

*Tekst en beeld:
René Hartman,
adviseur BDA
Geveladvies BV*

In Doetinchem wordt een theatercomplex gebouwd met een heel bijzondere gevel. Architectenbureau Mecanoo Architecten BV heeft het ontwerp van het theater bedacht. De gevels zijn van metselwerk en hellen achterover. Hierin worden op willekeurige plaatsen kozijnen opgenomen. Achteroverhellend metselwerk is vrij uniek in Nederland. In dit artikel wordt ingegaan op de ontwikkeling en uitvoering van deze bijzondere gevel. Sommigen zien deze gevel als een dak.

Gevelmetselwerk met een waterdichte achterconstructie



Tegen de staalconstructie zijn sandwichpanelen bevestigd.

In het ontwerp is ervoor gekozen om de hoofddraagconstructie uit te voeren als een staalskelet met betonnen vloervelden. Tegen de achteroverhellende stalen gevelkolommen komen horizontaal stalen sandwichpanelen. In het oorspronkelijke ontwerp zouden hierop verzinkt stalen strippen met vastgelaste spouwankers worden aangebracht, waarna rechtstreeks hierop het metselwerk was voorzien. De binnenzijde zou worden afgewerkt met metal-stud profielen en gipsbeplating.

Beoordeling gevelontwerp

Het voorgestelde gevelontwerp is door BDA als risicovol beoordeeld om verschillende redenen. De belangrijkste bezwaren waren:

- Doordat het metselwerk achterover helt (hellingshoek van 80 graden) ontstaat een permanente horizontale belasting op de achterconstructie van de sandwichpanelen. Bij een hellingshoek van 80 graden betekent dit circa 6% van het gewicht van het metselwerk.

Onduidelijk was of standaard PUR-panelen voldoende weerstand hiertegen kunnen bieden. Vooral de doorbuiging op termijn (kruip) is een onzekere factor.

- De waterdichtheid van de gevelconstructie. Omdat het metselwerk achterover helt, infiltreert veel vocht in het metselwerk en de spouw. Via de langs- en stuiknaden van de sandwichpanelen kunnen ernstige waterlekages ontstaan.

Ook de kozijnen en de diverse details zijn risicovol vanwege de hellingshoek.

- Twijfel aan de duurzaamheid. De achterconstructie moet minimaal 50 jaar kunnen meegaan. Daarnaast mag de vervorming van de achterconstructie niet te groot zijn omdat anders het metselwerk scheurt.

Geadviseerd is de gevelopbouw aan te passen en te kiezen voor een stabiele betonnen onderconstructie waarbij de gevel eerst geheel waterdicht wordt ingewerkt met een dakbedekking. Hierop kan vervolgens XPS-isolatie worden aangebracht (het zogenoemde omgekeerd dakprincipe). Veel van eerdergenoemde problemen kunnen dan eenvoudiger worden opgelost. Het project was reeds in een stadium dat een betonnen binnenblad niet meer mogelijk was. De staalconstructie was al gereed en ontworpen op een lichte achterconstructie.



Houten stelkozijnen ter plaatse van de gevelopeningen.

Bepalen kruipgedrag

Vanwege de genoemde technische problemen en risico's zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd om de gekozen gevelopbouw toch te kunnen toepassen.

De eerste stap in het onderzoekstraject was het bepalen van het kruipgedrag van de stalen sandwichpanelen met de PUR-isolatiekern. Onder invloed van het gewicht van het metselwerk vervormt het kernmateriaal van PUR. Dit noemen ook wel kruip. Op 5 proefstukken van 200 mm breed en 1.000 mm lang zijn vierpuntsbuigproeven uitgevoerd volgens de RS 1990.



Op de voorgesmeerde panelen wordt zelfklevende EPDM aangebracht.



Ingeplakt houten stelkozijn.

De proefstukken zijn in het midden ruim 500 uur belast met een statische belasting van 0,412 kN (ongeveer 41 kg). De vervorming is direct gemeten na het aanbrengen van de belasting en vervolgens periodiek. Aan de hand van de toename van de vervorming is de kruipfactor bepaald. Hiermee is de totale doorbuiging te berekenen en te voorspellen voor langere termijn. De vervorming van de geteste panelen bleek te voldoen aan de gestelde eisen. Ook is gekeken naar de maximaal toelaatbare vervorming van het metselwerk in verband met scheurvorming. Om ongecontroleerde scheurvorming tegen te gaan, moest het metselwerk worden gedilateerd bij de oplegging van de panelen op de achteroverliggende stalen gevelkolommen.

Spouwankers

In een vroeg stadium is geadviseerd een duurzame waterdichte laag in de gevel op te nemen.

Al snel viel de keuze op zelfklevende EPDM-dakbanen (Resitrix SK). Dit materiaal is duurzaam en heeft een goede hechting op de stalen buitenplaat. Het warm verwerken van dakbedekking was niet mogelijk in verband met de hechting van de PUR-kern op de stalen buitenhuid. De waterdichtheid van de gevel was hiermee nog niet helemaal opgelost. Uit de windweerstandsberekeningen bleek dat er toch spouwankers zouden moeten worden toegepast om uitwaaien te voorkomen. Standaard spouwankers zouden de waterdichte laag perforeren, wat niet acceptabel was. Ook is de uittrekwaarde van de ankers uit de relatief dunne staalplaat laag. Vervolgens zijn alternatieve rvs spouwankers bedacht. De oplossing is een rvs ring van 50 mm met in het midden een gestante lip met een gaatje. De rvs ring wordt met een EPDM-rozet waterdicht verkleefd op de waterdichte EPDM-dakbedekking.



Bevestiging rvs clip ten behoeve van spouwanker.

De gestante lip steekt in het midden door een kleine inkeping in de EPDM-rozet. In de gaatjes van de rvs lip worden rvs spouwankers gehaakt. Deze worden in de lintvoegen van het metselwerk opgenomen. Op de rozetten zijn in het laboratorium trekproeven uitgevoerd. De uittrekwaarde bleek ruim voldoende te zijn voor de toepassing. Hiermee was het probleem van de spouwankers opgelost.

Waterdichtheidstesten

Ook de waterdichtheidsprestaties van de gevelopeningen, opgenomen in het metselwerk, waren niet of onvoldoende inzichtelijk. Vooral de waterdichtheid van de kozijnen zelf en de bouwkundige details verdienden veel aandacht.



Vierpuntsbuigproef ten behoeve van sterkte en stijfheid panelen.

Onduidelijk waren de waterstromen over en achter het metselwerk. Hoe wordt het zakwater rondom de gevelopeningen geleid? Allemaal vragen waar vooraf antwoord op moest komen. Om dit op te lossen is een mock-up gebouwd van de gevel. De gevel is nagebouwd met hierin opgenomen een achteroverliggend kozijn. Bijkomend voordeel van de mock-up is dat alles één op één kon worden uitgeprobeerd. De mock-up heeft veel praktische informatie opgeleverd zoals: de positie van de spouwankers, verwerking van de dakbedekking bij de details, vochtstromen langs de gevelopeningen, geschiktheid van de kozijnen et cetera.

Er zijn meerdere testen uitgevoerd.

Over het complete proefelement is een drukverschil aangebracht in stappen van 50 Pa waarbij de gevel is besproeid. De druk is opgevoerd tot de vereiste toetsingsdruk. Tijdens de ontwikkelingsfase is besloten een watervoerende laag achter het metselwerk op te nemen. Doorslaand water kan hierdoor gemakkelijker en sneller worden afgevoerd. Er is gekozen voor harde kunststof noppen met aan beide zijden een waterdoorlatend doek. Deze platen liggen in principe los en zijn na het metselen geheel opgenomen in de gevel.

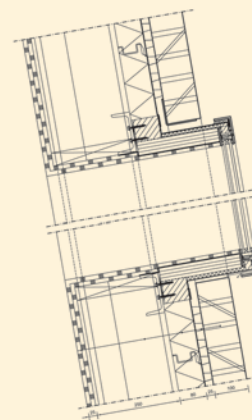


Eindresultaat metselwerk.

Definitieve opbouw

De gevel is als volgt opgebouwd (van binnen naar buiten):

- Achteroverhellende stalen gevelkolommen met stalen PUR sandwichelementen, dikte 80 mm.
- Zelfklevende EPDM-dakbaan op een - met een synthetische primer - voorgesmeerde ondergrond met hierop verkleefd rvs spouwankers.
- Waterdoorlatende laag, polyethyleen noppen met aan beide zijden een waterdoorlatende scheidingslaag.
- Metselwerk, dikte 100 mm.



Geveldoorsnede ter plaatse van een gevelopening.

Uitvoering

Na het gereedkomen van de stalen hoofdconstructie, zijn de stalen sandwichpanelen gemonteerd tegen de stalen kolommen. Na het primeren van de panelen is op maaiveldniveau de gevel tot op de fundering volledig waterdicht afgeplakt. Vervolgens is de gevel naar boven toe volledig waterdicht ingewerkt met zelfklevende EPDM-dakbanen. De stelkozijnen zijn prefab aangeleverd en gemonteerd. Deze zijn ook aan de buitenzijde volledig waterdicht ingewerkt met EPDM-dakbanen. Na het uitzetten van de lagenmaat van het metselwerk, zijn de spouwankers aangebracht tegen de gevel. Vrijwel gelijktijdig met het metselen zijn de kunststof noppen opgenomen in de gevel. Met de afmetingen is zo veel mogelijk rekening gehouden met de positie van de spouwankers. Na het metselen ziet de gevel er prachtig uit. Wel is het jammer dat het metselwerk sneller vervuilt dan normaal. Dit is echter inherent aan het achteroverhellende ontwerp.

