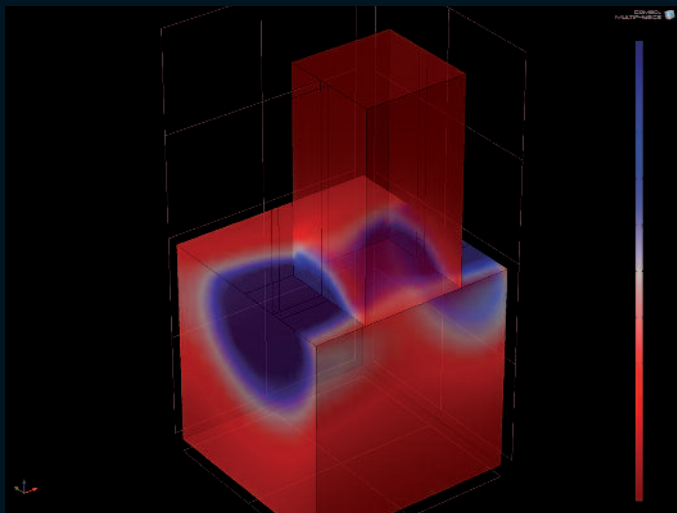


# Rekenen voor kunst en cultuur

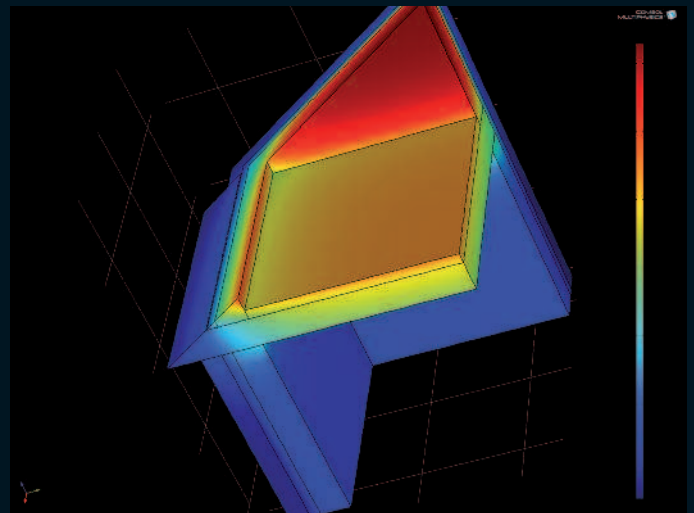
## Aandacht voor klein en groot

**Jos van Schijndel is werkzaam op de TU Eindhoven bij de Faculteit Bouwkunde in de groep Bouwfysica. Deze groep houdt zich onder andere bezig met geluid, licht, warmte en vocht in gebouwen en zaken als energieverbruik en thermisch comfort, waarbij Van Schijndel zelf weer gespecialiseerd is in warmte-, lucht- en vochttransport.**

Door Lambert-Jan Koops



Afbeelding 1: Schaal millimeter: Vochtgehalte nabij een lekkend kozijn (Comsol).



Afbeelding 2: Schaal meter: Thermische analyse van een bouwkundige constructie (Comsol).

“**H**et onderzoek waar ik me mee bezighoud, is een multi-schaal onderzoek: ik bestudeer zaken op zowel millimeter-, meter-, kilometer- en megameter-niveau. Bij de eerste schaal gaat het over de gebouwconstructies en de effecten van vocht en temperatuur op bijvoorbeeld boeken en schilderijen. Op meterniveau betreft het zaken als het binnenklimaat en het thermisch comfort van ruimtes in gebouwen. Op een nog wat hoger niveau draait het om het stedelijk klimaat en de toepassing van bijvoorbeeld aardwarmte. Tenslotte draait het op de megameterschaal om onderzoek naar de invloed van klimaatontwikkeling op binnenklimaten.”

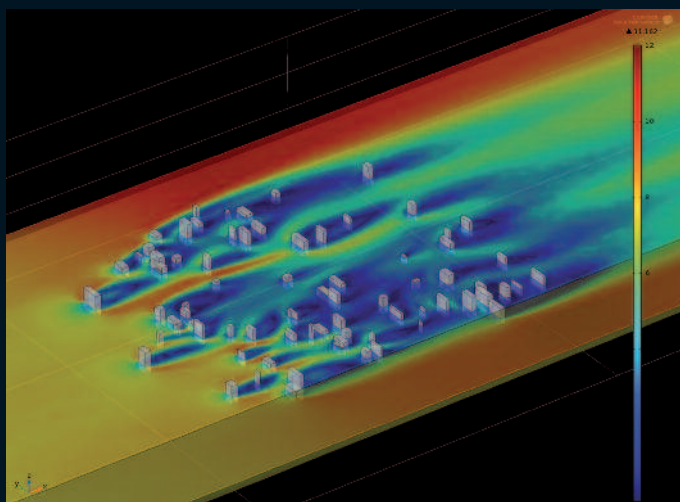
Voor zijn onderzoek werkt Van Schijndel met name met software van Comsol. Hiermee worden effecten van aanpassingen en veranderingen doorberekend en kunnen alternatieven worden vergeleken. “Een van de belangrijkste redenen voor mij om met Comsol te werken is dat er veel fysica geprogrammeerd zit in de software. Op die manier is het mogelijk om binnen één omgeving de verschillende fysische processen te combineren. Dat is met name handig als we bijvoorbeeld een binnenklimaat moeten analyseren, waarbij meerdere processen een rol spelen. Een andere prettige bijkomstig-

heid van het gebruik van Comsol is dat modellen herbruikbaar zijn. Als iemand een model heeft gemaakt voor bijvoorbeeld een specifieke soort warmtetransport, kunnen anderen dat ook gebruiken voor vergelijkbare projecten met een andere geometrie en andere materialen. Bovendien kan het model ook worden gebruikt als een deelmodel in complexere vraagstukken.”

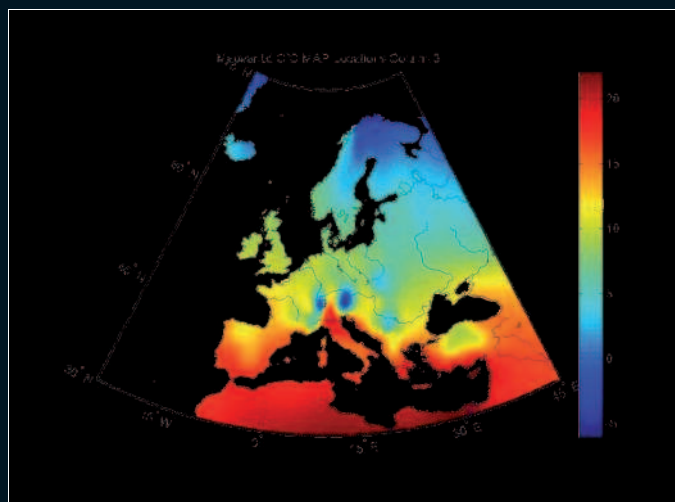
### Cultureel erfgoed

Als concreet voorbeeld van zijn werkzaamheden op millimeterschaal noemt Van Schijndel een situatie waarbij een kozijn vochtproblemen veroorzaakt, zie afbeelding 1. “We doen een of meerdere aannames over de oorzaak van het probleem. Die simuleren we dan in Comsol, waarna we bekijken of de gevonden vochtprofielen overeenkomen met de werkelijke. Als we de oorzaak hebben gevonden kunnen we vervolgens eventueel ook oplossingen analyseren en zien of die het gewenste effect hebben. Verder kunnen we ook een vergelijkbaar thermisch onderzoek doen.”

Het onderzoek van Van Schijndel op meterschaal, zie afbeelding 2, is met name belangrijk voor het behoud van cultureel erfgoed als oude boeken en schilderijen. Met behulp van de simulaties is het mogelijk om te bepalen wat de beste manier is om een schilderij op



Afbeelding 3: Schaal kilometer: Windsnelheid in een stedelijk gebied (Comsol).



Afbeelding 4: Schaal megameter: Map van de gemiddelde jaarlijkse binnentemperatuur van vergelijkbare onverwarmde kerken op verschillende locaties in Europa.

te hangen of een boek te presenteren. Met name vocht en kou en warmte zijn erg schadelijk voor dergelijke objecten, maar ook de spanning in het materiaal is een punt van aandacht. "Het zijn die vier factoren waarvan we de effecten in Comsol Multiphysics nabootsen. Daarbij kijken we bijvoorbeeld naar een schilderij dat aan een enkelsteensmuur van een oud kasteel hangt. Vaak is daarbij wel nagedacht over de binnentemperatuur, maar bijvoorbeeld niet bekeken wat de invloed is van de muur. Omdat de muur in direct contact staat met de buitenlucht, kan er spanning op het schilderij komen te staan door de temperatuurverschillen. Als we dat met de simulatie aantonen kunnen we vervolgens weer kijken naar de beste oplossing voor het probleem. Moet er extra isolatie geplaatst worden achter het schilderij, of moet het kunstwerk misschien helemaal los van de muur komen te hangen?"

### Warmtewisselaars

Op het kilometerniveau werkt Van Schijndel samen met professor Bert Blocken van de groep Urban Physics. In dit samenwerkingsverband worden met name de windstromingen rondom gebouwen gesimuleerd, zie afbeelding 3. Ook vindt er onderzoek plaats naar warmtewisselaars, waarbij water van gebouwen in de aarde wordt gepompt. "Er zijn twee soorten warmtewisselaars: systemen die heel ver de grond ingaan, tot wel enkele kilometers diep, en kleinere systemen die tussen de tien en twintig meter onder het oppervlak komen. Wij bemoeien ons alleen met deze laatste categorie, waarbij we met name de capaciteit van de bodem in kaart brengen en uitzoeken hoe deze capaciteit maximaal kan worden benut. Daarbij ontwikkelen we rekenmodellen waarmee dergelijke zaken uit te werken zijn. Die modellen worden vervolgens weer gebruikt door bijvoorbeeld ingenieursbureaus en ontwikkelaars die daarmee al snel tien tot twintig procent kunnen besparen op de kosten voor het temperatuurbeheer in een gebouw."

### Climate for Culture

Ten slotte is er nog het onderzoek op megameterschaal. Dit sluit weer nauw aan bij het onderzoek op een kleiner niveau. Samen met collega Henk Schellen is Van Schijndel namelijk nauw betrokken bij Climate for Culture, een project dat voor heel Europa in kaart probeert te brengen wat het effect van klimaatverandering zal zijn

op historische gebouwen en hun collecties. Bij dit EU-project werkt Van Schijndel met een standaardgebouw: een onverwarmde kerk met wandschilderingen wat hij met behulp van Matlab positioneert op alle soorten klimaatplekken in Europa, zie afbeelding 4. Per plek worden de invloeden van het huidige klimaat doorgerekend en wordt gekeken naar de invloed die de klimaatverandering de komende 100 jaar zal hebben op het model. "In eerste instantie bekijken we of er door de huidige omstandigheden al schade wordt aangericht aan het gebouw en zijn inhoud. Als dat zo is moeten er direct maatregelen worden genomen. Vervolgens rekenen we de klimaatmodellen door, waarbij we gebruikmaken van de gegevens van het Max Planck Instituut, zodat iedereen straks weet wat er moet gebeuren als er iets verandert. Als dat al nodig is natuurlijk, want het kan ook zijn dat de klimaatverandering juist een positief effect heeft op de houdbaarheid van het culturele erfgoed. Zo gaan veel klimaatscenario's bijvoorbeeld uit van opwarming en dat is voor sommige binnenklimaten in Nederland eerder gunstig dan ongunstig. Veel schade ontstaat namelijk in de winter, wanneer er flink wordt gestookt in gebouwen. Dat zorgt voor een lage luchtvochtigheid en dat is weer bijzonder ongunstig voor schilderijen. Kortom: de eventuele opwarming van de aarde kan voor ons nationale culturele erfgoed ook positieve effecten hebben."

Voor meer informatie over bouwfysica van monumenten, zie [www.monumenten.bwk.tue.nl](http://www.monumenten.bwk.tue.nl).

Voor meer informatie over de Climate for Culture, zie [www.climateforculture.eu](http://www.climateforculture.eu).

Voor meer informatie over de computermodellen zie <http://archbps1.campus.tue.nl/bpswiki/index.php/Hamlab>.