En hoe zit het met de doorvalveiligheid van een glazen buitengevel?

## Middendichting

Vouwpuien zijn er in hout, aluminium, hout-aluminium en in kunststof. Ze zijn naar binnen opvouwbaar of naar buiten, naar links openend of naar rechts of gedeeltelijk naar links en naar rechts. Er zijn typen waarbij de deurelementen of vleugels ook fungeren als loopdeu-



Middendichting: zie kader 271 410 (foto Alcoa)

ren of openslaande, dubbele deuren. In alle gevallen draait het om een samenstel van beweegbare vleugels die in gesloten toestand een aaneengesloten gevel moeten vormen die wind- en waterdicht moet zijn en bestand tegen storm. Dat gegeven stelt hoge eisen aan onder andere de prestatie van de buitendichting ofwel regenkering, de glasdichtingen en de doorlopende dichtingen rondom alle kozijnkaders. Als wind en regen met stormkracht tegen de gesloten vouwpuui slaan, bestaat de kans dat regenwater via de sponningen binnendringt in de profielen. Om te voorkomen dat het water verder binnendringt zijn de kozijnprofielen vaak aan de binnenzijde voorzien van middendichting. In het profiel moet het water worden afgevoerd naar buiten. Dezelfde middendichting zorgt met de binnendichting ook voor de luchtdichtheid van de constructie en voor geluidwering.

Met de serie 'Kleine bouw fysica van...' presenteert Raam & Deur een zestal compacte 'besprekingen' van bouwfysische aspecten van een specifiek bouwdeel of bouwdetail. Aan deze reeks werken mee: Peter Kuindersma, senior adviseur van Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies en Gerton Starink adviseur bouwfysica bij Nieman Raadgevende Ingenieurs.

### Warmteverliezen

Zoals een raam of een deur, vormt ook een vouwpuui een zwakke schakel in de warmteverstand van de totale gebouwschil. Juist daar moet dus de warmtedoorgang, de U-waarde, zo gering mogelijk zijn om de gewenste energieprestatie van de totale schil te halen. Sinds

1 maart 2013 mag de maximale U- waarde van de totale gevelconstructie in nieuwbouwprojecten niet hoger zijn dan 1,65 W/m<sup>2</sup>K. De feitelijke waarde wordt bepaald aan de hand van de U-waarde van het kozijnkader van de vouwpuui ( $U_p$ ) en de U-waarden van de kaders van vouwdeurelementen ( $U_d$ ) en de glaspanelen ( $U_g$ ). Bij die berekening moet rekening worden gehouden met de lineaire warmteverliezen ( $\psi_g$ -waarden) bij de aansluitingen van de kaders van de deurvleugels en het glas. De warmteverliezen door de kozijnkaders ( $U_p$ ) zullen bij een vouwpuui vaak aanzienlijk zijn, om de simpele reden dat het daarbij gaat om veel aansluitingen die bovendien beweegbaar zijn.

### Stelkozijn

Voor het recht, stabiel en robuust vastmaken van het totale kozijnkader van de vouwpuui is een zeer stevig stelkozijn nodig. Een stelkozijn van dunne spouwlatten of dunne multiplex stroken is beslist onvoldoende. Denk eerder aan een constructie die gelijkwaardig is aan een houten buitenkozijn of een constructie opgebouwd uit een dikke strook multiplex. De constructie moet zeer robuust zijn om de meestal zware beglazing te kunnen dragen. Zoals bij de aansluiting deurvleugels en onderdorpel (of geleiderail), vraagt ook de bovenzijde van de aansluiting kozijnkader-stelkozijn om speciale aandacht wat de wind- en waterdichtheid betreft.

Daarbij komt een belangrijke vraag aan de orde: wie is verantwoordelijk voor de kwaliteit van deze aansluiting? De aannemer, de gevelbouwer of de kozijnleverancier?

### Windbelasting

Er is nog een tweede reden waarom de constructie van een vouwpuui extra robuust moet zijn. Het Nederlandse klimaat kan zorgen voor een zware windbelasting op het grote glasoppervlak van de vouwpuui. De zwaarte van de kaders en de dikte van de beglazing moeten daarop berekend zijn. De waterdichtheid van een puui kan in een testkast in een laboratorium worden beproefd.

Afhankelijk van de plek waar de puui in Nederland wordt toegepast, kan de toetsingsdruk oplopen tot 650 Pascal (650 N/m<sup>2</sup>). Die druk is ongeveer gelijk aan de kracht van een storm met windkracht 11 à 12 Bft. Tijdens het opbouwen van de druk (in stappen van 50 of 150 Pascal) wordt de vouwpuui met diverse sproeiers flink besproeid. Een dergelijke test kan wel een uur duren.

### Windgebieden

Bij de berekening van de mogelijke windbelasting maakt het veel uit in welk windgebied het gebouw met de vouwpuui is gelokaliseerd. Nederland kent (volgens NEN-EN 1991-1-4) namelijk drie verschillende windgebieden: windgebied I, II en III. Daarnaast wordt in alle windgebieden onderscheid gemaakt tussen een bebouwde of onbebouwde omgeving. In windgebied I en II is ook nog sprake van een apart kustgebied of kuststrook (terreincategorie 0).

De hoogte van de windbelasting hangt verder ook af van de hoogte van het betreffende gebouw. Een vouwpuui van een penthouse-met-balkon op de zevende verdieping, vangt meer wind dan een ingebouwde glaspui op de begane grond. De norm voor de windbelasting op een vouwpuui is gebaseerd op die zeer zware storm die eenmaal per 50 jaar voorkomt.

## Doorvallen

Bij glaswanden in een verblijfsruimte moet het risico om door het glas te vallen worden beperkt. Maar doorvalveiligheid is geen eenduidig begrip in de bouwregels. Je kunt namelijk vanaf een hoogte door een raam heen vallen of op de begane grond hard tegen een glasdeur of glaspaneel botsen of erdoorheen vallen. Voor de eerstgenoemde situatie schrijft het Bouwbesluit 2012 bij een hoogteverschil vanaf 1 meter verplichte maatregelen voor. De officiële tekst luidt: ‘...glas geplaatst als vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil’. Ook voor door het glas heen vallen, waarbij geen sprake is van hoogteverschil, bestaan wettelijk voorgeschreven veiligheidsmaatregelen. Alleen zijn die wat minder duidelijk. Via NEN 2608 (norm voor het rekenen aan glasconstructies) wordt in het kader van de ‘betrouwbaarheid’ (welke voortvloeit uit de eurocode NEN- EN 1990) aangegeven dat vlakglas niet mag leiden tot een onevenredige mate van letselschade als gevolg van het bezwijken. Glas dat voldoet aan de NEN 3569 (Vlakglas voor gebouwen – Risicobeperking van lichamelijk letsel door brekend en vallend glas – Eisen) voldoet aan de betrouwbaarheidscriteria in de NEN-EN 1990.

In de praktijk betekent dit dat glas van een vouwpui (bij een terras of tuin) gelaagd (2 x 3 mm met daartussen een folie) moet worden uitgevoerd. Een alternatief is de ruit uit te voeren als een 4 mm thermisch geharde ruit. Bij een botsing zal deze ruit in duizenden kleine stukjes uiteenvallen.

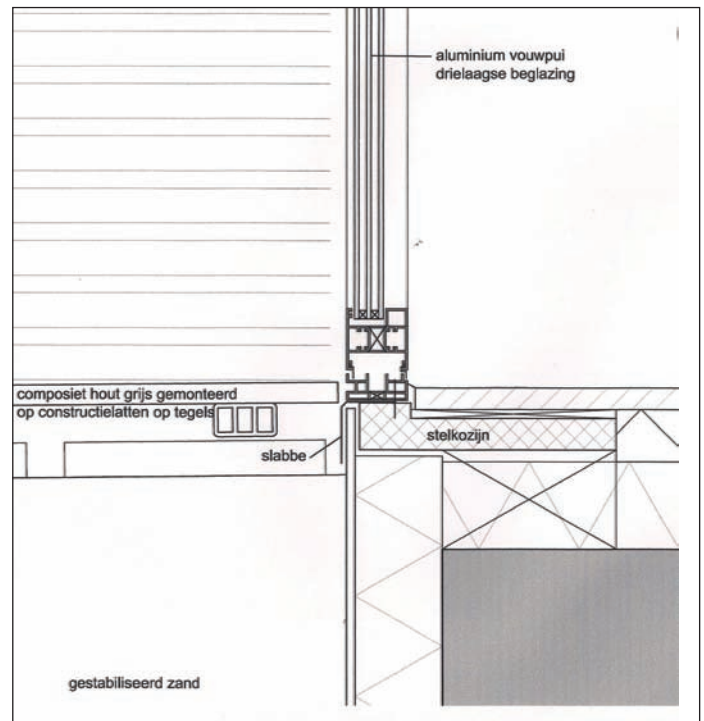
## De zon

Heerlijk, hoe in het koude jaargetijde, de zon via de vouwpui licht en warmte naar binnen brengt. Zeker als die pui georiënteerd is op het zuiden of zuidwesten. De zonnwarmte kan dan voor een deel voorzien in de warmtevraag van een woning. Toch blijkt in de praktijk dat de thermische prestatie van een vouwpui vaak tegenvalt. De oorzaak moet dan meestal gezocht worden in de aanmerkelijke warmteverliezen bij de aansluitingen in de vouwpui.

’s Zomers is het anders. Dan is zonwering noodzakelijk. En dan liefst een zonweringssysteem dat naar behoefte regelbaar is. Zonwerend glas voldoet niet aan die wenselijkheid. In de nabije toekomst is schakelbaar glas wellicht een uitkomst. Markiezen en zonnenschermen zijn lastig te combineren met een vouwpui die naar buiten opent. Dan zit het opgevouwen deurenpakket in de weg.



Drenpelloze vouwpui van ‘Woning aan de Vliet’ in Leiden (foto: VVKH Architecten)



Detail vouwpui ‘Woning aan de Vliet’

## Knelpunten

Als klanten ontevreden zijn over hun vouwpui gaat het dikwijls om de volgende klachten:

- de vouwpui is niet voldoende wind- en waterdicht waardoor men last heeft van tocht;
- bij de aansluiting van vouwpui en buitenteras ontbreekt een goot voor de afvoer van regenwater. Het komt ook voor dat het terras afwatert richting pui;
- vanwege het grote gewicht van de vouwpui is de bediening te zwaar;
- er is niet goed nagedacht over geschikte zonwering bij het grote glasoppervlak van de vouwpui.

## Aandachtspunten

Voorafgaand aan de monteren van een vouwpui is het raadzaam om eerst kennis te nemen van de volgende ervaringen uit de adviespraktijk:

- over doorvalveiligheid en letselveiligheid bij vouwpuien (en schuifpuien) is veel onduidelijk. Ga dus eerst na aan welke eisen de pui moet voldoen;
- bij de EPC-berekeningen van een woning met een vouwpui zal men rekening moeten houden met grote warmteverliezen in de winter en een grote warmteopbrengst in de zomer. Dit laatste kan zowel een voordeel als een nadeel zijn;
- de bouwkundige aansluitingen en de vormvastheid van het stelkozijn vereisen expliciet aandacht van de verantwoordelijke aannemer, gevelbouwer of kozijnleverancier;
- inbraakwerendheidsklasse II is een wel zeer summier aanduiding voor de inbraakveiligheid van een vouwpui. Overleg met de leverancier of adviseur waaraan de pui moet voldoen of schrijf alleen puien voor met een KOMO-attest (beproeving volgens NEN 5096).