datum
19-07-2017

aan
Artis Natura Magistra
Amsterdam

van
5.1, 2, e

project
Artis Aquarium

betreft
Duurzaamheid gebouwschil

Inleiding

Het Aquarium van Artis betreft een monumentaal pand daterend uit 1881. Het gebouw telt drie bouwlagen en diverse tussenvloeren en heeft de status van een rijksmonument. Het gebouw heeft een oppervlakte van circa 4.000 m^2 BVO. Al langere tijd beraadt Artis zich op de toekomst van het gebouw. Daarin worden diverse aspecten meegewogen, waaronder functionaliteit, routing van het publiek, kwaliteit en staat van onderhoud en duurzaamheid.

Bij de renovatie van het Aquarium van Artis is men voornemens het gebouw te verduurzamen. Een belangrijk onderdeel hiervan is het beperken van het energieverbruik. Om deze reden wordt er gezocht naar mogelijkheden om de gebouwschil na te isoleren.

Om meer inzicht te krijgen in de huidige staat van het gebouw hebben is een inspectie (niet-destructief onderzoek) van het gebouw uitgevoerd waarbij de bouwfysische en akoestische staat en gebreken in beeld zijn gebracht. Deze inspectie vormt de basis voor de oplossingsrichtingen die onderstaand beschreven zijn.

In het kader van het Voorlopig Ontwerp wordt is in notitie AAQ1701M004 een aantal oplossingsrichtingen omschreven met de bijbehorende voor- en nadelen. Naar aanleiding hiervan is besloten de gevels, waar mogelijk, aan de binnenzijde te isoleren. Bij de vloeren en kapconstructie komen hier punten voor waar een houten draagconstructie is opgelegd in de buitenmuur. In deze notitie wordt een principeoplossing gegeven om dit knooppunt thermisch en hygrisch verantwoord te isoleren.

Oplossingsrichtingen

Bij de gevels van zowel de kelder als de overige verdiepingen is de enige mogelijke zijde om na te isoleren de binnenzijde. Besloten is dit, gezien de vochtproductie in het gebouw, te doen met een dampdicht isolatiepakket. De geadviseerde isolatiewaarde (Rc) is maximaal 2,5 m^2K/W, om condensatie door temperatuurverschillen in bestaande constructies en bij aansluitingen te voorkomen. Aansluitingen met houten constructiedelen vormen hierbij het grootste risico op interne condensatie en houtrot. Hierbij wordt de interne condensatie veroorzaakt door vochtige binnenlucht.

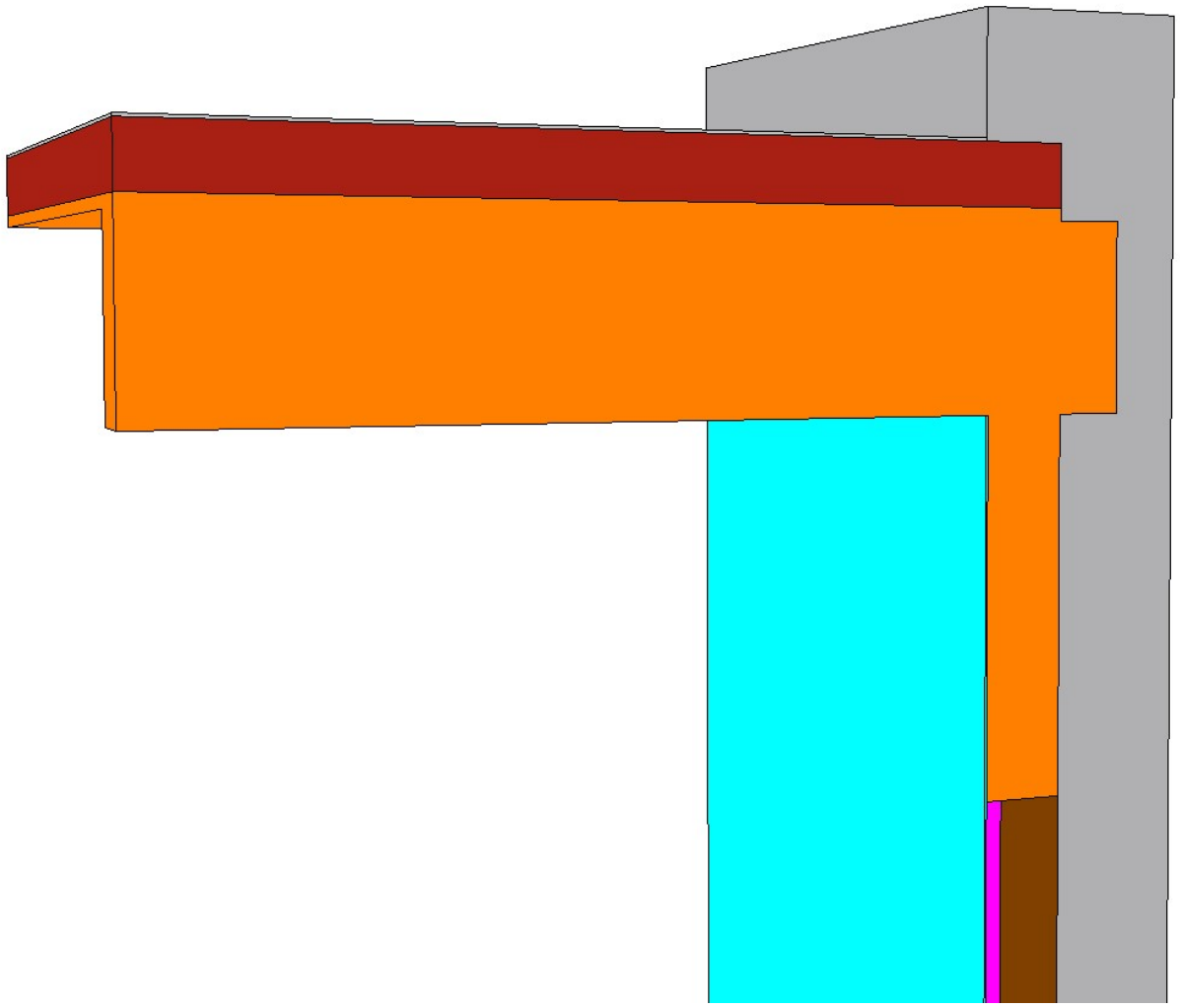
Bij de aansluitingen met houten constructiedelen zijn twee mogelijke oplossingen om interne condensatie tegen te gaan.
De eerste oplossing is om de gevel aan de binnenzijde te voorzien van een dampdichte laag en deze aan te sluiten op de constructiedelen. Deze oplossing dient er toe te leiden dat wordt voorkomen dat vocht in de constructie kan komen.
Een tweede oplossingsrichting is om rondom de constructiedelen een stuk gevel vrij te houden van isolatie. Hier kan op het ongeïsoleerde deel van de gevel condens ontstaan. Dit ontstaat met name op het koudere stenen deel en niet op het hout. Dit is oppervlaktecondensatie die ook weer vrij kan verdampen. Hierdoor wordt geen vocht ingesloten bij het hout, en wordt voorkomen dat het tot schade zal leiden.

In het volgende hoofdstuk zijn twee berekeningen beschreven van een principeaansluiting. Hierbij is zowel gerekend met houtconstructie volledig omsloten door de isolatie, als een situatie waarbij de houtconstructie rondom 200 mm vrij is gelaten.

Berekeningen

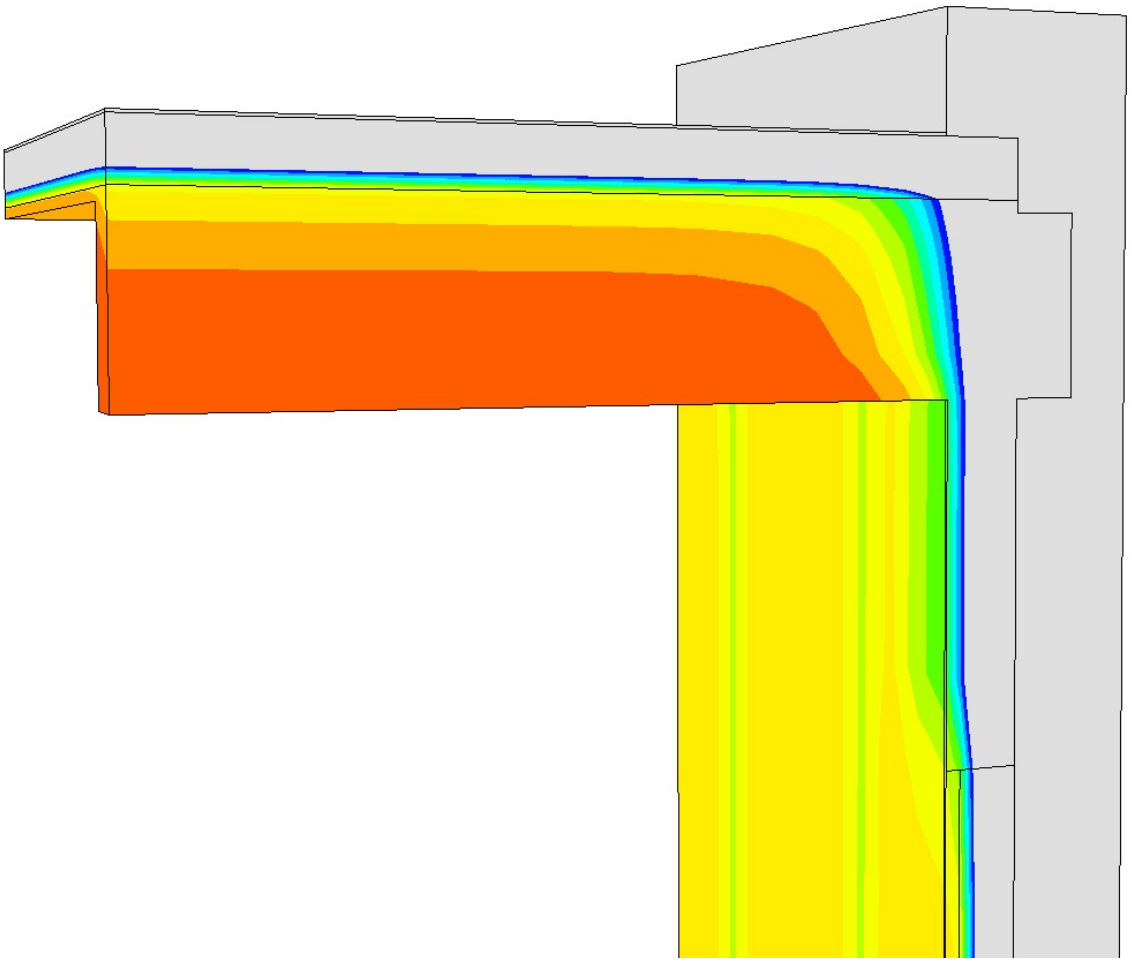
Er is een tweetal berekeningen uitgevoerd met Trisco. Hiermee wordt het temperatuurverloop in de constructie berekend. Hierbij is gerekend met 20 °C binnen en -10 °C buiten. De temperatuur waarbij condensatie optreedt is circa 10 °C, bij een normale luchtvochtigheid binnen.

Het doorgerekende detail betreft een schematisering van een dakrand. De houtconstructie bestaat uit een houten balk die in de gevel is opgelegd en bovendien door een houten element aan de gevel nog wordt ondersteund. Deze constructie is bij het Aquarium op verschillende plaatsen bij het dak aangetroffen. In figuur 1 is het detail weergegeven met de constructie opgenomen in de voorzetwand.



figuur 1 | *Model van het detail van de dakrand, zoals deze is doorgerekend. De constructie (lichtbruin) is opgenomen in de voorzetwand.*

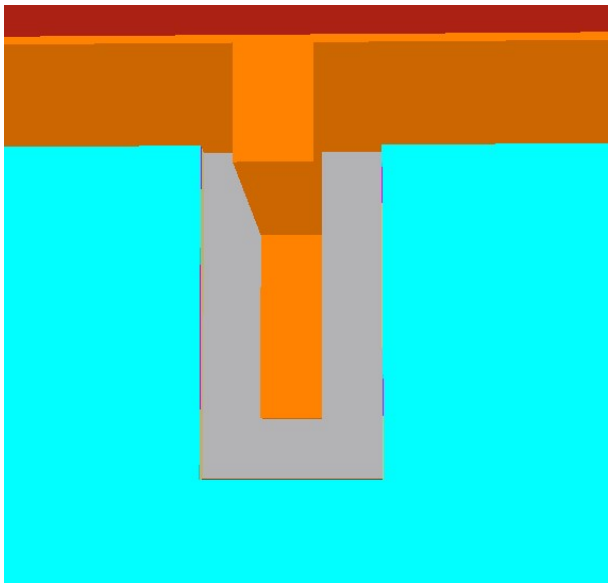
De eerste berekening die is uitgevoerd is met een constructie die volledig is opgenomen in het isolatiepakket, zoals in figuur 1. Hiervan is het resultaat te zien in figuur 2, waarbij een schaalverdeling is gebruikt van 10 tot 20 °C.



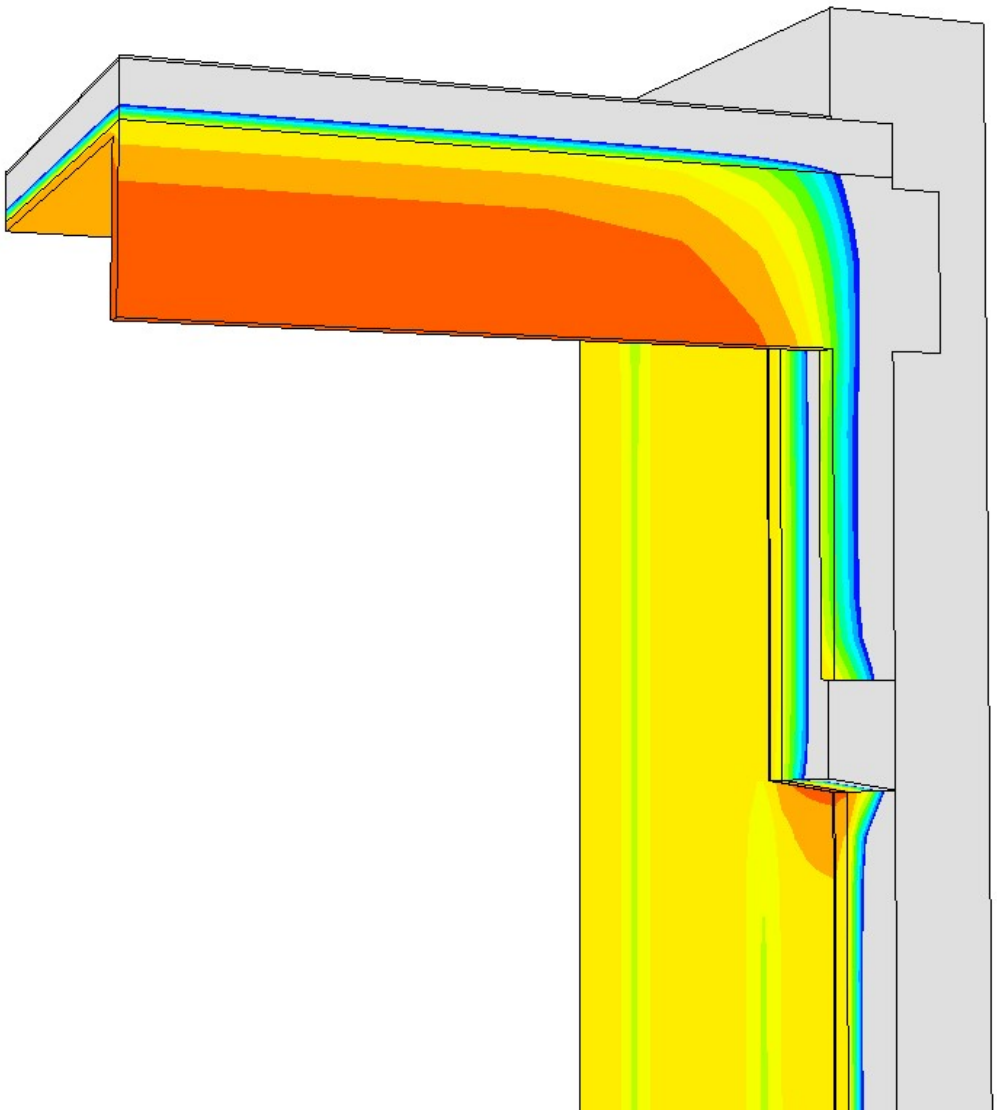
figuur 2 | *Temperatuurverdeling in de constructie, waar bij de constructie is opgenomen in het isolatiepakket.*

In figuur 2 is zichtbaar dat aan de binnenzijde van de constructie waarschijnlijk geen condensatie zal optreden, omdat de temperatuur hier boven de 10 °C blijft. Bij de houtconstructie ligt het grensvlak waarop condens kan optreden echter wel zeer dicht bij de binnenzijde van de constructie. Een groot deel van de constructie is kouder dan 10 °C. Indien vocht in de constructie doordringt zal hier snel interne condensatie optreden.
In de praktijk is het zeer lastig aan de binnenzijde rondom de constructie een volledig dampdichte laag aan te brengen. Indien hier echter een lek in zit zal interne condensatie optreden, waarbij het vocht vrijwel is ingesloten en schade aan de houtconstructie kan veroorzaken. Deze oplossing geeft daarom een groot risico op schade en is daarom niet wenselijk.

De tweede berekening die is uitgevoerd is met een constructie die rondom 200 mm is vrijgehouden, zoals te zien in figuur 3. De voorzetwand stopt op 200 mm van de houtconstructie, waardoor de constructie en de omringende oorspronkelijke wand hier in het zicht blijven. Hiervan is het resultaat te zien in figuur 4, waarbij wederom een schaalverdeling is gebruikt van 10 tot 20 °C.



figuur 3 | *Model waarbij 200 mm rondom de constructie de voorzetwand is weggelaten. De houtconstructie (bruin) en oorspronkelijke, ongeïsoleerde, wand (grijs) blijven aan de binnenlucht grenzen.*



figuur 4 | *Temperatuurverdeling in de constructie, waarbij 200 mm rondom de constructie voorzetwand is weggelaten.*

In figuur 4 is zichtbaar dat aan de binnenzijde van de constructie condensatie kan optreden, omdat de temperatuur hier onder de 10 °C is. Het vlak waar dit het eerste optreedt is het oorspronkelijke stenen vlak, omdat dit het koudste vlak is. Hierdoor zal worden voorkomen dat condens zich op of in het hout verzameld. De condens op het stenen oppervlak kan vervolgens weer verdampen, omdat dit vrij aan de lucht grenst. Het stenen koude vlak reguleert zo de relatieve luchtvochtigheid rondom de houtconstructie, waardoor de houtconstructie niet door vocht wordt aangetast.
In de praktijk is deze oplossing goed uitvoerbaar. Deze oplossing minimaliseert het risico op schade door en is daarmee een goed toepasbaar principe. Of 200 mm voldoende effect geeft, is afhankelijk van het detail. Om een goed luchtstroom in de hoeken te kunnen blijven houden adviseren wij niet minder dan 200 mm vrij te maken. Bij grote constructiedelen, zoals gesimuleerd kan rondom met 200 mm worden gewerkt. Bij enkel een balklaag adviseren wij een strook onder de vloer vrij te laten, waarbij deze strook een hoogte heeft van de bovenzijde van de balklaag tot 200 mm onder de onderzijde van de balklaag.

Conclusie en advies

Bij de isolatie van gesloten delen van de gebouwschil dient goed rekening te worden gehouden met het hygrisch gedrag van de constructie. Bij de gevels van zowel de kelder als de overige verdiepingen is de enige mogelijke zijde om na te isoleren de binnenzijde. Dit gebeurt met een dampdicht isolatiepakket. Wij adviseren een isolatiewaarde (Rc) van maximaal 2,5 m^2K/W toe te passen, om condensatie door temperatuurverschillen in bestaande constructies en bij aansluitingen te voorkomen. Aansluitingen met houten constructiedelen vormen hierbij het grootste risico op interne condensatie en houtrot.

Bij de aansluitingen met houten constructiedelen wordt geadviseerd de geïsoleerde voorzetwand terug te houden van de constructie, waardoor de constructie en een deel van de steenachtige wand in het zicht blijven. Hierdoor zal het koude stenen binnenvlak de relatieve luchtvochtig het rondom de aansluiting van de houtconstructie reguleren.

Om een goed luchtstroom in de hoeken te kunnen blijven houden adviseren wij niet minder dan 200 mm vrij te maken. Bij grote constructiedelen, zoals gesimuleerd kan rondom met 200 mm worden gewerkt. Bij enkel een balklaag adviseren wij een strook onder de vloer vrij te laten, waarbij deze strook een hoogte heeft van de bovenzijde van de balklaag tot 200 mm onder de onderzijde van de balklaag.

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	1