



# Binnenzetramen in monumentale gebouwen

## Problemen en oplossingen

### Inhoud

Problemen in de praktijk  
 Het voorkomen van problemen  
 Alternatieven voor binnenzetramen  
 Nawoord  
 Meer weten?  
 Colofon

### Problemen in de praktijk

Er worden veel eisen gesteld aan monumentale panden die heden ten dage onder meer als museum functioneren. De eisen, die voortkomen uit de monumentale status van een gebouw en het eisenpakket van de gebruiker, veroorzaken een spanningsveld waarbij het moeilijk kan zijn om oplossingen te vinden. Binnenzetramen worden vaak gezien als de ideale oplossing in het kader van raamisolatie om het monumentale karakter van de (buiten)gevel te behouden en tevens te voldoen aan de eisen ten aanzien van energiebesparing, binnenklimaat en beveiliging. In de praktijk blijken echter ernstige problemen op te kunnen treden bij dit soort constructies.

De geconstateerde problemen zijn:

#### 1. Vochtproblemen (in bevochtigde gebouwen):

- overmatige condensatie op het buitenraam
- condensatie op het binnenraam
- damptransport door de constructie.

Deze problemen komen in gebouwen zonder bevochtigingsregiem nagenoeg niet voor.

#### 2. Problemen door zoninstraling:

- grote opwarming van de spouw (bij zonwering in de spouw)
- thermische breuk van het glas.

De problemen kunnen leiden tot glasschade, schimmelvorming, houtrot en versnelde degeneratie van het verfwerk.

In december 2004 is een onderzoek gestart naar de problemen bij binnenzetraamsystemen in monumentale, als museum in gebruik zijnde panden. Hieruit is een aantal aanbevelingen naar voren gekomen, waarmee de kans op problemen wordt geminimaliseerd.

### Het voorkomen van problemen

Het toepassen van binnenzetraamsystemen, met als doel de vereiste thermische isolatie en inbraakbescherming te bereiken, heeft zowel voor- als nadelen. Door het opvolgen van de hierna vermelde aanbevelingen is een bruikbare oplossing te bereiken.

#### Voordelen binnenzetramen

- Monumentale uitstraling van het exterieur blijft intact
- Per venster oplossing op maat mogelijk
- Aanpassing vindt alleen plaats aan binnenzijde.

#### Nadelen binnenzetramen

- Aantasting van het binnenaanzicht van het venster.
- Kans op damplekken van de binnenruimte naar de spouw (afhankelijk van het ontwerp en de kwaliteit van de uitvoering).
- Bij zoninstraling kan in de spouw een hoge luchttemperatuur en lage relatieve vochtigheid (RV) optreden, afhankelijk van de uitvoering.





### Aanbevelingen binnenzetramen

1. Zorg voor een luchtdichte sluiting van het binnenraam en aansluiting op de omliggende constructie. De kans op damplekken wordt op de volgende manieren verkleind:
  - 1a Pas bij voorkeur 'vaste', demonteerbare (i.v.m. noodzakelijk onderhoud) raamdelen toe.
  - 1b Maak een voldoende aantal sluitpunten voor de bevestiging van het binnenraam. Een richtgetal hierbij is sluitpunten om de 40 á 50 cm.
  - 1c Pas geen schroeven toe in demontabele constructies. Na een aantal keren demontage/montage voldoet de sluiting niet meer. Pas alleen schroeven of boutjes toe in combinatie met 'schroefhulzen'.
  - 1d Zorg voor ononderbroken dampdichte naad- en kierdichting.
  - 1e Maak de constructie niet te groot / te zwaar.
  - 1f Zorg voor een goede bevestiging van de nieuwe raamconstructie aan de oude gevel. De achterliggende constructie moet het gewicht kunnen dragen.
  - 1g De toepassing van hout voor het frame moet worden afgeraden. Hout werkt, waardoor de kans op vervormingen groot is.
  - 1h Bij toepassing van draaiende, aan scharnieren afgehangen delen moet extra aandacht aan de risicofactoren worden besteed. Een richtlijn:
    - 'voldoende' scharnieren en sluitingen met knevelwerking
    - dubbele kierdichting rondom de draaiende raamdelen
    - lichte constructie
    - bij grote ramen geen houten constructieBeter is het om aan scharnieren afgehangen, draaiende ramen níet toe te passen.
  - 1i Sluit oude doorvoeren van bijvoorbeeld contragewichten goed af.
  - 1j Zorg dat alle (voor)gemaakte gaten voor de bevestiging worden gebruikt, zodat ze zelf geen luchttek vormen. Sluit ook andere sparings luchtdicht af.
2. Breng dampontspanning van de spouw naar buiten toe aan:
  - 2a Maak gaten van minimaal 10 mm doorsnede en sluit ze af met in de handel verkrijgbare geperforeerde dopjes (i.v.m. binnendringen van ongedierte).
  - 2b In principe zijn 4 gaten voldoende, twee boven en twee onder. Bij grote ramen (> 3 m hoog) kunnen 2 gaten boven het kalf / de wisseldorpel worden toegevoegd.
3. Plaats (indien mogelijk) verwarmingselementen onder de ramen. Dit vermindert de kans op condensatie.
4. Te sterke opwarming van de spouw kan problemen voor het verwerk veroorzaken. Om dit te voorkomen zijn de volgende voorzorgsmaatregelen van belang:
  - 4a Plaats geen warmteabsorberende zon-/lichtwering in de spouw. Indien deze toch noodzakelijk is, pas dan zon-/lichtwering toe met een zo hoog mogelijke reflectiefactor. Let hierbij op de 'visuele uitstraling' van de gevel.
  - 4b Zorg dat verflagen met een goede ondergrond worden aangebracht. Een slechte verflaag kan snel verouderen door de temperatuurstijging en daling van de RV bij zoninstraling in combinatie met een veel hogere RV op andere momenten.
5. Om vochttransport in de houten delen te minimaliseren, waardoor het risico op interne condensatie afneemt, is toepassing van een dampdicht verfsysteem aan de binnenzijde noodzakelijk.
6. Er is een verhoogd risico op thermische breuk bij binnenzetramen. De volgende factoren vergroten de kans op thermische breuk en moeten worden vermeden:
  - een groot glasvlak (grotere absolute uitzetting)
  - partiële beschaduwing (grotere thermische spanning)
  - absorberend glas / folie (meer warmteabsorptie)
  - gelaagd glas (verschillende uitzettingscoëfficiënten)
  - isolatieglas (beperkte afkoelingsmogelijkheden)
  - reflecterende zonwering aan interieurzijde (zoninstraling van twee zijden).In overleg met de glasleverancier kan het risico op thermische breuk worden geminimaliseerd.
7. De thermische isolatie van een constructie moet zó bepaald zijn dat bij gebruikelijke binnencondities (T<sub>binnen</sub> = 20°C, RV=50%) de oppervlaktetemperatuur van het glas (binnenraam) niet onder de 9°C daalt.
8. De toepassing van gordijnen, luiken of zon-/lichtwering aan de zijde van het interieur vergroot de kans op condensatie aan de binnenzijde van de binnenzetramen. Hoe slechter de isolatiewaarde van het raam, des te groter dit risico is.
9. Folies voor zon-, licht- of UV-wering moeten zeer vakkundig worden aangebracht. Door het gebruik van een slechte hechtlaag of door het onvakkundig aanbrengen kunnen folies in verloop van tijd vervormen en onthechten.
10. Houd in het ontwerp rekening met de volgende aspecten: Streef naar eenvoudige oplossingen, vermijd ingewikkelde details. Neem afdoende voorzorgsmaatregelen (bijvoorbeeld dubbele naad- en kierdichting).



## Alternatieven voor binnenzetramen

Als alternatief voor binnenzetramen zijn er enkele mogelijkheden. Indien alleen bouwfysische aspecten als uitgangspunt worden genomen, hebben deze alternatieven de voorkeur boven binnenzetramen.

### Alternatief 1: Bufferzone

Eén van de alternatieven is het creëren van een bufferzone door het aanbrengen van een vrijstaande wand aan de binnenzijde van de gevel. Deze oplossing wordt 'doos-in-dooconstructie' genoemd.

#### Voordelen alternatief 1

- De monumentale uitstraling van het exterieur blijft intact.
- De bufferzone scheidt de buitengevel af van de bevochtigde binnenruimte.
- Aanpassing vindt alleen plaats aan de binnenzijde.
- Energetisch gezien een goede oplossing.

#### Nadelen alternatief 1

- Aantasting van de ruimtelijke beleving van het (eventueel monumentale) interieur.
- Verlies van nuttig vloeroppervlak.
- Minder goed te combineren met uitzicht naar buiten.

#### Aanbevelingen alternatief 1

- De bufferzone moet goed dampdicht worden afgesloten van de bevochtigde binnenruimte.
- De bufferzone moet toegankelijk zijn voor onderhoud en inspectie.
- Afzuiging / ventilatie van de bufferruimte is gewenst om warmteophoping te voorkomen en om eventueel toegestroomd vocht af te voeren.
- De bufferruimte bij voorkeur licht verwarmen (op ca 12°C bij lage buitentemperaturen).

### Alternatief 2: Vervangen bestaande beglazing

Een andere mogelijkheid is het vervangen van de bestaande, enkelbladige beglazing door isolatieglas, eventueel in combinatie met 'plakroeden'. In veel gevallen zal dan tevens het raamhout moeten worden vervangen.

#### Voordelen alternatief 2

- Energetisch gezien een goede oplossing.
- Er kunnen meerdere eigenschappen in het glaspakket worden opgenomen, zoals inbraakbeveiliging, zonwerende coating, etc.
- Zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde in enige mate behoud van het authentieke gevelaanzicht.

#### Nadelen alternatief 2

- Het toepassen van grote ramen met plakroeden heeft een negatief effect op de monumentale uitstraling. Bij toepassing van isolatieglas, waarbij de roedeverdeling aan de binnenzijde, aan de buitenzijde en eventueel in de glasspouw doorloopt, bestaat er risico dat deze oplossing niet overal door de Welstand- / Monumentencommissie wordt geaccepteerd. Dit om twee redenen:  
Op korte afstand is duidelijk zichtbaar dat de ramen nieuw zijn (zwaarder raamhout e.d.).  
Op grote afstand is duidelijk zichtbaar dat de weerspiegeling in de ruit(en) 'ongebroken' is en niet de uitstraling biedt die behoort bij het toepassen van beglazing per roedenvak.
- Aanpassing vindt plaats aan binnen- en buitenzijde. Dit betekent extra overlast voor de gebruiker.

#### Aanbevelingen alternatief 2

Elke situatie kent specifieke details en problemen en vereist bouwkundige en bouwfysische expertise. Eén van de belangrijkste aspecten is de glasseuze. Er is op de markt een breed aanbod. Twee glassoorten worden hier in het bijzonder genoemd:

- Het 'museumglas'. Bij toepassing van (eventueel 'gelamineerd') glas met speciale coating om de isolatiewaarde te vergroten - op de markt bekend als 'museumglas' - kan de oppervlaktetemperatuur van het glas aan de binnenzijde lager worden dan bij gewoon enkel glas. Hierdoor kan condensatie aan de binnenzijde van het raamoppervlak ontstaan. De problemen worden vergroot in de situaties waarbij gordijnen of luiken in dichte toestand aanwezig zijn. Dit type glas is minder geschikt voor toepassing in bevochtigde gebouwen.
- Het vacuümglas. Dit type glas kenmerkt zich door een hoogwaardige thermische isolatie (met een hoge binnenoppervlaktetemperatuur) bij een zeer geringe glasdikte. Dit type glas is bouwfysisch gezien een goede, doch kostbare oplossing.



Dit is een publicatie van: **Ministerie van VROM**

→ Rijnstraat 8 → 2515 XP → Den Haag → [www.vrom.nl](http://www.vrom.nl)

#### **Ministerie van VROM →**

staat voor ruimte, wonen, milieu en rijksgebouwen. Beleid maken, uitvoeren en handhaven.

**Nederland is klein. Denk groot.**

### **Nawoord**

De problemen bij het toepassen van binnenzetramen in monumentale panden worden voornamelijk veroorzaakt door onvoldoende kennis ten aanzien van ontwerp, detaillering, materiaalkeuze en uitvoering. In veel projecten is het eisenpakket voor de raamconstructie (te) omvangrijk en (te) zwaar. Aan de uiteenlopende eisen met betrekking tot behoud van het monumentale karakter, beveiliging van het pand, bewaarcondities voor kwetsbare voorwerpen, vandalisme door bezoekers enzovoort moet door toepassing van een binnenzetraamsysteem tegemoet gekomen worden. Hierdoor wordt de constructie kostbaar en dermate gecompliceerd dat de kans op onvolkomenheden in de uitvoering groot is.

Een universele oplossing is niet voorhanden. Elke situatie verschilt. Dat vereist maatwerk en een nauwe samenwerking tussen opdrachtgever, ontwerper en uitvoerenden. Het is van belang om de problemen te onderkennen en in een vroeg stadium expertise van een bouwfysisch en bouwkundig adviseur te betrekken.

### **Meer weten?**

Het in december 2004 gestarte onderzoek naar de problemen bij binnenzetraamsystemen in monumentale, museale panden is in drie rapporten samengevat:

- Rapport 1713.1, september 2005; rapportage van het meetprogramma dat van december 2004 tot en met juni 2005 in acht raamconstructies in drie museumgebouwen is uitgevoerd.
- Rapport 1713.2, februari 2006; rapportage van de inventarisatie van in totaal tien monumentale panden met bevochtiging waar binnenzetramen zijn toegepast.
- Rapport 1713.3, februari 2006; managementsamenvatting van bovengenoemde rapporten.

Deze rapporten zijn te bestellen bij Rgd/dir. A&A/afd. Ingenieurs. Contactpersonen: zie Colofon.

### **Colofon**

#### **Adviseurs:**

Rijksgebouwendienst / directie Advies en Architecten, Den Haag  
ir. Jan Hennis, Rgd/AA/Restauratietechniek  
ir. Jaap de Jonge, Rgd/AA/Bouwfysica  
ir. Rodica Zuyderhoudt-Teodorescu, Rgd/AA/Bouwfysica

moBius consult BV, Driebergen - Rijsenburg  
dr. Edward Prendergast

#### **In opdracht van:**

Rijksgebouwendienst / directie Advies & Architecten i.s.m.  
Rijksgebouwendienst / directie Vastgoed,  
ing. Rutger de Gier MRE  
Rijksgebouwendienst / Frontoffice, ir. Eric Boers.

