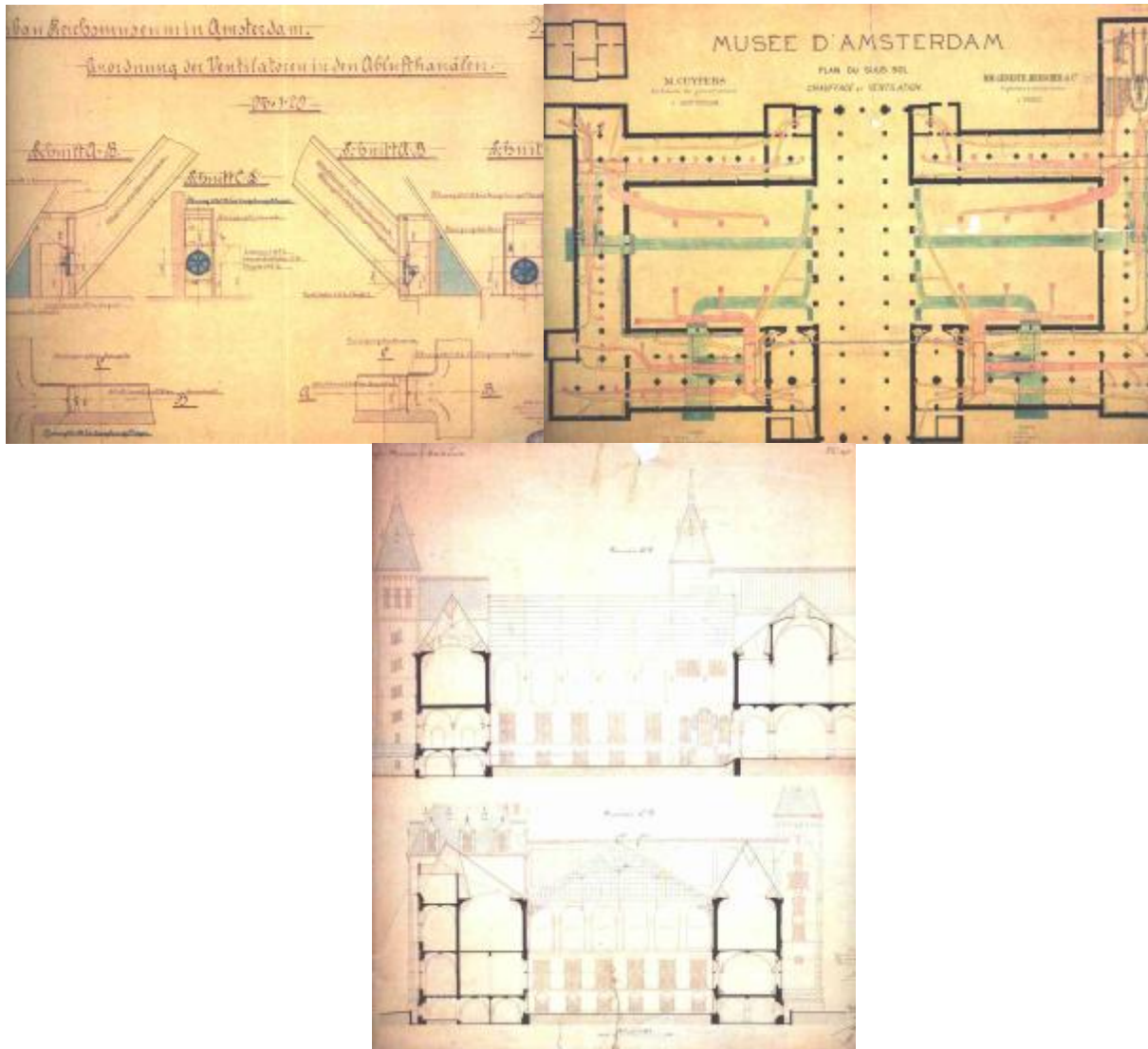


**ISOLATIE EN KLIMAATBEHEERSING VAN MONUMENTEN
(HOE) IS HET MOGELIJK?**



ISOLATIE EN KLIMAATBEHEERSING VAN MONUMENTEN (HOE) IS HET MOGELIJK?



Eindhoven, 26 november 2004

Editors:

H. Schellen, T.U.Eindhoven

D. Van Gemert, K.U.Leuven

Voorwoord

Isolatie en klimaatbeheersing van monumenten (Hoe) Is het mogelijk?

De WTA Nederland-Vlaanderen behandelt in deze studiedag de problematiek van isolatie en klimaatbeheersing in monumenten. De restauratie en renovatie van historische panden en gebouwen zijn slechts zinvol, als deze panden hun functie hernieuwd kunnen vervullen of als zij een nieuwe bestemming krijgen. In deze nieuwe functie moeten deze gebouwen het nodige comfort verschaffen aan de bewoners, gebruikers of bezoekers. Krijgen deze gebouwen een museale functie, dan stellen de tentoongestelde of bewaarde objecten eveneens bijzondere eisen aan het binnenklimaat. Klimaatbeheersing en isolatie gaan meestal hand in hand, omdat gewijzigde klimaatsomstandigheden ook wijzigingen in het thermisch gedrag van de gevelelementen veroorzaken, de condensatievoorwaarden veranderen, invloed hebben op de hygiëne door beïnvloeding van schimmelvorming of bacteriënontwikkeling.

Installering en installaties voor isolatie en klimaatregeling zijn voor de meeste monumentale gebouwen erg ingrijpende maatregelen. In hoeverre botsen deze maatregelen met de gangbare tradities en opvattingen in de restauratiepraktijk? Welke oplossingen kunnen hiervoor door de gespecialiseerde wereld aangereikt worden?

Op deze belangrijke vragen worden elementen van antwoord aangeboden tijdens deze studiedag. De sprekers op deze studiedag zijn erkende specialisten, die dagelijks vanuit hun beroepspraktijk geconfronteerd worden met de problematiek van en vragen rond isolatie en klimaatbeheersing in monumentale gebouwen, als beheerder, adviseur, architect, onderzoeker, uitvoerder. Vanuit monumentenzorg wordt de hand gereikt naar de technische wereld, door de onaanraakbaarheid van het monument niet als een onwrikbaar gegeven te hanteren. Afhankelijk van de aard van het monument zouden verschillende niveaus van aanraakbaarheid kunnen gehanteerd worden. Het is aan de technische wereld om in te spelen op deze mogelijkheden, en mee te werken aan de zoektocht naar een aanvaardbaar compromis tussen de eisen van het monument en de eisen van het nieuwe gebruik. De bijdragen van de verschillende sprekers en de besproken voorbeelden getuigen van hun kennis en ervaringen terzake, en tonen dat de basis aanwezig is om een voor monument en maatschappij aanvaardbaar compromis te bereiken.

De studiedag gaat door in de Congreszaal Kennispoort van de Technische Universiteit Eindhoven. De organisatie gebeurt met medewerking van prof. H. Schellen van de Capaciteitsgroep FAGO (Fysische Aspecten van de Gebouwde Omgeving) van T.U. Eindhoven. Zoals steeds werd deze studiedag voorbereid door het Bestuur van WTA Nederland-Vlaanderen, en in detail uitgewerkt door een ad hoc werkgroep bestaande uit Wijnand Freling, Henk Schellen, Fred Tellings, Teun van de weert en Dionys Van Gemert. Dankzij de inzet van Fred Tellings en Kristine Loonbeek is deze syllabus tijdig klaargekomen. In naam van WTA dank ik allen zeer hartelijk.

Eindhoven, 26 november 2004

Prof. Dr. Ir. Dionys Van Gemert
Vice-president WTA
Voorzitter WTA Nederland-Vlaanderen

Inhoudsopgave

Dagvoorzitter: Bert van Bommel

Van Bommel Bert Noblesse oblige.

Roos Job Isolatie en klimaatbeheersing van monumenten.

Hens Hugo Thermische verbetering van de buitenschil. Mogelijkheden en case studies.

van Schijndel Jos Computermodellen voor het voorspellen van het binnenklimaat van monumenten. Praktische toepassing en verantwoord gebruik.

Freling Wijnand Een gezond monumentaal binnenklimaat. De scheiding van binnen – buiten nader bekeken.

Stappers Marc Technische installaties in monumentale gebouwen. Aandachtspunten en stappenplan.

Schellen Henk Isolatie en klimaatbeheersing van het Nieuwe Rijksmuseum in Amsterdam.

NOBLESSE OBLIGE

Bert van Bommel

Senior adviseur monumentenzorg van de Rijksbouwmeester

Samenvatting

Technische maatregelen om de consumptie van energie te verminderen zijn een must, maar botsen met authenticiteit. Op basis van filosofische overwegingen wordt een mogelijke beslissingsmatrix voorgesteld, die een operationeel instrument voor keuzeondersteuning en interventiestrategieën kan zijn. Enkele voorbeelden verduidelijken de matrix, evenals de definitie van niveaus van aanraakbaarheid.

1. Inleiding: Filosofie, ethiek en energie

Een paar maanden geleden kon ik niet vermijden een gesprek te horen tussen twee jongedames. Ik zat in de trein naar huis. Ze mopperden op de lessen filosofie, die ze zojuist hadden *genoten*, en vroegen zich af wat daar het doel van kon zijn. Filosofie was toch zweverig en had geen concreet nut voor hun latere beroepspraktijk. Ik schatte die praktijk ergens in de zorgsector. De dames in kwestie waren jong en mooi en het onderwerp sprak mij aan. Toch weerhielden sociale conventies en een interessant boek mij ervan, me met het gesprek in te laten.

Filosofie zweverig en niet concreet? Ik kan me die gedachte voorstellen. Per slot van rekening ben ik ook maar een uit de klei getrokken timmerman. Ik weet als geen ander dat je al filosoferend nooit een dakkapel kunt timmeren. Noch zal voor de dames in kwestie gelden dat ze met filosofie de luiers van een incontinentie bejaarde zullen verschonen of een wond zullen verbinden (of een andere handeling verrichten, afhankelijk van de taken die voor hen in het verschiet liggen). Toch wordt ieder mens bij zijn handelen gestuurd door overwegingen die je als filosofisch kunt kenmerken. Meestal zijn we ons daar niet van bewust. Veel mensen maken zelfs niet of nauwelijks de verbinding tussen filosofie en politiek, als premier Balkenende het weer hardnekkig heeft over *waarden en normen*. Hij kiest bewust een andere volgorde dan in het gangbare spraakgebruik. Dat spreekt immers over *normen en waarden*. Balkenende is een ethicus; het vak dat hij bedrijft heet – in ouderwetse, maar meer onthullende termen – christelijke moraalfilosofie.

Ik zal op Balkenendes uit Zeeuws Christendom geboetseerde wereldbeeld hier verder niet ingaan. Als ambtenaar ben ik immers, zoals dat door bestuursjuristen wel wordt omschreven, slechts het willoze instrument van de overheid. Geeft de keizer wat des keizers ~~het~~ onderwerp van vandaag lijkt in eerste instantie heel concreet. Het gaat immers over technische maatregelen om de emissie van energie te verminderen. We willen in onze huizen, kantoren en andere gebouwen een behaaglijk klimaat. Hoe we het ook wenden of keren, we hebben daarvoor energie nodig. Ik ken mensen die zich tevredenstellen met een kartonnen doos of een toevallig gevonden stuk noppenfolie; maar zelfs voor de vervaardiging van die materialen is ooit energie gebruikt.



Fig. 1: Een jongeman in Manilla bewaakt het 'ouderlijk huis'. Dat bestaat voornamelijk uit een claim van een stukje trottoir voor een verlaten winkelpand. Daarnaast omvat het enkele schamele bezittingen, waaronder kartonnen dozen die 's nachts dienen als het bed voor zijn moeder en haar kinderen. © Bert van Bommel.

Je kunt het probleem van vandaag met recht beschouwen als een luxeprobleem. Dat bedoel ik echter anders, dan het zich hier mogelijk als eerste op de voorgrond stelt. U denkt immers licht dat ik bedoel dat iemand, die zijn slaapstede op kartonnen dozen vindt, ons probleem nauwelijks als probleem zal ervaren. Dat is ongetwijfeld het geval, maar daar gaat het hier niet om. Ons probleem is dat wij, hic et nunc, ons van een (onevenredig) grote hoeveelheid energie bedienen. Een hoeveelheid zo groot dat deze energieconsumptie niet is vol te houden. Wij leven op te grote voet. Dat geldt zelfs als we negeren dat een groot deel van de wereldbevolking ook recht heeft op een portie energie. We verbruiken in korte tijd een te grote hoeveelheid fossiele energie en bestelen daarmee onze eigen kinderen.

Dat probleem is niet nieuw voor ons, maar we neigen het trekken van consequenties voor ons uit te schuiven. Hoe oud is inmiddels niet het rapport van de *Club van Rome*? Het verdrag van Kyoto (niet meer dan een beschamend compromis tussen onze luxe en de globale problematiek) wordt niet echt omarmd. Het wordt slechts schoorvoetend geratificeerd. We verschuilen ons steeds achter excuses, waarvoor we ons goedbeschouwd diep moeten schamen.

Er is – dat moet gezegd voordat iemand mij dat voor de voeten werpt – de afgelopen jaren gelukkig het nodige veranderd.

Op dinsdag 21 september 2004 zonden NPS en VPRO het programma *Andere Tijden* uit. De aflevering in deze serie (bijna) vergeten gebeurtenissen uit de twintigste eeuw ging over het onwankelbare toekomstgeloof van de jaren zeventig: de uitleg van Delfzijl.

In 1272 ontstond de nederzetting aan de monding van de Delf, toen daar een sluis (zijl) werd aangelegd. Later werd het zelfs een vesting. Via Damsterdiep of Eemskanaal gaat men er van de Eems naar de stad (Groningen). In de jaren zeventig, toen de maatschappij als

maakbaar gold, moest Delfzijl samen met het nabijgelegen Appingedam uitgroeien tot een dubbelkern: een grote haven- en industrieplaats.

Wat mij trof was een uitspraak van de toenmalige stadsarchitect. Hij verhaalde van de tijd dat hij zelf één van de nieuwbouwhuizen bewoonde. In een kamer met weids en prachtig uitzicht stond zijn tekentafel. Daarop de schetsen van nieuwe bouwstenen voor de *vaart der volkeren* in Delfzijl. Zoiets geeft aanleiding tot overpeinzing. Dit deed hij gaarne door kijkend uit het raam bedachtzaam van zijn pijp te genieten. Na zich met gestopte pijp voor het raam geposteerd te hebben streek hij een lucifer aan ... dewelke onmiddellijk uitwoei vanwege de straffe wind, die zich ook in het interieur manifesteerde!

In mijn eigen woonplaats – waar men evenzeer visioenen koesterde van ruim meer dan honderdduizend inwoners – was selfmade melkboer Theun de Bruijn ooit wethouder stadsontwikkeling. Geconfronteerd met de slechte technische kwaliteit van de nieuwe woningen zei hij best te begrijpen dat hij krotten voor de toekomst bouwde. Dat was zorg voor later. Hij stond voor de taak om huisvesting te bieden aan de tallozen die naar de stad verhuisden om er te werken in de industrie; om woningnood te lenigen en alternatieven te bieden voor wie nog – als hij ooit – woonde in een donkere, vochtige éénkamerwoning.

Ja, er is de afgelopen jaren het nodige veranderd. Er worden tegenwoordig hogere eisen gesteld aan isolatie, kierdichting, verwarmingsapparaten en wat dies meer zij. En dat is maar goed ook. Bovendien zijn we ons, gedreven door idealen of verleid door de energierekening, bewuster geworden van het probleem: niemand wil meer *voor de mussen* stoken. Toch is het in de winter binnenshuis een trui dragen ons vaak nog teveel.

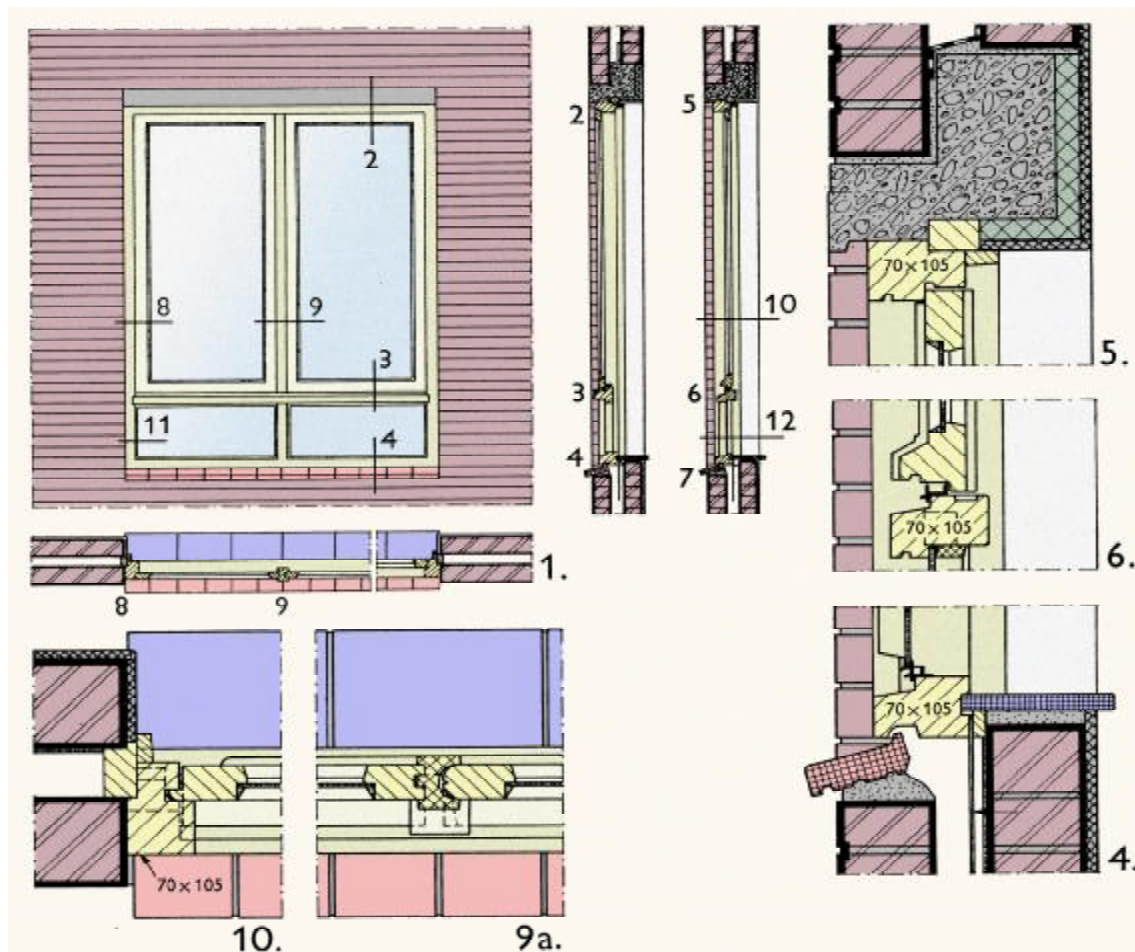


Fig. 2: Details van een gevelopening volgens een leerboek Bouwkunde uit 1965 (9e druk van 'Dè Jellema').

Kierenjacht en isolatie zijn een must. Als we onze kinderen een nog enigszins dragelijk leven willen bieden, dan moeten we wel. En dan zwijg ik maar over het overgrote deel van de wereldbevolking; stel dat het een evenrediger deel van de beschikbare energie zal opeisen!

2. Energiebesparing en Authenticiteit

Wat hier aan de orde is, is echter niet zomaar kierenjacht en isolatie. Het gaat hier om de combinatie van die zo noodzakelijke zoektocht naar energiebesparing met de zorg voor cultuurhistorisch erfgoed. Wat nu als het gebouw waarin we de maatregelen moeten treffen een monument is? Een gebouw dat we juist *niet* willen veranderen, maar zo authentiek mogelijk willen doorgeven aan komende generaties. We willen dat toch bij een monument... zo weinig mogelijk veranderen?



Fig. 3: Woningbouw uit de Wederopbouwperiode (Vlaardingen, Babberspolder-Oost). Deze portieketageflat is nog niet gerenoveerd: het gebouw is nog authentiek en juist daarom – uit monumentenoopt – van zekere waarde. © Bert van Bommel.

Laten we eerst eens bij het laatste statement stilstaan. Het is voor mij een evidentie, maar daar wordt verschillend over gedacht. Architecten bijvoorbeeld wijzen gretig op de talloze veranderingen die monumenten in de loop der tijd hebben ondergaan. Ze vinden daarin de legitimatie om ook zelf weer de nodige veranderingen aan te brengen. Het is inderdaad evident dat veranderingen vaak veel toevoegden aan het historische document dat door het monument wordt gevormd. Terzijde: die veranderingen ongedaan maken is onmogelijk. We kunnen ze slechts vervangen door een moderne interpretatie van de situatie die bestond voordat de veranderingen werden aangebracht. Met die interpretatie wordt het monument niet authentieker... het krijgt slechts een nieuwe historische laag. Die

bestaat dan uit een onvermijdelijk gemankeerde vervalsing van wat ooit bestond. Dat is wat ik bedoel, als ik het heb over het *Van-Meegereneffect*.

Elke verandering kan zich in de loop der tijd bewijzen als één waaraan cultuurhistorische waarde toegekend kan worden. Maar op het moment waarop hij wordt overwogen mag hij nooit anders worden gezien dan als een aantasting van De Authenticiteit. Wat onverlet laat, dat een wijziging kan bijdragen aan de mate waarin we in staat zijn om van een monument te genieten.

Ik zou graag dieper ingaan op dit filosofische aspect van erfgoedzorg, ware het niet dat ik daarmee te ver van het onderwerp zou afdwalen. Belangrijk hier is echter vooral het statement dat we met twee onverenigbare problemen zitten: we moeten isoleren en op kierenjacht, teneinde onze buitenproportionele energieconsumptie enigszins in de richting van een acceptabel volume terug te dringen. Waar die opgave een monument betreft, zullen kierenjacht en isoleren de authenticiteit van het monument aantasten. Een monumentenzorger moet daar dus tegen zijn!

Eén onderdeel van het filosofische aspect wil ik hier *wel* naar voren brengen, omdat ik dat nodig heb voor de rest van het betoog. Filosoferen is leuk en boeiend, maar je hebt er niets aan, als je het niet operationeel maakt. Met filosofie kun je komen tot ethische en methodologische beschouwingen. Op hun beurt kunnen die gebruikt worden om instrumenten te maken. Instrumenten die operationeel zijn, wanneer je een beslissing moet nemen. Kijk, *now we are talking*: dit had ik tegen de in het begin van mijn verhaal opgevoerde jongedames moeten zeggen. Filosoferen is wel degelijk nuttig, als je het kunt gebruiken om operationele instrumenten te ontwerpen. Bijvoorbeeld om de vraag te beantwoorden of een bejaarde één keer of zeven keer per week onder de douche moet staan!

3. Beslissingsmatrix

In 2001 publiceerde ik [in het *Praktijkboek Instandhouding Monumenten*] de zogenaamde beslissingsmatrix. Die matrix is een denkmodel. Je gebruikt hem wanneer je verschillende belangen tegen elkaar moet afwegen in een (ontwerp)beslissing.

Af te wegen belangen ► ▼ Keuzemogelijkheden	Prioriteit (i.c. erfgoedbehoud)	Posterioriteit (i.c. laag energieverbruik)
A <i>primaire keuze</i>	maximaal dienen	maximaal dienen
B <i>secundaire keuze</i>	maximaal dienen	minder dan maximaal dienen & meer dan minimaal dienen
C <i>tertiaire keuze</i>	minder dan maximaal dienen & meer dan minimaal dienen	minder dan maximaal dienen & meer dan minimaal dienen
D₁ D₂ <i>geen optie</i>	minder dan maximaal dienen minder dan minimaal dienen	minder dan minimaal dienen minder dan maximaal dienen

Fig. 4: Beslissingsmatrix. © Bert van Bommel.

Met de eerste, primaire keuze komen we in dit geval niet zo ver. Je kunt niet èn het monument onaangetaast laten èn het energieverbruik tot de (op *globaal* niveau gezien) rechtens toekomstige portie terugdringen. Als het gaat om de afweging tussen erfgoedbehoud en behaaglijkheid kan dat soms wel. Zo is het soms mogelijk de werktafel van iemand die last heeft van koudeval naar de andere kant van de kamer verplaatsen. Het

monument wordt door die ingreep niet aangetast en toch kan het behaaglijkheidsprobleem er soms mee worden opgelost.

Bij een afweging tussen erfgoedbehoud en energiebesparing is de tweede, secundaire keuze wel te maken. Je kunt bijvoorbeeld de energie die nodig is voor het monument zo veel mogelijk betrekken uit een duurzame bron. Bij kasteel Loevestein [2], waar voor de verwarming van een warmtepomp gebruik wordt gemaakt, is in vergaande mate dit model gekozen. Maar deze optie is niet voor alle monumenten realistisch. Met een keuze voor duurzame energiebronnen los je ook niet altijd de problemen van een hoge energierekening op. Noch kom je er in alle gevallen mee tegemoet aan behaaglijkheidsproblemen zoals tocht en koudeval. Bovendien: bij duurzame energiebronnen geldt dat je op één plek energie uit het ecosysteem onttrekt om het op een andere plek weer vrij te geven. Ook dat heeft zijn ~~enkele~~ aantal jaren geleden sloegen Rijksdienst voor de Monumentenzorg (RDMZ) en Rijksgebouwendienst (Rgd) de handen ineen, om het energieverbruik van monumenten nader te onderzoeken. Het project DuMo was geboren. DuMo staat voor *Duurzame Monumentenzorg* (naar analogie van DuBo: *Duurzaam Bouwen*). In **DuMo I** gaven beide rijksdiensten opdracht aan het *Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie* (NIBE): reken voor één monument uit, wat de score is op de DuBo-meetlat. Dit monument, de rechtbank in Tiel [1], bleek buiten verwachting positief te scoren. De (bij een monument vanzelfsprekende) duurzaamheid van de bouwmaterialen vormde een cruciale factor.

Aangemoedigd door de resultaten hebben RDMZ en Rgd besloten tot een vervolg: **DuMo II**. DuMo II heeft als oogmerk om praktische instrumenten te ontwerpen om het vraagstuk van duurzaamheid (in ecologische zin) bij monumenten te benaderen. Opdrachtnemer is ook bij dit project het NIBE, opdrachtgever is de SBR; beide rijksdiensten voorzien in een belangrijk deel van de begeleiding en financiering van het project.

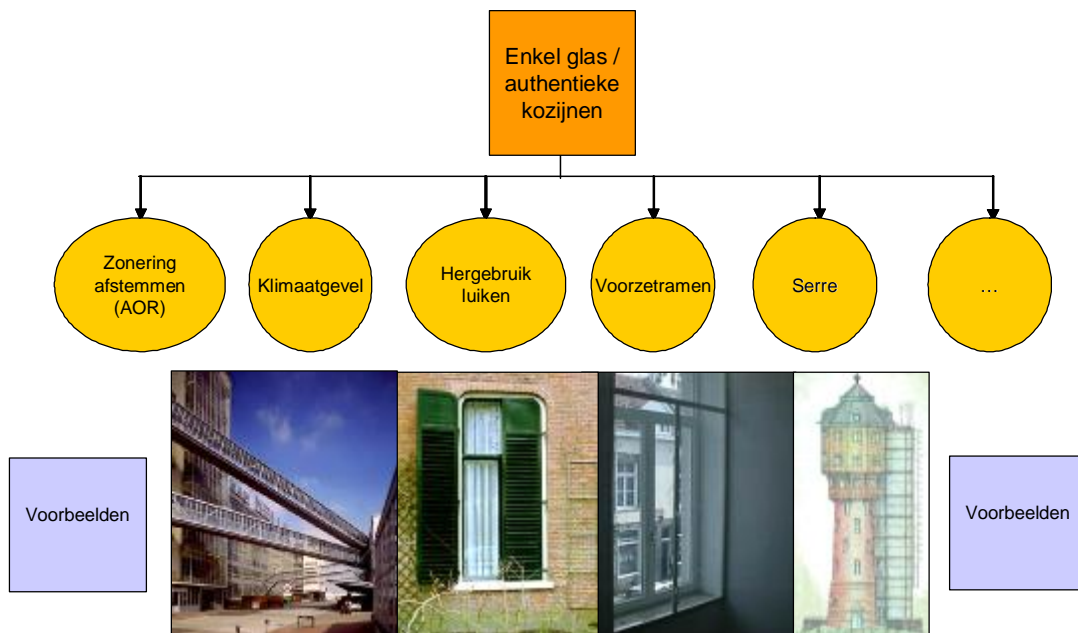


Fig. 5: Mogelijke strategieën bij de aanpak van authentieke, enkel beglaasde kozijnen in een monumentale gevel. Uit de tussenrapportages van DuMo II; © NIBE.

Belangrijk in DuMo II is de constatering dat niet alle monumenten even onaantastbaar zijn. In het ene geval zou een kleine wijziging al tot een storm van protest moeten leiden. In een ander geval kun je vergaand ingrijpen zonder de authenticiteit significant te benadelen. Cruciaal is de constatering dat je er met een waardestelling *alléén* niet bent. Je moet een stap verder zetten en nagaan in hoeverre waarden door voorgenomen wijzigingen gevaar lopen om aangetast te worden. Het zal duidelijk zijn dat het nogal uitmaakt, wáár je tot

energiebesparing wil komen. De aantastbaarheid van een doorsnee negentiende-eeuws arbeidershuis ligt immers op een geheel ander niveau dan op de bel-etage van kasteel *De Slangenburgh* in Doetinchem [3]! In DuMo II, waar het gaat om het ontwerpen van praktische instrumenten, is deze problematiek vereenvoudigd tot een viertal niveaus van aantastbaarheid.

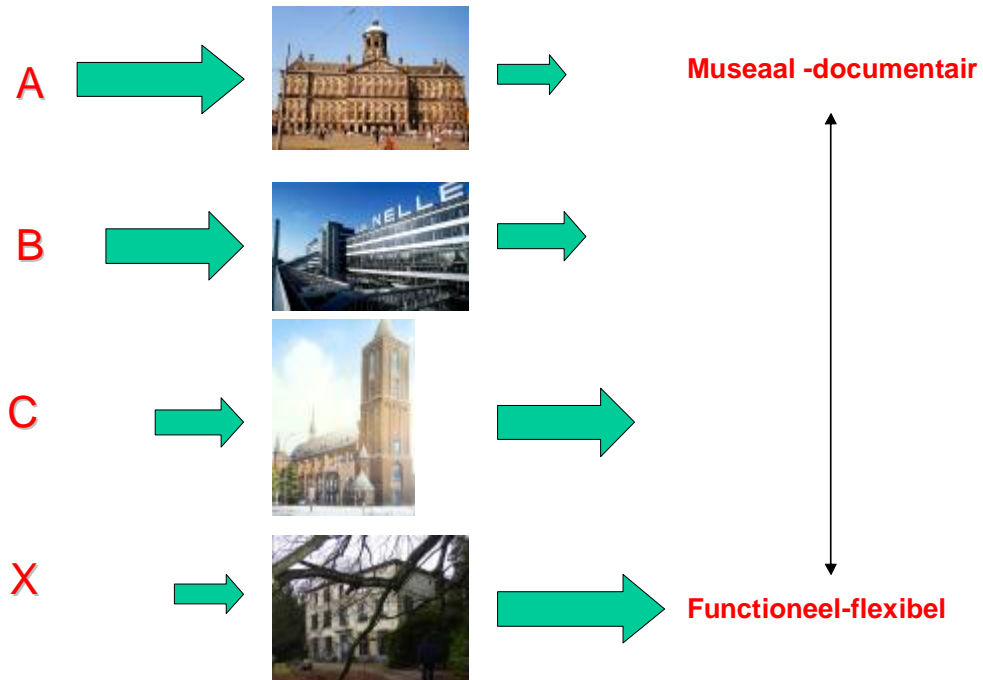
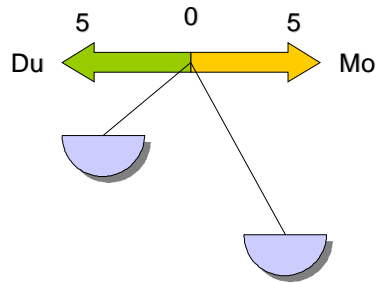


Fig. 6: Om het mogelijke ingrijpniveau te bepalen is in DuMo II de aantastbaarheid van monumentale gebouwen in vier categorieën onderverdeeld. Uit de tussenrapportages van DuMo II; © NIBE.

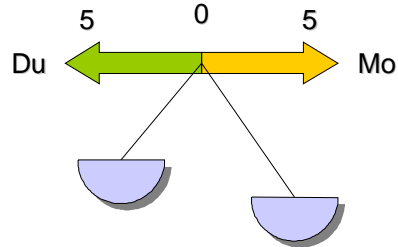
Categorie A

Ingrijpen staat nagenoeg geheel in dienst van behoud cultuurwaarden. Functionele aanpassingen zijn volledig ondergeschikt aan behoud historiciteit.



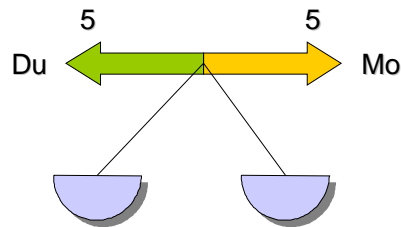
Categorie B

Ingrijpen staat in dienst van behoud van cultuurwaarden. Daarbij zijn functionele aanpassingen onder condities mogelijk.



Categorie C

Ingrijpen en aanpassen in heden en verleden kenmerkt het object. De aanpassing is binnen de grenzen van cultuurbehoud dienstbaar aan de functionele prestatie.



Categorie X

Architect en eigenaar bepalen zelf het ingrijpniveau. X-monumenten zijn niet beschermd, maar kunnen wel een A-, B-, of C-kwaliteit hebben. ?

Fig. 7: De juiste balans tussen duurzaamheid en monumentenzorg is afhankelijk van de categorie-indeling. Uit de tussenrapportages van DuMo II; © NIBE.

4. Zending

Het symposium van vandaag behandelt een onderwerp dat ook – zij het op andere wijze – wordt belicht in de DuMo-projecten. Je zou kunnen beweren, dat het symposium voortijdig is. DuMo II is immers nog niet afgerond en de resultaten zijn nog niet gepubliceerd. Wat ik hier in vogelvlucht over de DuMo-projecten heb verteld, is slechts een voorbeschouwing. Onvoldoende om u inzicht te verschaffen in het instrument, waarmee ook de vandaag aangedragen oplossingen straks zullen worden beoordeeld; zeker waar het om *beschermde* monumenten gaat.

Dat moet u echter niet als een negatieve benadering van de vandaag aangeboden stof beschouwen. Het tegendeel is waar. Bij projecten als DuMo blijkt steeds, dat een innovatieve, wetenschappelijke benadering monumentenproblemen van eminent belang is. Strategieën die ertoe kunnen leiden dat we (in het licht van de tabel van figuur 4) op een hoger niveau scoren, zijn welkom. Wel bied ik u hierbij een bril, waarmee die strategieën bekeken moeten worden. De technisch-wetenschappelijke kant die vandaag met name voor het voetlicht zal worden gebracht is één kant van de zaak. Voor een integrale benadering van de problematiek moet ook de andere kant voldoende voor het voetlicht komen. Hier in de zaal is niet alleen expertise op technisch-wetenschappelijk gebied aanwezig. Ook kennis van en inzicht in de waarden van het gebouwde erfgoed is hier ruimschoots vertegenwoordigd. Het is en blijft immers steeds een kwestie van zorgvuldig afwegen. De

ingrediënten zijn hier; laten we ze gebruiken om het evenwicht te zoeken. Dat zijn wij, leden van het WTA, aan onze eer verplicht.

5. Referenties

Uit de catalogus gebouwen van de Rijksgebouwendienst (www.rijksgebouwendienst.nl):

- [1] Voormalige arrondissementsrechtbank Tiel
NIEUWE TIELSEWEG 1 / KWELKADE 2, 4001 JS TIEL
Het vroegere rechtbankgebouw in Tiel is een vrijstaand gebouw in eclectisch-classicistische trant uit 1880. Het gebouw werd ontworpen door Johan F. Metzelaar en wordt algemeen gezien als het meest belangrijke uit zijn oeuvre. ...
- [2] Slot en vesting Loevestein
LOEVESTEIN 1, 5307 TG POEDEROYEN
Slot Loevestein is een fraai kasteel met een bijzondere oudheidkundige en kunsthistorische waarde. Gelegen op een eenzaam punt bij de samenvloeiing van de Maas en de Waal is het vermoedelijk tussen 1357 en 1368 gesticht door Dirk Loef van Kasteel.
[3] Kasteel De Slangenburg
KASTEELLAAN 2-7, 7004 JK DOETINCHEM
Het kasteel De Slangenburg, gelegen te midden van prachtige bossen, heeft op de hoeken van de achterzijde ronde torens die voorzien zijn van helmen. Het is oorspronkelijk gebouwd in de eerste helft van de zestiende eeuw. ...

ISOLATIE EN KLIMAATBEHEERSING VAN MONUMENTEN

Job Roos
Braaksma & Roos architecten
T.U.Delft

Samenvatting

Prestatieverbetering van een monumentaal gebouw roept een spanning op tussen monumentale waarde en gekozen oplossing. Aan de hand van de gekozen oplossingen bij de restauratie van het Gemeentemuseum in Den-Haag, van architect H. Berlage, wordt deze spanning belicht, en worden de gekozen oplossingen verduidelijkt en geëvalueerd.

1. Inleiding

Isolatie en klimaatbeheersing kunnen een wezenlijk onderdeel uitmaken van de restauratieopgave bij monumenten.

Naast alle andere bouwtechnische aspecten die daarbij aan de orde zijn, maken zij de restauratieopgave juist complex zowel in de ontwerpfase als in de uitvoering.

In feite hebben we te maken met de vraag naar prestatieverbetering van het monument; er ligt een andere of gewijzigde vraag aan ten grondslag die mogelijk een claim legt op monumentale waarde en derhalve vraagt om een duidelijke opvatting of visie van de opdrachtgever en restaurerend architect.

Niet zelden roept deze vraag een spanning op tussen de monumentale waarde en de gekozen oplossing. De 'belastbaarheid' van het monument is daarbij uiteraard aan de orde, deze is afhankelijk van het type en het aantal jaarringen van het object.

Laten we uitgaan van twee uitersten: hebben we te maken met een relatief jong monument bijvoorbeeld 'aus einem Guss' ontworpen door de architect of gaat het over een eeuwenoud gebouw met een karakteristieke gelaagdheid.

In beide gevallen gaat het bij het formuleren van de restauratieopgaven, de ontwerpfase en de uitvoeringsfase om de kennis en attitude van de restaurerende architect.

Kennis om de complexe opgave volledig en goed in beeld te kunnen brengen; inventariseren, analyseren en interpreteren, het stellen van de juiste vragen en het kunnen denken in alternatieve oplossingen: de architect als ingenieur.

De attitude van de architect is noodzakelijk om de monumentale waarde tot begrip te kunnen brengen. Begrippen/thema's als gelaagdheid, authenticiteit, imperfectie en kwetsbaarheid komen daarbij om de hoek kijken.

Niet zelden leiden deze begrippen tot dilemma's ten opzichte van de gevraagde prestatieverbetering, waarbij alleen een heldere visie van de architect uitkomst kan bieden.

Deze bijdrage behandelt twee uiterste gebouwtypen, beide (rijks)monument. In het ene geval gaat het om een jong monument uit de jaren 30, oorspronkelijk als museum gebouwd en toe aan omvangrijke prestatieverbetering: het Gemeentemuseum van architect Berlage in Den-Haag

In het andere geval gaat het om een gelaagd, oorspronkelijk middeleeuws gebouw met als nieuwe functie museum: de Waag in Deventer, Fig. 1.

In onderstaande tekst is de focus op het Gemeentemuseum.



Fig. 1: De Waag in Deventer. Restauratie afgerond in 2002

2. Droom en opgave

Net als voor vele andere restauraties geldt ook voor de restauratie van het Gemeentemuseum dat de uiteindelijk gevraagde technische prestatie veel hoger is dan de in de jaren dertig geleverde prestatie. Maar in dit geval is het verschil extra groot, simpelweg vanwege het feit dat aan het eind van de twintigste eeuw aan een museumgebouw heel andere eisen gesteld worden dan in de jaren dertig. Met name op het gebied van klimaatbeheersing, lichtinval en beveiliging heeft dit voor de aanpak van de totale restauratie verstrekkende gevolgen gehad. Terwijl bijvoorbeeld oorspronkelijk ten bate van de ventilatie buitenramen en deuren konden worden opengezet (ook in museale ruimten!) moeten deze nu hermetisch afgesloten zijn.

Hoe moest er nu worden omgegaan, binnen dit toch vernieuwende museale concept uit de jaren twintig en dertig, met de museale wensen van heden? Bij de gestelde restauratieopgave hebben de volgende overwegingen een rol gespeeld:

- 'de schaal van Berlage' en 'de hoogte van de lat', oftewel: hoe stel je als architect op bij een zo ingrijpende restauratie van een zo bijzonder ontwerp?
- restaureren is, juist hier, een complexe combinatie van vorm, functie en techniek;
- restaureren is zelden of nooit het terugbrengen in de oorspronkelijke staat. "Terug naar Berlage" is een te oppervlakkige kenschets van de uitgevoerde restauratie. Essentieel voor een verantwoorde en samenhangende aanpak zijn: het formuleren van een goede vraagstelling ten aanzien van de vereiste prestaties van ruimten en materialen, juist met betrekking tot het oorspronkelijke ontwerp en de gewijzigde functies. Bij iedere voorgestelde ingreep moet de relatie met Berlage, op alle schaalniveaus, voortdurend in het oog worden gehouden;

- binnen de hiervoor genoemde kaders zijn een ondogmatische houding ten opzichte van de restauratieopgave en het besef van voldoende vrijheid met betrekking tot te maken keuzes, essentieel voor de restaurerende architect.

Buitengewoon belangrijk bij restaureren in het algemeen en bij dit gebouw in het bijzonder, is dus de te ontwikkelen houding ten opzichte van het gebouw zoals het oorspronkelijk is ontworpen met passend respect voor de ondergane ontwikkelingen in het gebruik en de bijbehorende ruimtelijke aanpassingen. De houding van de architect ten opzichte van het te restaureren object staat niet van begin af aan vast, doch zal zich vormen tijdens het gehele proces van voorbereiden én uitvoeren. Het boeiende bij een dergelijk proces is dat deze ontwikkeling van tevoren niet of nauwelijks geduid kan worden. Wat het ontwerpteam in dit specifieke geval wél wist, is dat het met een droom uit de jaren dertig, met een schat aan ruimtelijke en museale kwaliteiten van het toen gerealiseerde gebouw, zou moeten leren omgaan.

Het was te voorzien dat er bij het zoeken naar oplossingen voor de talloze voorkomende problemen vele keuzes gemaakt zouden moeten worden. Keuzes die er op gericht zijn het gebouw in zijn ruimtelijke en gematerialiseerde samenhang te herstellen en vaak ook te verbeteren. Daarbij was men er zich terdege van bewust dat men, juist uit respect voor het oorspronkelijk ontwerp, gevoed door datgene wat vandaag een museum in technisch en 'beeldend' opzicht vraagt, nu tot andere oplossingen komt dan in de jaren dertig.

Alle hij de restauratie betrokkenen wisten vooraf dat zij gaandeweg het proces van de restauratie voor vele verrassingen zouden komen te staan die de blik op het gebouw zouden verruimen en/of corrigeren. Er was een voortdurend besef van het feit dat hoezeer de te maken keuzen ook afweken van het oorspronkelijke ontwerp, deze zeker bij een gebouw als dit, altijd dienstbaar zouden moeten zijn aan het totaalbeeld.

Het dienende karakter van deze restauratie is uitgangspunt geweest. Terwijl er sprake is van een enorme transformatie in technisch opzicht, is deze slechts voor enkelen afleesbaar. Wijzigingen in het interieur zijn duidelijker zichtbaar (bijvoorbeeld in de schilderijzalen op de eerste verdieping) maar ook hier zal het de bezoeker wellicht nauwelijks opvallen hoe fors deze ten opzichte van de situatie in 1935 zijn.

Tot besluit van de inleiding nog dit:

- de te maken keuzes waren zeer uiteenlopend van aard;
- vele malen moest een afweging worden gemaakt tussen reconstructie, consolidatie en totale vernieuwing. Het complete veld daartussen vroeg om een uiterst genuanceerde benadering;
- de gemaakte keuzes zijn pas in de laatste plaats subjectief. Architectuurhistorische analyse, kennis van de bestaande functies en technieken in relatie tot het oorspronkelijke ontwerp is steeds van essentieel belang geweest;
- met deze 'bagage' aan kennis zijn de definitieve (lees subjectieve) keuzes gemaakt voor een functionele en technische restauratie, met als belangrijkste voorwaarde de aanwezige architectonische kwaliteiten in hun onderlinge samenhang;
- juist uit respect voor dit museumgebouw zijn vele zaken nu anders aangepakt dan in de jaren dertig, zonder daarmee overigens als architect te willen 'scoren'. Veel ingrepen zijn herkenbaar en van deze tijd, zonder daarmee impliciet 'de aandacht te willen vestigen op'. Het herstel van de samenhang binnen het gebouw is van primair belang geweest. Samenhang qua ruimtelijke opzet, qua afwerkingen, kleur, verlichting etc;
- de uiteindelijke prestatie die na restauratie door het gebouw moet worden geleverd is in technisch opzicht noodzakelijkerwijs veel hoger dan in 1935; dit ondanks het 'innovatieve' karakter van de door Berlage in de jaren dertig gekozen oplossingen.

In de hierna volgende beschrijvingen zal een aantal restauratiekeuzes worden toegelicht. Dit overigens zonder volledigheid na te streven, maar veeleer ter illustratie van de aanpak van deze restauratie. Om de samenhang tussen verschillende gebouwelementen aan te tonen is de volgorde van de beschrijvingen afgestemd op de karakteristieke doorsnede van het museum. Zo wordt gestart met de glaskappen en de museale ruimten op de eerste verdieping en geëindigd met de beschrijving van enkele details.



Figuur 2



Figuur 3

3. De glaskappen

Het Gemeentemuseum is bij uitstek een daglicht— museum. De alom geprezen kwaliteiten van de gevarieerde daglichttoetreding in de verschillende museale ruimten moesten, alle hedendaagse museale eisen ten aanzien van UV-wering en maximaal toelaatbare lux— waarden ten spijt, overeind blijven. En daarbij wordt niet alleen gedoeld op de zo gewaardeerde variatie van hoog invallend bovenlicht door de glaskappen en de vides en het zijlicht dat via gevelramen en daglichtvitrines binnenvalt, maar ook op de wisselingen in het licht die blijvend ervaren moesten worden. Met andere woorden: op het licht van de zon zoals die plotseling van achter een wolk tevoorschijn komt of door deze juist aan het oog onttrokken wordt.

De glaskapstructuur die de verlichting van de schilderijzalen op de verdieping mogelijk maakt, strekt zich over vrijwel het volledige museum uit. Dit gegeven, dat het wezen van het museumgebouw voor een groot gedeelte bepaalt, is tientallen jaren lang tevens de bron van veel ellende geweest. De vele lekkages en het slecht te reguleren klimaat in de museumzalen vroegen niet alleen om een goede bouwtechnische oplossing voor de huid van het gebouw, maar met name ook om een goede visie op de bouwfysische eigenschappen van de glaskappen in relatie tot het onderliggende museum. Na diverse alternatieven te hebben doorgerekend, bleek het principe uit de jaren dertig van een glaskap bezet met enkele beglazing nog steeds de beste bouwfysische eigenschappen te bezitten. De prestatie is verbeterd door een aanpassing aan de legraam- en velum constructies, waarover later meer. In eerste instantie ging het om het restaureren van de 'regenjas'. Hier volgen enkele gegevens over de oorspronkelijke constructie.

De stalen draagconstructie van de kappen is samengesteld uit door middel van klinknagels verbonden profielen. De raamconstructie bestaat vervolgens uit dubbele U-vormige dragers van thermisch verzinkt staal en glasroeden met een door Berlage bewust gekozen hart-op-hartmaat van 88 centimeter. De roeden zijn voorzien van een koordhol met koord waarop de 6 tot 7 millimeter dikke glasplaten van bruuut draadglas rusten. De toepassing van een verende oplegging in de dragers maakt het mogelijk deze relatief brede glasplaten toe te passen. Dragere en glasroeden zijn zodanig uitgevoerd dat deze lek- en condenswater kunnen afvoeren naar de voet van de kap. De hoogte van de kap wordt overbrugd met twee glasplaten. De boven- en onderruit hebben daarbij een overlap van circa 11 centimeter en zijn middels twee koperen haken aan elkaar verbonden. De onderruit wordt aan de voet gedragen door koperen schoenen. De roeden en de nok zijn aan de buitenzijde afgedekt met koper. De voet is afgedekt met een koperen afsluitplaat die voorzien is van afvoergaatjes.

De volgende, veel voorkomende problemen komen als het ware uit het oorspronkelijk toegepaste systeem voort:

- veel glasbreuk door de relatief grote breedtemaat van de glasplaten;
- als gevolg van glasbreuk, het uitzakken van de glasplaten en het opstuwen van water door de eerder genoemde overlap, ontstaan regelmatig lekkages;
- de dragers ter plaatse van de voet zijn aangetast als gevolg van de elektrolyse die plaatsvindt tussen het toegepaste zink van de dragers en de koperen schoenen;
- op de onderzijde van de glasroeden vindt roestvorming plaats als gevolg van de genoemde lekkages en de regelmatig aanwezige condens.

Deze problemen gaven voldoende aanleiding te zoeken naar mogelijkheden om de prestaties van de glaskappen te vergroten. De volgende maatregelen zijn genomen om de bouwfysische situatie te verbeteren:

- verbetering van de ventilatie middels het aanbrengen van automatisch te openen ventilatieramen, aangevuld met zogenaamde voetventilatie voor de wintersituatie. Hiermee worden te hoge temperaturen in de kap en in de museale ruimten daar direct onder voorkomen;
- het toepassen van een UV-werende laag op het nieuw aan te brengen glas, voor een betere bescherming van kunstobjecten en onderdelen van de technische installaties.

Daarnaast waren de volgende bouwkundige aanpassingen noodzakelijk:

- ter voorkoming van breuk moest dikker glas worden toegepast, 8 à 9 millimeter, een glasdikte echter die niet standaard in de handel verkrijgbaar is;
- de bevestiging van de glasplaten moest worden verbeterd;
- om herhaalde elektrolyse te voorkomen diende de detaillering te worden aangepast.

Voorop stond dat het karakteristieke beeld van de glaskappen, ondanks noodzakelijke aanpassingen, van buitenaf gezien niet verloren mocht gaan. Beeld bepalend zijn de roedenafstand van 88 centimeter en de materialisering en detaillering, die weer de dragers vormen voor de mate van transparantie van de kap en de kleur van de profielen. In eerste instantie is overwogen de oorspronkelijke kap te restaureren. Een deel van de genoemde problemen bleek daarmee echter niet oplosbaar en het verkrijgen van garanties op de levensduur van de verschillende te repareren en nieuwe onderdelen stuitte op grote bezwaren. In samenwerking met de leverancier, Brakel Atmos, is vervolgens gezocht naar mogelijkheden een nieuwe kap te plaatsen die is opgebouwd uit nieuw koper met toepassing van de oorspronkelijke detailleringen. Dit was een intensief proces, met name omdat de toepassing van koper tegenwoordig heel ongebruikelijk is, praktisch alles wordt nu van aluminium of roestvast staal gemaakt. Het resultaat kan echter zeer succesvol worden genoemd.

De kapconstructie is gerestaureerd, dat wil zeggen: de spanten zijn tegen roest behandeld en opnieuw wit geschilderd. Het oorspronkelijke roedesysteem is echter geheel verwijderd en aan de binnenzijde zijn nu nieuwe, standaard verkrijgbare, aluminium roeden toegepast. Voor de buitenzijde, daarentegen, zijn nieuwe koperen roeden gemaakt uit een koper-samenstelling die exact hetzelfde is als het oorspronkelijk toegepaste materiaal. Dit om eenzelfde duurzaamheid en na oxidatie van de toplaag eenzelfde kleur te verkrijgen. Onderzoek van Koninklijke Hoogovens had inmiddels opgeleverd dat het oorspronkelijke materiaal een samenstelling had van ruim 99 % koper en 0,002 % fosfor.

Elke kap werd tot in detail uitgetekend, ook de kopgevels. Brakel-Atmos heeft geleerd weer met koper en messing als materialen om te gaan. Een ouder type mal, decennia geleden gebruikt om metaal te walsen, bleek exact het gewenste afdekprofiel op te leveren. Hiermee werd voor het museum ongeveer 4600 meter nieuwe koperstrip vervaardigd.

In totaal is op de daken 3600 m nieuw glas aangebracht, aan de binnenzijde voorzien van een UV-werende folie. Het glas in de kopgevels is, omdat deze oorspronkelijk voorzien waren van gematteerd glas, voorzien van UV-werende folie in een matte variant. Nieuwe toevoegingen in de vorm van ventilatieramen zijn zoveel mogelijk onopvallend geplaatst, verdiept tussen de koperen glasroeden in gemoffeld aluminium kaders die de 'glaskleur' benaderen.



Figuur 4



Figuur 5

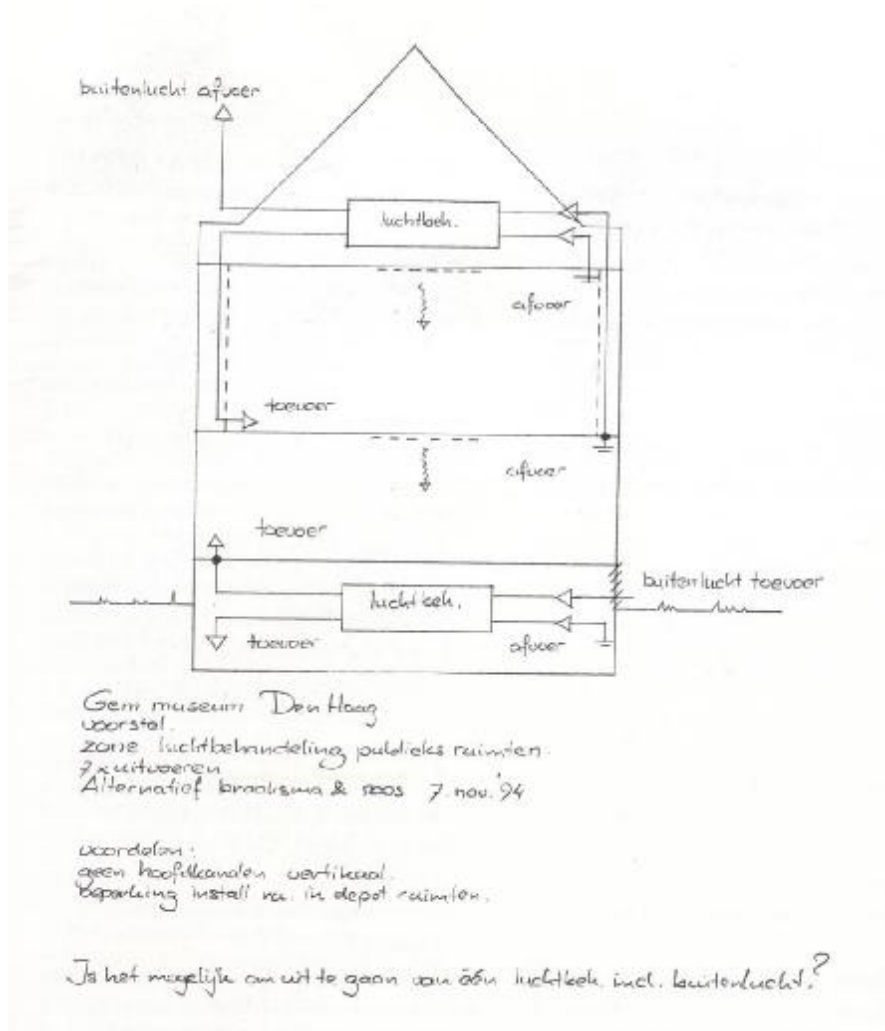
4. Het klimaat

Voor Berlage was een bij de architectuur aansluitende invulling van het voor het functioneren van het museum benodigde techniek van essentieel belang. De daglichttoetreding en de regeling daarvan zijn goede voorbeelden van de vermenging van architectuur en techniek. Maar ook de verwarmingsinstallatie is op een bijzondere wijze ingevuld (zie ook ref. 1: Hoofdstuk 1, Ontwerp, bouw en transformatie — De bouw). Om storende elementen in de museale ruimten te vermijden, heeft Berlage gebruik gemaakt van panel- verwarming in een groot deel van de plafonds in de zalen en in geringere mate van

panelverwarming in de wanden. Genoemde panels zijn voor het grootste gedeelte in de loop van de jaren blijven functioneren. Metingen en proeven op verschillende locaties hebben uitgewezen dat de wanddikten van de gebruikte leidingen nog steeds toereikend zijn om ook de komende dertig jaar met vertrouwen van de panels gebruik te blijven maken. De kantoorruimten, werkplaatsen en museale ruimten met grote geveloppervlakken waren oorspronkelijk voorzien van radiatoren. In de nieuwe situatie is 'voortgeborduurd' op de door Berlage toegepaste technieken. De panelverwarming is gerestaureerd en heeft een extra toepassing gekregen voor de zomer, wanneer door dezelfde panels koelwater wordt rondgepompt.

Wat in het museum ontbrak, was een goede luchtbehandelinginstallatie. Bijkomend probleem was dat voor het introduceren hiervan een goede bouwkundige infrastructuur ontbreekt. Hierop is het volgende bedacht. In een compleet nieuw ingerichte installatieruimte in de kelder zijn een aantal luchtbehandelingskasten geplaatst. Hier wordt de benodigde hoeveelheid lucht voorbehandeld tot de juiste temperatuur en vochtigheidsgraad. Via de leidingstraat wordt de behandelde lucht horizontaal door het gebouw verspreid. De museale ruimten op de begane grond worden in hun geheel gebruikt als verticale schacht. Vanuit de kelder wordt de voorbehandelde lucht, via in de parketvloer opgenomen houten roosters, deze ruimten ingeblazen. Als een warme deken stijgt de lucht op en wordt in een aantal hoeken van de plafonds afgezogen. Deze plafondhoeken sluiten aan op een aantal van de oorspronkelijk aanwezige schuine schachten in de hoeken van de museale ruimten op de eerste verdieping. Via deze schachten wordt de afgezogen lucht getransporteerd naar de kapverdieping. Ook daar staan luchtbehandelingskasten opgesteld die voor een nabehandeling zorgen waarna het transport naar de zalen op de eerste verdieping plaatsvindt. Hiervoor wordt een deel van de overgebleven schuine schachten gebruikt. Deze schachten zijn voorzien van inblaasroosters die qua afmetingen en positie herinneren aan de houten deurtjes die in de oorspronkelijke lambriseringen waren opgenomen. De laatste etappe van de route door het gebouw is het transport via de legamen naar de kappen en van daaruit naar buiten. Dit transport vindt plaats middels de overdruk die ontstaat bij het inblazen op de verdieping.

Aangevuld met het benodigde leidingwerk voor de waterinstallaties, de elektra in het algemeen en de verlichting en de beveiliging in het bijzonder, zijn de inspanningen om deze technische ingreep in het gebouw te realiseren enorm geweest. Alle onderdelen zijn op tekening zorgvuldig voorbereid. De afstemming van werkzaamheden en de inpassing van alle benodigde kabels en leidingen in de beschikbare ruimten bleek vaak erg ingewikkeld. Het voormalige ketelhuis heeft overigens na aansluiting van de nieuwe installaties op de stadsverwarming een nieuwe functie gekregen als kantoor en werkplaats voor de technische dienst. De binnenplaats bij het ketelhuis die dienst deed als laad- en losruimte en als stallingruimte voor fietsen is overkapt en herbergt nu naast de expeditie de schilders- en timmerwerkplaats. De monumentale schoorsteenpijpen aan weerszijden van het ketelhuis worden nu niet meer gebruikt als afvoerkanal van verbrandingsgassen maar voor het binnenhalen van schone lucht ten behoeve van de luchtbehandeling.



Figuur 6

5. De legramen

Onder de glaskappen bevinden zich de horizontale legzaam- en velumconstructies. Deze dienen er onder meer voor om het licht op de juiste plekken in de expositieruimten op de eerste verdieping te brengen en waren oorspronkelijk (dat wil zeggen voor de Tweede Wereldoorlog) van zorgvuldig op hun effect en esthetische kwaliteiten uitgezochte glassoorten voorzien. Praktisch al dit oorspronkelijk toegepaste glas is verloren gegaan, met als belangrijkste schadeveroorzaker een op 16 december 1944 aan de Stadhouderslaan ontplofte V2-raket. Door adviesbureau Lite uit Amsterdam is bijzonder veel onderzoek verricht naar de mogelijkheden de legramen in hun oude luister te herstellen, daarbij aangepast aan de eisen van deze tijd. Verder is Lite verantwoordelijk voor de keuze van de benodigde armaturen in het gehele museum en nauw betrokken bij de regeling van het daglicht/kunstlicht systeem. Ook hier gebeurde dat met inachtneming van de nodige prestatieverbeteringen. Zaken als isolatie, UV-wering en doorvalbeveiliging leidden ertoe dat waar oorspronkelijk maar twee glaslagen aanwezig waren, dit aantal voor de nieuwe situatie uitgroeide tot soms wel acht lagen glas in combinatie met folie. In een proefzaal kon de bemonstering voor het glaspakket worden beoordeeld, hetgeen zijn nut heeft bewezen. Nadat hier het in eerste instantie voorgestelde glaspakket was aangebracht, bleek dit een

sterke groenverkleuring van het daglicht op te leveren. Deze groenverkleuring, die met name werd veroorzaakt door de toepassing van relatief veel glaslagen was onacceptabel voor schilderijzalen. Door toepassing van minder glaslagen en folies, en extra heldere glassoorten kon de hoeveelheid verkleuring uiteindelijk tot een aanvaardbaar minimum worden teruggebracht.

Buitengewoon interessant bij de restauratie van de glaskappen en de onderliggende legraam- en velum constructies is dat het door Berlage ontworpen principe van bediening overleefd is gebleven. De oorspronkelijke daglichtregeling, opgebouwd uit in de glaskap gemonteerde ijzeren lamellen, met assen onderling verbonden en met de hand vanuit de museumzalen regelbaar, is gerestaureerd. Met dien verstande dat de lamellen nu via servomotoren en een computersysteem worden aangestuurd. Dit computersysteem regelt bovendien het direct onder de lamellen gemonteerde kunstlicht. Het dimmen en aanzwellen van het kunstlicht wordt in 'één adem' afgestemd op het openen of sluiten van de lamellen, waarbij daglicht te allen tijde voorrang heeft en het kunstlicht dient voor de eventueel benodigde aanvulling of vervanging.

Vanuit de schilderijzalen gezien oogt het onderste legraam als in 1935. De hernieuwde toepassing van zogenaamd schelpenglas speelt daarbij een belangrijke rol. Dit glas heeft een vrij grove structuur, het is als ware op schelpen gestort. Het onttrekt de kapconstructie en het kunstlicht aan de blik van de bezoekers en zorgt voor een aangename schittering van dag- en kunstlicht.

Ook op de begane grond zijn enkele museale ruimten voorzien van legramen, die door een vide in directe verbinding staan met de glaskappen. Hiermee worden ook deze ruimten van bovenaf van daglicht voorzien. Ter voorkoming van brandoverslag tussen begane grond en vide zijn deze legramen voorzien van draadglas en is de staalconstructie voorzien van een bij brand opschuimende verflaag.



Figuur 7

6. De messing gevelpuien

De sobere, duurzame materialisering van het museum gebouw komt goed tot uitdrukking in het ontwerp van de gevelpuien. De ramen zijn van messing, dat aan de buitenzijde door blootstelling aan de buitenlucht is gepatineerd, aan de binnenzijde gebruineerd. De grootste gevelopeningen zijn bovendien aangevuld met karakteristiek vormgegeven stalen windstijlen. De messing ramen hebben een vlakverdeling van circa 440 millimeter breed en 800 millimeter hoog en zijn van oorsprong met enkel glas bezet. De fabricage én plaatsing in de dertiger jaren geschiedde door de Koninklijke F.W. Braat NV. uit Delft.

Wederom gold hier de opgave van prestatieverhoging. De voor de museale ruimten vereiste klimatisering vraagt om de toepassing van dubbel glas. En niet alleen dat; ook UV-werende folie, inbraakwering en hoogrendementsbeglazing moesten worden verwerkt in het "nieuwe" raam. Tijdens de besluitvorming ten aanzien van de restauratiekeuzen zijn er diverse beglazingsmethoden onderzocht. De toepassing van voor- of achterzetbeglazing is uit esthetische, functionele en bouwfysische overwegingen afgewezen. De monumentaliteit van de messing ramen werd door eenieder onderkend, van vervanging door moderne raamsystemen is nooit serieus sprake geweest.

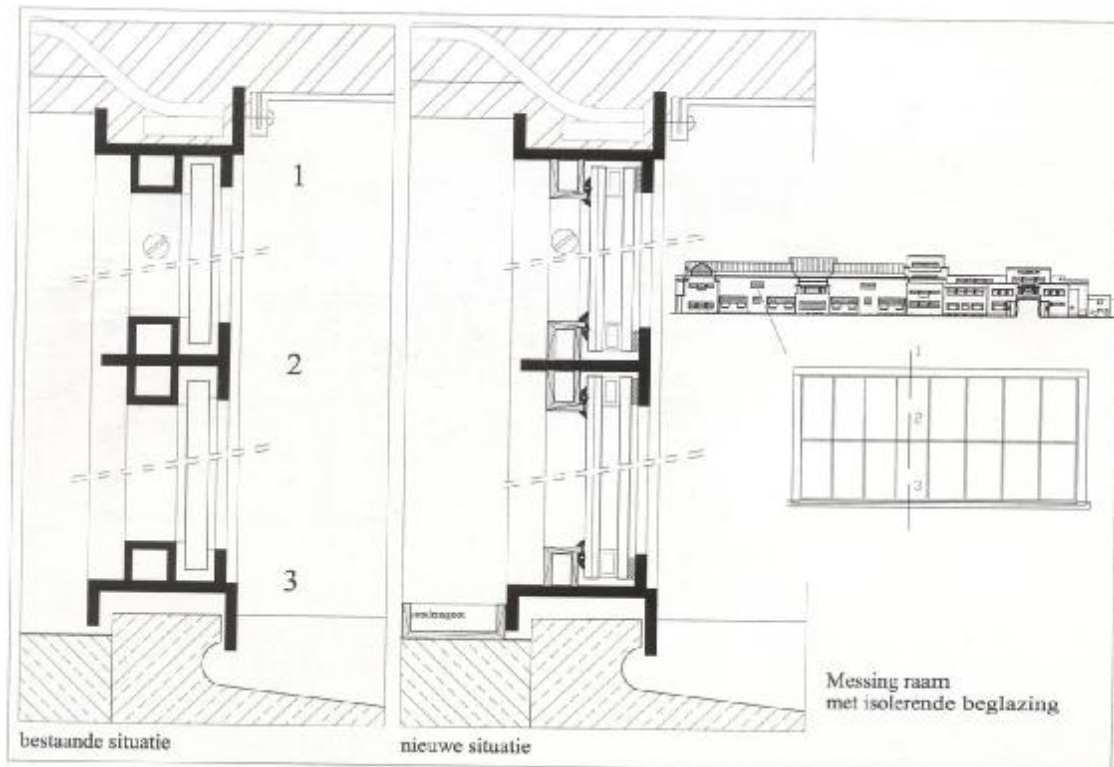
Het plaatsen van isolerende beglazing binnen de bestaande, ranke messingprofielen bleek uiteindelijk de enige esthetisch acceptabele oplossing. Binnen een dikte van 15 millimeter zijn naast het isolerende vermogen, veiligheidsfolie, ultraviolet-werende folie en een hoogrendement coating aangebracht. De isolerende beglazing is rondom voorzien van een zwart kader om niet te contrasteren met de gebruineerde messing profielen. Voor de bevestiging zijn nieuwe messing glaslatten geleverd. De afdichting van het glas is aan de buitenzijde bewerkstelligd met een kitpees terwijl aan de binnenzijde een rubberen afdichting is aangebracht.

De puien zelf zijn zorgvuldig gerestaureerd en daarna aan de binnenzijde gereinigd door middel van pare. Na de plaatsing van het glas zijn de puien opnieuw gebruineerd ofwel gebronsd. Dit houdt in een oxydatie van het messing die via een chemische verbinding wordt geactiveerd en waardoor een bronskleur wordt verkregen. Een nieuw element is de messing condensgoot die aansluit op het zwarte natuursteen van de vensterbanken aan de binnenzijde.

Deze goot bleek nodig om de condens die bij extreme weersomstandigheden op de profielen ontstaat, te kunnen opvangen.

Het oxidepatina aan de buitenzijde van de puien is gehandhaafd. Kleur en textuur dragen in belangrijke mate bij aan de beleving van de gevels. Wel zijn de messing kappen boven de ramen gereinigd omdat deze zwaar vervuild waren. Dit is gebeurd door ze, na demontage, te plaatsen in een grote "kookpot". Op enkele plaatsen zijn nieuwe messing puien aangebracht die geheel conform de oorspronkelijke detaillering zijn vervaardigd.

Omdat het niet mogelijk bleek de eisen ten aanzien van inbraakwering volledig in de puien op te nemen, is besloten om net als voor de restauratie, rolhekken aan de binnenzijde van de ramen op te nemen. Wel is nu gekozen voor een zo goed mogelijke variant. Hierdoor is ook buiten de openingsuren, wanneer de rolluiken zijn neergelaten, een blik op het interieur goed mogelijk, zeker wanneer binnen de verlichting aan is.



Figuur 8

7. Referenties

1. Jos Roos en Suzy Lemmens, Het laatste meesterwerk van Hendrik Petrus Berlage.

THERMISCHE VERBETERING VAN DE BUITENSCHIL MOGELIJKHEDEN EN CASE STUDIES

Hugo Hens

Gewoon hoogleraar

K.U.Leuven, Departement Burgerlijke Bouwkunde, Afdeling Bouwfysica

Samenvatting

Net als bij nieuwbouw en renovatie dringt zich bij restauratie en hergebruik van monumentale gebouwen de vraag op naar hoe het energieverbruik voor verwarming te verlagen en het thermische comfort te verbeteren, zonder de duurzaamheid te schaden. Bij nieuwbouw geldt een uitstekende warmte-isolatie van de buitenschil als meest effectieve ingreep. Dat lijkt op eerste zicht ook bij monumenten het geval. Alleen zijn niet alle warmte-isolerende ingrepen er mogelijk terwijl deze die kunnen niet noodzakelijk bevorderlijk zijn voor het gedrag van de buitenschil op lange termijn.

Vandaar dat naast de vraag 'kan het', ook gekeken moet worden naar de gewenste en te verwachten prestaties en neveneffecten. Met die bril op, nemen we kort het thermisch isoleren van gevels, daken, vloeren en ramen door. Kan het bij daken en vloeren vrij probleemloos, mits bouwkundig en bouwfysisch correct, bij gevels en ramen ziet het plaatje er iets complexer uit, mede omdat die twee in hoge mate het beeld van het monument bepaalend zijn. Verder worden drie case studies toegelicht: de academiezaal te Sint-Truiden, het Van Dale College te Leuven en het Huis Guiette te Wilrijk.

1. Inleiding

Net als bij nieuwbouw en renovatie dringt zich bij restauratie en hergebruik van monumentale gebouwen de vraag op naar hoe het energieverbruik voor verwarming te drukken en het thermische comfort te verbeteren zonder de duurzaamheid te schaden. Bij nieuwe woongebouwen beschikken we daartoe over een amalgaam aan mogelijkheden: compact, de ruimteopdeling goed uitgekiend, meer glas zuid west/zuid/zuid oost dan noord west/noord/ noord oost, de buitenschil prima geïsoleerd, een goed isolerende beglazing, het gebouw luchtdicht, de juiste ventilatie via een ontworpen systeem, een verwarmingsinstallatie met zo hoog mogelijk rendement, een goed zomercomfort dank zij zonwering, nachtventilatie en toegankelijke capaciteit, enz. Van al deze mogelijkheden is een bouwfysisch en bouwkundig correct ontworpen, goed uitgevoerde warmte-isolatie van de buitenschil de meest effectieve en dan ook het eerste wat gedaan moet worden.

Ook bij monumenten lijkt dat het geval. Alleen zijn niet alle warmte-isolerende ingrepen er mogelijk terwijl welke kunnen niet noodzakelijk bevorderlijk zijn voor het gedrag van de buitenschil op lange termijn. Vandaar dat we bij elke mogelijke ingreep niet alleen de vraag 'kan het' moeten beantwoorden maar ook bij ontwerp dienen te kijken naar de gewenste en verwachte prestaties en neveneffecten om op basis daarvan een keuze te maken

2. Prestaties

Prestaties definiëren we als het geheel van fysische eigenschappen van een gebouw waaraan het zinvol is eisen te stellen, die bij ontwerp geëvalueerd kunnen worden en tijdens en na de bouw of restauratie controleerbaar zijn. De aspecten evalueerbaar en controleerbaar wijzen erop dat het maar zin heeft over prestaties te praten als er fysische voorspellingsmodellen en rekenmethoden ter beschikking staan en er meetmethoden zijn die toelaten nadien het resultaat na te trekken. Bij het vastleggen van prestaties en

bijhorende eisen, wordt doorgaans volgende hiërarchie aangehouden: eerst de gebouwde omgeving, dan het gebouw, vervolgens de bouwdelen en tenslotte de materialen (Bouwbesluit, 1991) (CIB, 1996). Tabel 1 geeft de prestatiematrix op het niveau bouwdelen (IC-IB, 1979, Hendriks et al., 2000). Voor de bespreking van de thermische verbetering van de schil lichten we er de bouwfysische en deze gekoppeld aan brand en duurzaamheid uit (tabel 2).

Groep	Prestaties
Bouwmechanica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sterkte en stijfheid tegen verticale belastingen 2. Sterkte en stijfheid tegen horizontale belastingen 3. Dynamische respons
Warmte en massa	<ol style="list-style-type: none"> 4. Luchtdichtheid <ul style="list-style-type: none"> – Infiltratie, exfiltratie – Windspoeling, binnenluchtspoeling – Ventilatie – Luchtrotatie 5. Warmte-isolatie <ul style="list-style-type: none"> – Warmtedoorgangscoefficiënt (U) (incl. koudebrugwerking) – Gemiddelde U-waarde van de schil 6. Niet stationaire respons <ul style="list-style-type: none"> – Wisselstroomweerstand, temperatuurdemping en admittantie – Zonnetoetreding – Glaspercentage in de gevel 7. Vochthuishouding <ul style="list-style-type: none"> – Bouwvocht en droogbaarheid – Regenwering – Opstijgend vocht – Hygroscopisch gedrag – Oppervlaktecondensatie – Inwendige condensatie 8. Koudebrugwerking <ul style="list-style-type: none"> – Temperatuurfactor 9. Andere (b.v. de contactcoëfficiënt)
Geluid	<ol style="list-style-type: none"> 10. Geluidsverzwakkingsindex en bruto akoestische isolatie 11. Bruto akoestische isolatie van de schil tegen buitenlawaai 12. Flankerende geluidsoverdracht 13. Geluidsabsorptie
Licht	<ol style="list-style-type: none"> 14. Lichttoetreding door de transparante delen 15. Glaspercentage in de gevel
Brand	<ol style="list-style-type: none"> 16. Brandbaarheid (materiaal) 17. Brandweerstand
Duurzaamheid	<ol style="list-style-type: none"> 18. Weerstand tegen fysische belasting (belasting, vocht, temperatuur, vorst, enz.) 19. Weerstand tegen chemische belasting 20. Weerstand tegen biologische belasting
Onderhoud	
Kosten	24. Geactualiseerde kosten, optimale kosten
Duurzaamheid	25. LCA-profiel

Tabel 1: Prestatiematrix op het niveau bouwdeel

Bouwfysisch
Luchtdichtheid Warmte-isolerende kwaliteit (U-waarde) Niet stationaire respons Koudebrugwerking Bruto akoestische isolatie tegen buitenlawaai Flankerende geluidsoverdracht Lichttoetreding (glas)
Brand
Brandbaarheid Brandweerstand
Duurzaamheid
Weerstand tegen fysische belasting (belasting) Weerstand tegen chemische belasting Weerstand tegen biologische belasting

Tabel 2: Belangrijkste prestaties bij verbetering van de buitenschil

Bij de verdere bespreking van ingrepen wordt deze matrix niet telkens weer doorlopen. Wel steekt de lijst impliciet achter elk van de oordelen die worden uitgesproken.

3. Isolatie-ingrepen

3.1. Platte daken

Bij platte daken bestaat de beste oplossing erin de isolatie bovenop de van helling voorziene draagvloer te leggen, met eronder een luchtdichte, dampremmende laag en erboven de afdichting (figuur 1). Bij restauraties is zo iets doorgaans mogelijk. Wel kan de beschikbare hoogte van de dakranden de vrijheid in toe te passen isolatiedikten inperken. Die dakranden kunnen we niet zomaar aanpassen! Eis aan de U-waarde is dan ook: betracht de laagst mogelijke.

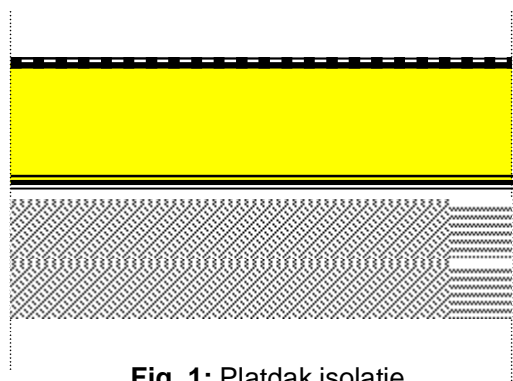


Fig. 1: Platdak isolatie

Genoemde oplossing is luchtdicht. Niet stationair staat 'isolatie zo ver mogelijk naar buiten' voor de beste keuze. Luchtdichtheid en dampremmende laag zitten op de juiste plaats. De geluidsisolatie wordt amper door de warmte-isolatie beïnvloed. Of de brandweerstand goed is hangt af van de globale constructieve opbouw, het soort warmte-isolatie en de

bescherming van de afdichting De duurzaamheid tenslotte wordt vooral bepaald door de kwaliteit van de afdichting.

3.2. Hellende daken

Hier zijn twee routes te bewandelen. Is de zolder onbruikbaar dan komt de warmte-isolatie op de zoldervloer. Gaat het om een zolder die geschikt is als gebruiksruimte, dan integreren we het isolatiepakket in de dakschilden. Dikwijls dient daarbij voor opbouw, startende vanaf de bebording, gekozen.

Is het realiseren van een behoorlijke U-waarde bij hellende daken doorgaans vrij eenvoudig, in beide gevallen zijn een goede lucht- en winddichtheid dé kritische prestatie, zowel uit hoofde van thermische kwaliteit als van niet stationair gedrag, vochtuishouding, geluidsisolatie, comfort e.a.. Uit onderzoek blijkt dat we (1) plaatselijke luchtlekken moeten vermijden, (2) er dienen voor te zorgen dat bij een luchtdrukverschil van 1 Pa de gemiddelde luchtdoorlatendheid beperkt blijft tot 10^{-5} kg/(m².s), (3) de isolatie best afdekken met een winddichte laag (bij minerale wol erg belangrijk).

In de onderstelling dat we als vergelijking voor de luchtstroombichtheid door een dak hebben: $g_a = a\Delta P_a^{0.67}$ en dat in de dakruimte of de verdieping eronder de meting gebeurt bij een luchtdrukverschil van 50 Pa tussen binnen en buiten, zou het gemeten luchtdebiet in m³/h aan volgende grens moeten voldoen: $G_a=0.41A_{dak}$. Hebben we binnen 21 °C en 50 % relatieve vochtigheid, dan ligt, zo eraan voldaan wordt, de uitstroom aan waterdamp bij 4 Pa thermische trek rond $0.021A_{dak}$ kg/dag.

Zelfs bij die uitstekende luchtdichtheid, is de uitstroom groter dan bij een perfect luchtdicht dak waarvan de equivalente diffusiedikte tussen binnen en de koude zijde van de warmte-isolatie gelijk zou zijn aan 0.4 m, d.w.z. een dakopbouw die amper dampremmend is. Laat staan wat er gebeurt als we luchtdoorlatendheden hebben als gegeven in figuur 2 (gemeten waarden)

Hoe luchtdicht te maken? Bij isolatie van de zoldervloer is de gemakkelijkste oplossing een luchtdichte laag op de stucco te spuiten alvorens de isolatie aan te brengen.

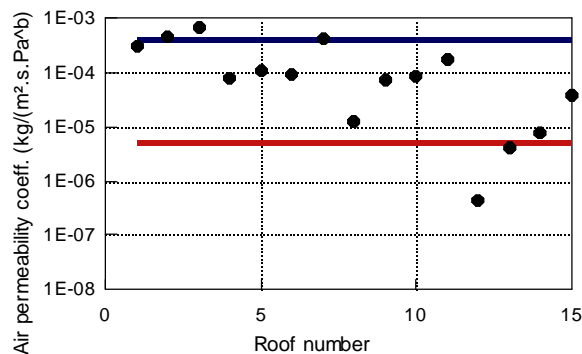


Fig. 2: Gemeten luchtpermeanties bij hellende daken

3.3. Gevels

Hier is het aantal opties beperkt tot drie: buitenisolatie, binnenisolatie, geen isolatie,. Al gaat bouwfysisch de voorkeur naar buitenisolatie – veruit de beste prestaties -, dikwijls kan het niet. Denk aan monumenten met gevels in natuursteen of baksteen, bezaaid met kunstig bewerkte beelden, franjes, sierelementen, raamopeningen, enz. De ervaring leert dat enkel gepleisterde gebouwen uit de periode van het ‘nieuwe bouwen’ voor een buitenisolatie in aanmerking komen, al ontcom je zelfs dan niet aan een gevecht met de schoonheidscommissie.

Wat met binnenisolatie? Ook hier is een beperkende voorwaarde dat het (1) het interieur bepleisterd moet zijn, (2) het stucwerk qua kunstigheid het isoleren niet in de weg mag staan. Is daaraan voldaan, dan zou binnenisolatie een mogelijkheid kunnen zijn. Echter:

- Niet te vermijden koudebrugwerking zorgt voor een grens qua haalbare U-waarde van de ganse buitenschil
- Bij een niet luchtdichte voeg boven en onder het isolatiepakket plus de onvermijdelijke luchtlaag tussen isolatie en bestaande wand kan thermische trek behoorlijk wat binnenlucht achter het isolatiepakket doen circuleren, met een hogere equivalente U-waarde en meer kans op problematische winterse condensatie tegen de bestaande wand tot gevolg. Een dampremmend isolatiemateriaal biedt terzake geen soelaas
- Het thermisch niet stationaire gedrag wordt er niet beter op. Inderdaad valt de buitenschil weg als thermische buffer voor het binnenklimaat
- De koudebrugwerking kan oorzaak worden van versnelde vervuiling en schimmelontwikkeling
- Neemt de steenachtige buitenschil regen op, dan zorgt binnenisolatie ervoor dat de muren aan de regen zijde langer nat blijven, met een natte kern tegen de isolatie. Die kan er zo hoge relatieve vochtigheden geven, dat schimmelgroei op het originele wandvlak onvermijdelijk wordt. Terug biedt een dampremmend isolatiemateriaal geen soelaas
- Grotere temperatuurschommelingen in de buitenschil doen die meer uitzetten en krimpen, waardoor er gemakkelijker scheurvorming in de in verband opgetrokken binnenmuren ontstaat
- Let op de brandveiligheid. Binnenisolatie uit EPS, XPS en PUR moet afgewerkt met een onbrandbaar plaatmateriaal

Een fout die adviseurs te dikwijls maken bij het beoordelen van binnenisolatie is dat ze uit een Glaserberekening besluiten dat, mits een dampremmend isolatiemateriaal gebruikt wordt of aan de warme zijde van de isolatie een dampremmende laag voorzien wordt, er geen vuiltje aan de lucht zou zijn. Zo simpel ligt het niet.

Of binnenisolatie kan, hangt af van het risico dat aan de toepassing ervan vastzit. Ligt dat te hoog, dan rest enkel nog 'geen isolatie'.

3.4. Beglazing en kozijnen

Ook hier beperkt de beeldvorming van het gebouw de keuzemogelijkheden. Zo heeft het geen zin beter isolerende beglazingen op te delen in de kleine vlakjes die we bij oude ramen aantreffen. Evenmin is het aan te raden zeer goed isolerende beglazing te combineren met een bestaand metalen kozijn zonder thermische snede. Soms kunnen we aan de binnenzijde voorzetrampen plaatsen. In zulke gevallen dienen die luchtdicht te sluiten. Zoniet, kan 's winters overvloedige condensvorming optreden tegen het oorspronkelijke raam! Ventilatie met buitenlucht van de ruimte tussen de twee, lost het probleem niet op. Integendeel, door onderkoeling kan zelfs meer condens ontstaan.

3.5. Vloeren

Dienen bij restauratie de gelijkvloerse vloeren opgebroken, dan is het doorgaans een klein kunstje de nieuwe vloer goed te isoleren. Aan de prestatie-eisen in verband met U-waarde en vochtuishouding is vrij gemakkelijk te voldoen: zo nodig een waterdichte laag bovenop de isolatie, meer niet.

4. Case-studies

4.1. Academiezaal, Sint Truiden

Korte beschrijving	Gebouw uit de vroege 19 ^e eeuw. Auditorium, achthoekig grondplan Prachtig interieur: stuccoplafond, mooi bewerkte houten zitbanken rondom
Eisen	Met de restauratie diende: <ul style="list-style-type: none">– Het gebouw voorzien op een nieuwe functie van zaal voor culturele en informatieve activiteiten– De stabiliteit gecorrigeerd– Het gebouw aangepast aan de huidige eisen van brandveiligheid– De warmte- en geluidsisolatie gecorrigeerd– De ruimte zaalakoestisch bijgewerkt (aangepast aan voordracht en kamermuziek)
Isolatie-ingrepen	<ul style="list-style-type: none">– Nieuwe vloer in gewapend beton– Dubbele beglazing in de oorspronkelijk ramen (werd aanvaard), voorzetrampen binnenin met dik enkel glas (10 mm), omtrek tussen beide geluidsabsorberend, zonwering tussenin– Dak geïsoleerd met 20 cm inblaaswol. Vooraf luchtdichting van het stuccoplafond met een gespoten acrylaatlaag. Isolatie afgedekt met gegalvaniseerd fijnmazig metaalgaas om knaagdieren uit de wol te houden

4.2. Van Dale College, Leuven



Fig. 3: Het Van Dale College na restauratie

Korte beschrijving	Gebouw uit de 16 ^e eeuw, universitaire studentenpedagogie. Nadien gebruikt als ziekenhuis, kazerne, paardenstalling, enz. Vervallen Prachtig exterieur: combinatie van metselwerk en natuursteen, renaissance, in de voorgevel gothische ramen
Eisen	Met de restauratie diende: <ul style="list-style-type: none">– Het gebouw in zijn oude glorie hersteld– Een aanpassing te gebeuren aan de huidige eisen qua bewoningscomfort, thermisch comfort en energiegebruik (installaties, warmte-isolatie)– De brandveiligheid verbeterd

Isolatie-ingrepen

- Dubbele beglazing (werd aanvaard) of voorzetramen
- Dak geïsoleerd met 15 cm glaswol. Bij gebruikte zolders isolatie in de dakschilden, bij ongebruikte zolders op de zoldervloer. Uitvoering niet overal even verzorgd
- Binnenisolatie: 4 cm PUR, afgewerkt met gipskarton. Tussen isolatie en bestaande, 35 cm dikke metselwerkmuur is een luchtruimte van 2 cm gelaten. Reden: muren niet verticaal. Tot nu geen zichtbare duurzaamheidsproblemen. Reden: metselwerk twee steens wat vochtverplaatsing moeilijker maakt.

Resultaten

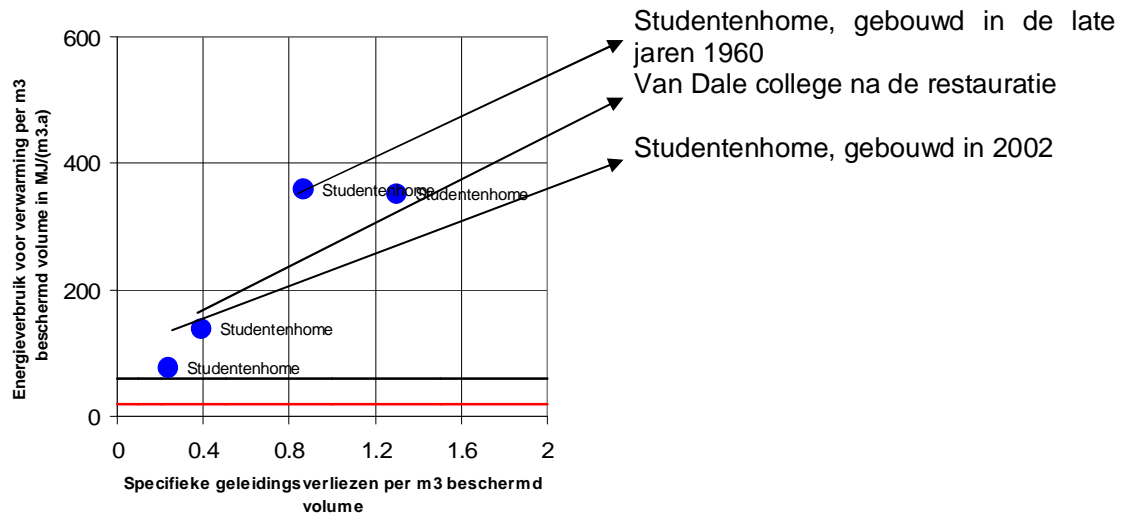


Fig. 4: Het gemeten energieverbruik voor verwarming in het Van Dale College

4.3. Huis Guiette, Wilrijk

Korte beschrijving	Woning, ontworpen door Le Corbusier en gebouwd einde jaren 20. Mooi voorbeeld van het nieuwe, rationele bouwen.
Eisen	Met de restauratie diende: <ul style="list-style-type: none">– Het gebouw hersteld in zijn oorspronkelijke glorie (was sterk vervallen, had te lijden van regendoorslag, schimmel, oppervlaktecondensatie en scheurvorming)– De stabiliteit gecorrigeerd– Het gebouw aangepast aan de huidige eisen qua wooncomfort, thermisch comfort en energiegebruik (installaties, warmte-isolatie)
Isolatie-ingrepen	<ul style="list-style-type: none">– Platdak geïsoleerd met 6 cm PUR.– Gevels voorzien van een gepleisterde buitenisolatie (4 cm EPS, minerale pleister, glasweefsel gewapend (dikker kon en mocht niet)– Dubbele beglazing. De oorspronkelijke metalen kozijnen mochten niet worden vervangen door nieuwe met dezelfde profilering, zij het met thermische snede en daardoor iets volumineuzer. Oppervlaktecondensatie op de kozijnen met bijhorende vervuiling en corrosie blijft een probleem
Resultaten	Het berekende energieverbruik voor verwarming voor de restauratie klokte, in geval de woning volledig werd verwarmd, af op 20 000 liter stookolie per jaar. Na restauratie bleef daarvan 4500 liter per jaar over. Jaarlijkse besparing tegen huidige stookolieprijzen: € 7000/jaar. Bij een actualisatievoet van 5 %, een leefduur van 30 jaar en een gemiddelde prijsstijging voor energie van 2% per jaar bovenop de inflatie rechtvaardigt dat een investering van € 142 300. In werkelijkheid zorgde de spontane rebound ervoor dat de bewoners zich met minimaal comfort en dito verwarming tevreden stelden. Een flink deel van de mogelijke besparing is dan ook opgegaan in comfortverbetering.

5. Besluiten

Het isoleren van de buitenschil bij restauraties is heel wat minder evident dan het is bij nieuwbouw of bij ingrijpende verbouwing van panden die niet op de monumentenlijst staan. Stellen platte daken en vloeren weinig problemen, bij hellende daken is het meer opletten geblazen, terwijl bij ramen en gevels de mogelijkheden sterk worden ingeperkt door beschouwingen rond beeldvorming, de onmogelijkheid bepaalde opties te nemen en de bouwfysische risico's verbonden aan de keuzen die wel mogelijk zijn. Een typisch voorbeeld daarvan is binnenisolatie.

Toch tonen de drie casestudies dat, als isoleren mogelijk is, het moet worden gedaan. De energiebesparing en comfortverbetering kunnen aanzienlijk zijn.

6. Referenties

- IC-IB, 1979, Prestatiegids voor gebouwen, 9 delen
- CIB, 1996, WG 'Application of the performance concept in buildings', Congress Proceedings, Tel Aviv
- Bouwbesluit, 1991, Staatsblad, 680, Staatsdrukkerij, Den Haag (aangepaste versie: 2000)
- Hendriks L., Hens H., 2000, Building Envelopes in a Holistic Perspective, Final Report IEA, EXCO ECBCS Annex 32, ACCO, Leuven

COMPUTERMODELLEN VOOR HET VOORSPELLEN VAN HET BINNENKLIMAAT VAN MONUMENTEN. PRAKTISCHE TOEPASSING EN VERANTWOORD GEBRUIK

Ir. A.W.M. (Jos) van Schijndel
Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde, Unit FAGO

Samenvatting

In dit artikel wordt het gebruik van computer simulatie modellen beschreven. De computer modellen kunnen gebruikt worden als gereedschap ten behoeve van de klimaatbeheersing van monumenten. Aan de hand van een praktijkvoorbeeld op het gebied van klimaatbeheersing van monumenten, zullen het nut en verantwoord gebruik nader worden toegelicht.

Het praktijkvoorbeeld behelst de klimaatbeheersing rondom het monumentale orgel van de Waalse kerk te Delft. Het probleem hierbij was het voorkomen van mogelijke schade aan het orgel door de (piek)droging van het orgel ten gevolge van (het inschakelen van) de verwarming. Het artikel laat zien hoe computermodellen voor het simuleren van a) het binnenklimaat, b) de installatie met bijbehorende regeling en c) het vochttransport in hout, behulpzaam zijn geweest bij het (mede) in kaart brengen en oplossen van het hierboven genoemde probleem.

1. Inleiding

In zijn algemeenheid kan de prestatie van een gebouw beoordeeld worden door het opstellen van prestatie eisen, waaraan relevante onderdelen moeten voldoen. Daarna is het zaak om aan te tonen dat deze eisen daadwerkelijk gehaald worden. Voor bestaande gebouwen kunnen zowel metingen als simulaties dienen als gereedschap om te onderzoeken of een gebouw aan de (prestatie) eisen voldoet. Voor een ontwerp is dit uitsluitend simulatie.

Waarom computermodellen?

De belangrijkste redenen om computermodellen toe te passen bij een concreet probleem aan een bestaand gebouw zijn:

- a) Simulatie kan behulpzaam zijn bij de verklaring van het probleem en/of belangrijke aanvullende informatie geven bij metingen.
- b) Simulatie kan voorspellen wat er gebeurt bij de diverse voorstellen tot veranderingen of verbeteringen om daardoor te komen tot een optimale oplossing
- c) Soms is simulatie het enige gereedschap omdat meten niet of nauwelijks mogelijk is

In de volgende paragrafen zal aan de hand van een praktijkvoorbeeld, bovenstaande nader worden toegelicht.

Hoe kun je simulatie verantwoord in de praktijk brengen?

Op de webpagina van de WTA worden de volgende doelstellingen geformuleerd: 'toepassing van nieuwe inzichten' en 'het verantwoord in de praktijk brengen van moderne technologieën' (WTA, 2004). De moderne technologie waarop dit artikel is gebaseerd is het gebruik van computermodellen voor klimaatbeheersingsproblemen. De hierboven genoemde doelstelling bevat 2 kernthema's, namelijk: verantwoord gebruik en nut. Het belangrijkste voor de opdrachtgever is dat resultaten bijdragen tot de oplossing van het probleem. Hierbij zijn nut en verantwoord gebruik cruciaal. Het nut kan van tevoren in kaart worden gebracht, door na te gaan of en hoe de uitkomsten van simulaties bijdragen tot de probleemoplossing. Het verantwoord gebruik is moeilijk vast te stellen. Dit hangt namelijk sterk af van de kennis

en ervaring van de persoon die het model bouwt en/of de simulaties uitvoert. Voor bestaande gebouwen is er een methode om het verantwoord gebruik objectief te testen door de simulatieresultaten te vergelijken met meetresultaten (validatie). Voor nieuwe ontwerpen is dit uiteraard niet mogelijk.

2. Beschrijving van het probleem

In de Waalse kerk te Delft is een monumentaal orgel aanwezig dat in het jaar 2000 compleet is gerestaureerd. Om opnieuw schade te voorkomen moet het binnenklimaat (luchttemperatuur en relatieve vochtigheid) in de kerk nabij het orgel aan bepaalde eisen voldoen. Recente studies van Neilen 2003, Schellen 2002 en Stappers 2000 zijn reeds uitgevoerd over het behoud van het monumentale orgel en hebben geleid tot de volgende prestatie-eisen voor het binnenklimaat nabij het orgel:

Onderdeel	Ondergrens	Bovengrens
Luchttemperatuur [°C]		12 .. 19
Basistemperatuur [°C]	5	8 .. 10
Relatieve vochtigheid (RV) [%]	45 ..50	60 .. 75
Dagelijkse RV verandering [%]		10
Jaarlijkse RV verandering [%]		30
Opwarming [°C/uur]		1..2

Tabel 1: Eisen aan het binnenklimaat nabij het orgel

Van de bovengenoemde onderdelen is met name de opwarmingstrategie cruciaal voor de bescherming van het monumentale houten orgel tegen spanningen veroorzaakt door droging. Studies van Kowalski laten zien dat droogsnelheden van hout belangrijk zijn bij het voorkomen van spanningen in het materiaal. Met name de piek droogsnelheid dient geminimaliseerd te worden om het risico van spanningen en de daarmee samenhangende schade te voorkomen.

Het centrale probleem is dus het voorkomen van mogelijke schadelijke piek droging van het orgel veroorzaakt door een te snelle opwarming en of afkoeling.

De doelstellingen voor het gebruik van de computermodellen zijn

- 1) Het op verantwoorde wijze bouwen van een model dat in staat is om piek droogsnelheden in het orgel te simuleren.
- 2) Het voorspellen van piek droogsnelheden voor de opwarmingsstrategie van tabel 1
- 3) Het voorspellen van piek droogsnelheden voor alternatieve opwarmingsstrategieën.

3. Beschrijving van het computermodel

3.1. Algemeen

Simulatie kan beschouwd worden als een zo goed mogelijke nabootsing van de werkelijkheid. Simulaties zijn altijd gebaseerd op zogenaamde (computer)modellen. Dit zijn wiskundige beschrijvingen waarin de kennis over een bepaald onderwerp is samengevat. Om een simulatie te kunnen uitvoeren moeten allerlei gegevens ingevoerd worden. Bij de invoer wordt onderscheid gemaakt in tijdsafhankelijke invoer (input) en tijdsafhankelijke invoer (parameters). De resultaten worden weergegeven in de output. Enkele voorbeelden van input, parameters en output zijn: a) Input: de buitemperatuur en de gewenste luchttemperatuur, b) parameters: geometrie en materiaalgegevens en c) output: temperatuur

in een ruimte en verwarmingsvermogen. In het geval meerdere deelmodellen aanwezig zijn, is het van belang om de input en output van de deelmodellen goed op elkaar af te stemmen.

3.2. Computermodel voor de Waalse kerk en het orgel

Het te bouwen computermodel bestaat uit een koppeling van 3 deelmodellen via hun input en output.

Deelmodel 1) Een model voor het binnenklimaat. Dit model heeft als input nodig het verwarmingsvermogen van de installatie en vochtstroom van het hout naar de lucht en als output de luchttemperatuur en relatieve vochtigheid

Deelmodel 2) Een model voor het vochttransport in hout waarmee droogsnelheden kunnen worden bepaald, met als input de relatieve vochtigheid van de kerkklucht en als output de vochtstroom naar de lucht

Deelmodel 3) Een model voor de installatie met bijbehorende regeling, met als input de luchttemperatuur en gewenste temperatuur en als output het verwarmingsvermogen.

In figuur 1 zijn bovenstaande deelmodellen schematisch weergegeven

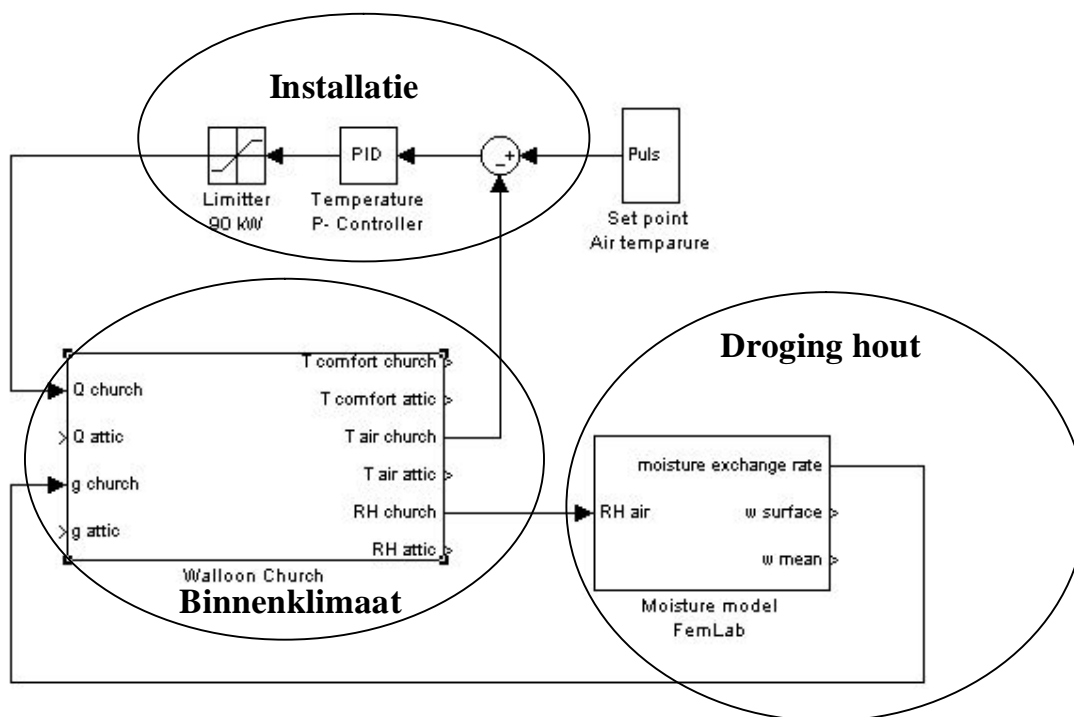


Fig. 1: Het complete computermodel, schematisch weergegeven

4. Het nut van het computermodel

Om het nut van bovenstaand computermodel aan te tonen, moet de piekdroging zichtbaar worden gemaakt. Dit geschiedt als volgt:

Stap 1: Er worden 2 varianten gesimuleerd waarbij een groot verschil in piekdroging is te verwachten. Deze varianten zijn: 1) 'snelle opwarming' waarbij zo snel mogelijk naar de gewenste waarde van de binnentemperatuur wordt geregeld en 2) 'geen verwarming', waarin niet verwarmd wordt.

Stap 2: Relevante grootheden worden grafisch weergegeven. Deze zijn: a) het vochtgehalte, nabij het oppervlak, in het hout (hiermee wordt uiteindelijk de piek droging bepaald). Deze is rechtstreeks afhankelijk van b) de relatieve vochtigheid van de lucht Deze is op zijn beurt

weer afhankelijk van c) de luchttemperatuur. In figuur 2 zijn voor de periode van een maand (december 2000) de zojuist genoemde grootheden gesimuleerd voor de varianten 'snelle opwarming (max capacity)' en geen verwarming ('no heating')

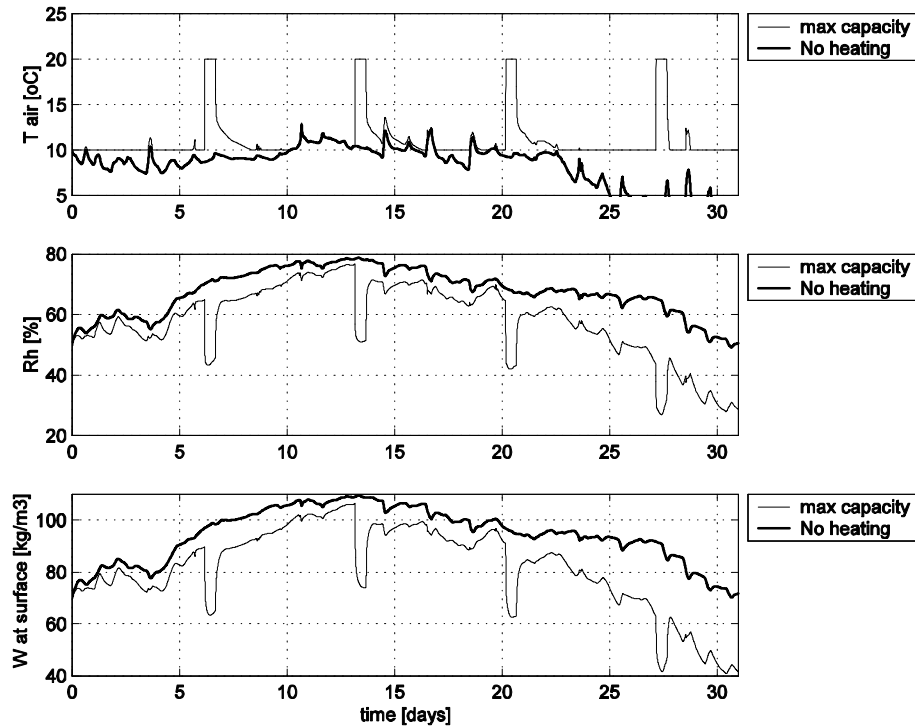


Fig. 2: Simulatie van de luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en vochtgehalte van hout nabij het oppervlak, voor de periode december 2000 in geval van snelle opwarming (dunne lijn) en geen verwarming (vette lijn)

In de bovenste figuur is de luchttemperatuur weergegeven. De dun gedrukte lijn geeft de situatie weer met snelle opwarming. Te zien is dat de kerk op een basistemperatuur van 10 °C wordt gehouden en dat er gedurende deze maand 4 keer een dienst heeft plaats gevonden waarbij de luchttemperatuur zo snel mogelijk naar 20 °C wordt geregeld. De vet gedrukte lijn geeft de luchttemperatuur weer als er niet gestookt zou worden. Te zien is dat de luchttemperatuur tussen de 5 en 10 °C schommelt als er niet gestookt zou worden.

De middelste figuur geeft de relatieve vochtigheid weer. Hier is een scherpe daling van de relatieve vochtigheid te zien, als de lucht wordt opgewarmd naar 20 °C (zie dunne lijn). De vet gedrukte lijn laat zien dat deze scherpe daling niet plaats vindt bij een onverwarmde kerk.

De onderste figuur laat het vochtgehalte in het hout net onder het oppervlak zien. Opnieuw is een scherpe daling waarneembaar als de lucht wordt op gewarmd naar 20 °C (zie dunne lijn) en deze ontbreekt in geval van geen verwarming (vet gedrukte lijn).

Stap 3: Uit het vochtgehalte nabij het oppervlak kan de droogsnelheid worden bepaald. In figuur 3 is de droogsnelheid weergegeven voor de 2 varianten, 'snelle opwarming' en 'niet verwarmen', waarbij ingezoomd is op een enkele dag:

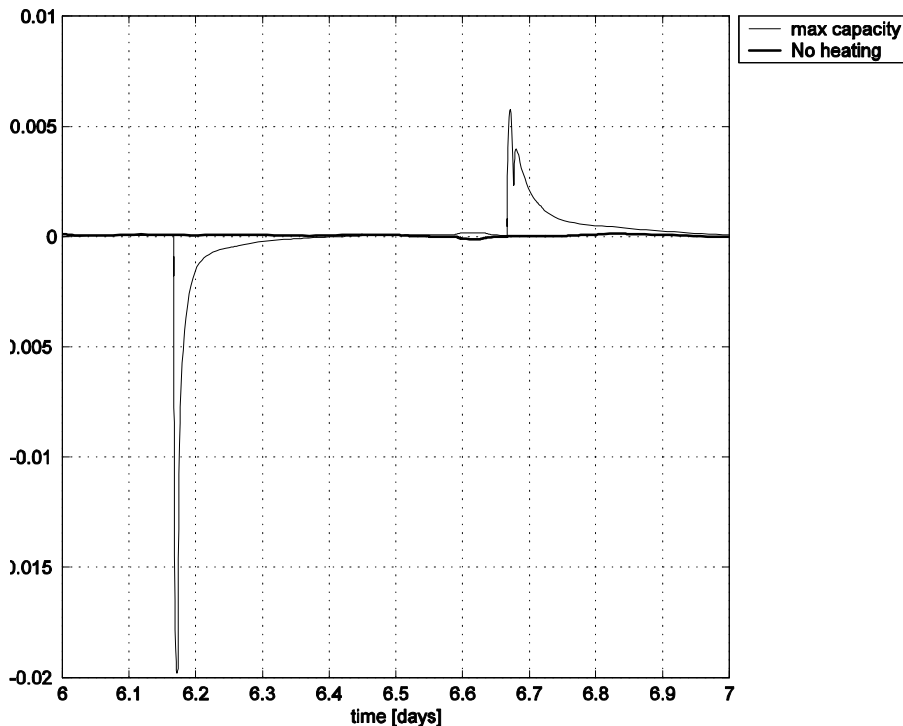


Fig. 3: De droogsnelheid van het hout voor de periode van 1 dag, in geval van zo snel mogelijk opwarmen (dunne lijn) en geen verwarming (vette lijn)

Bovenstaande figuur laat een enorm verschil zien in de piek droogsnelheid tussen de 2 varianten. Nadere analyse laat zien dat de piek droogsnelheid in geval van de snelle opwarming een factor 100 (!) hoger is dan in het geval van geen verwarming. Het computermodel is blijkbaar goed in staat om de gewenste piek droging als gevolg van het opwarmen van de kerk te simuleren. De resultaten geven een aannemelijke verklaring waarom er in het verleden schade is ontstaan aan het orgel. Tevens kan dit model gebruikt worden om nieuwe verwarmingsstrategieën te evalueren (zie paragraaf 7). Hiermee is het nut van dit computermodel aangetoond.

5. Verantwoord gebruik

De ultieme test om na te gaan of het model klopt is het in situ meten van de piek droging van het orgel met de bijbehorende klimatologische grootheden van de kerk en de installatie. Dit is echter niet te doen omdat de meting van het vochtgehalte in het orgel een destructieve meting is waarbij het orgel beschadigd wordt.

Een ander mogelijkheid, om toch iets kunnen zeggen over de betrouwbaarheid van het complete model, is een validatie van de deelmodellen afzonderlijk. Dit is hieronder beschreven.

5.1. Betrouwbaarheid van het binnenklimaat model (deelmodel 1)

In Neilen 2003 zijn de resultaten van het binnenklimaat model vergeleken met metingen. In figuur 4 zijn gesimuleerde luchttemperatuur en relatieve vochtigheid in de kerk vergeleken met metingen:

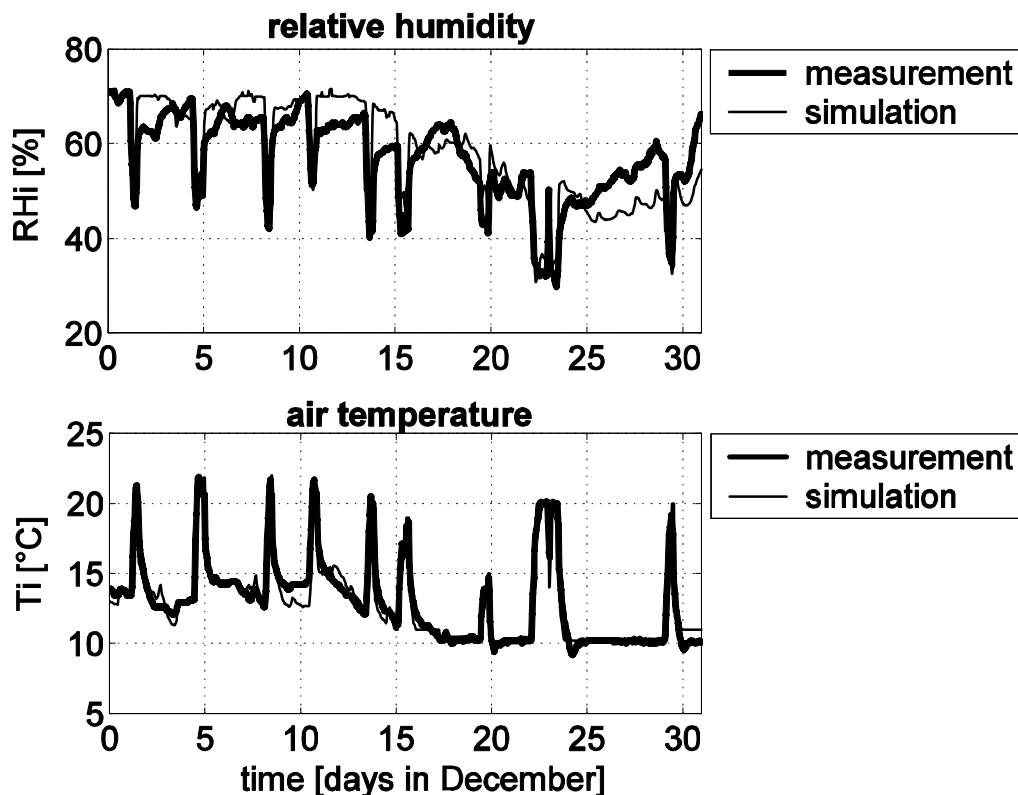


Fig. 4: Gesimuleerde (dunne lijn) en gemeten (vette lijn) luchttemperatuur en relatieve vochtigheid in de kerk gedurende December 2000

De bovenste grafiek laat de gesimuleerde (dunne lijn) en de gemeten (vette lijn) relatieve vochtigheid zien. De onderste grafiek laat de gesimuleerde (dunne lijn) en de gemeten (vette lijn) luchttemperatuur zien. De luchttemperaturen komen goed overeen. De relatieve vochtigheden komen minder goed overeen behalve de pieken, die weer wel goed overeenkomen. Het verschil tussen simulatie en meting van de relatieve vochtigheid is eventueel nog kleiner te krijgen met een uitgebreider meetprogramma. Vooralsnog wordt op basis van bovenstaande resultaten uitgegaan dat dit deelmodel voldoende betrouwbaar en nauwkeurig is.

5.2. Betrouwbaarheid van het vochttransport model in hout (deelmodel 2)

Om de betrouwbaarheid van het vochttransport model te toetsen is een droogproef van een houtsample in het laboratorium gemeten en vergeleken met simulatie resultaten. Bij deze proef zijn de vochtprofielen in een cilindrisch proefmonster met een diameter van 25 mm gemeten. Voor aanvang van de proef was het hout geklimatiseerd bij een RV van 85 %. Dit leidt tot een nagenoeg uniform begin vochtgehalte. Bij aanvang van de proef is de RV aan het oppervlak met een sprong teruggebracht naar 35 %, zodat droging plaats vindt. In figuur 5 zijn de resultaten van deze droogproef weergegeven:

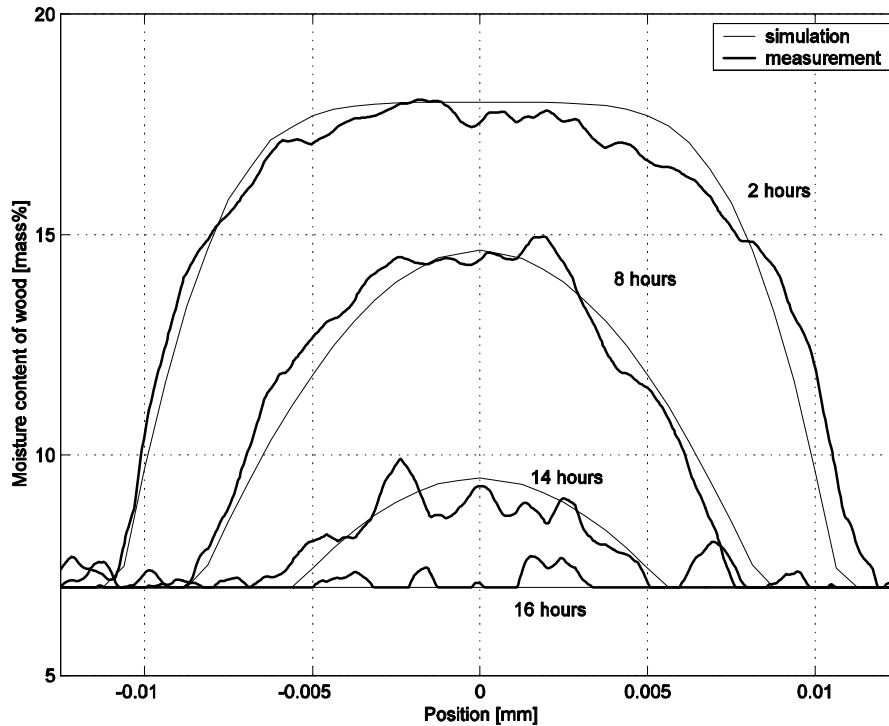


Fig. 5: Meting (vette lijn) en simulatie(dunne lijn) van de vochtprofielen in een cilindervormig hout (diameter 25 mm) waarbij de relatieve vochtigheid aan de rand met sprong gaat van 85 % naar 35 %

De bovenste grafiek laat zien dat het model goed in staat is om het vochtgehalte in hout te simuleren. Daarmee is het verantwoord om dit model te gebruiken.

5.3. Betrouwbaarheid van het installatie model (deelmodel 3)

Het model van de installatie is een standaard regeling. Het verwarmingsvermogen wordt dusdanig geregeld, dat de gewenste waarde zo snel mogelijk bereikt wordt, waarbij het maximaal vermogen wordt begrensd door de capaciteit van de verwarming (90 kW). De gewenste waarde is in dit geval een stap van 10 °C naar 20 °C vlak voor aanvang van een dienst. Het model is dermate eenvoudig dat een validatie via metingen niet zo zinvol zou zijn. Een controle dat de regeling werkt is te zien in figuur 2, bovenste grafiek. Hierin is duidelijk te zien dat de gesimuleerde luchttemperatuur naar de gewenste waarde gaat.

6. Evaluatie van regelstrategieën

Nu het nut en verantwoord gebruik van het computermodel zijn aangetoond, kan overgegaan worden tot de evaluatie van regelstrategieën. Er worden 2 typen alternatieven onderzocht: 1) begrenzing van de maximale temperatuurstijging per uur en 2) begrenzing van de maximale relatieve vochtigheidsstijging per uur

6.1. Begrenzing van de maximale temperatuurstijging per uur

De regeling is nu dusdanig aangepast dat de temperatuur niet sneller stijgt dan 1.5 resp. 2.5 °C/uur. In figuur 6 zijn de resultaten van figuur 2 weergegeven, ingezoomd op één dag, aangevuld met simulatieresultaten van deze nieuwe regeling.

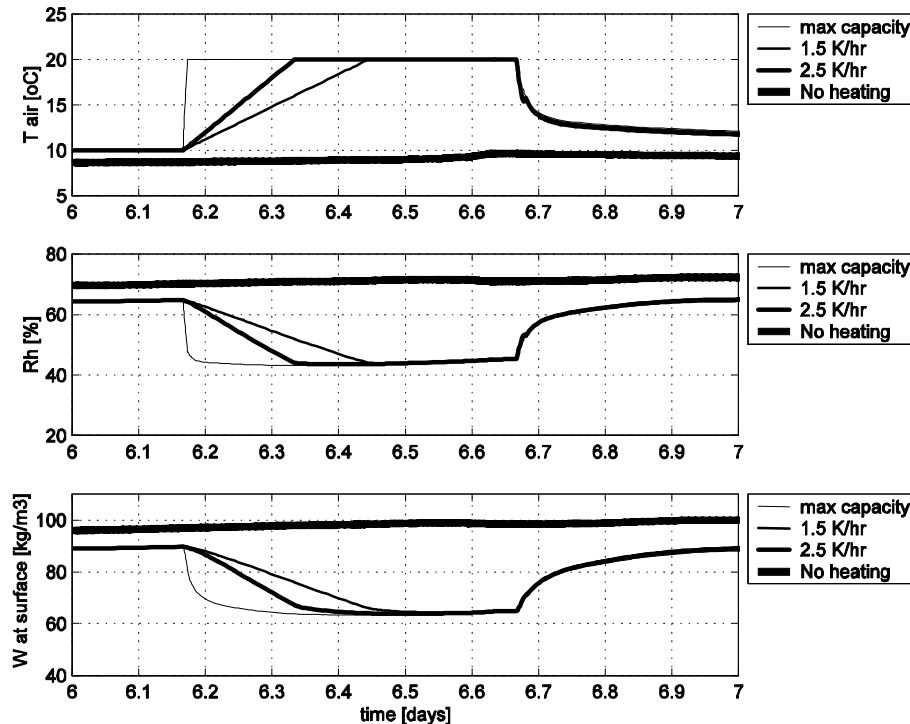


Fig. 6: Simulatie van de luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en vochtgehalte van hout nabij het oppervlak voor dag 6 in geval van a) zo snel mogelijk opwarmen (dunste lijn), b) begrenzing van 1.5 °C/uur (dunne lijn), c) begrenzing van 2.5 °C/uur (vette lijn) en d) geen verwarming (meest vette lijn)

De bovenste grafiek geeft de luchttemperatuur weer. De opwarmstrategie is duidelijk waarneembaar. Het effect op de relatieve vochtigheid en het vochtgehalte nabij het hout oppervlak is weergegeven in de middelste resp. de onderste grafiek.

Uit de onderste grafiek kan weer de piekdroging bepaald worden. De piekdroging is gereduceerd met een factor 10 (!) t.o.v. de 'snelle opwarming'. Deze regeling verdient de voorkeur boven de 'snelle opwarming'.

6.2. Begrenzing van de maximale relatieve vochtigheidsstijging per uur

De regeling is nu dusdanig aangepast dat de relatieve vochtigheid niet sneller stijgt dan 2 resp. 5 %/uur. In figuur 7 zijn de resultaten van figuur 2 weergegeven, nu aangevuld met simulatieresultaten van deze nieuwe regeling.

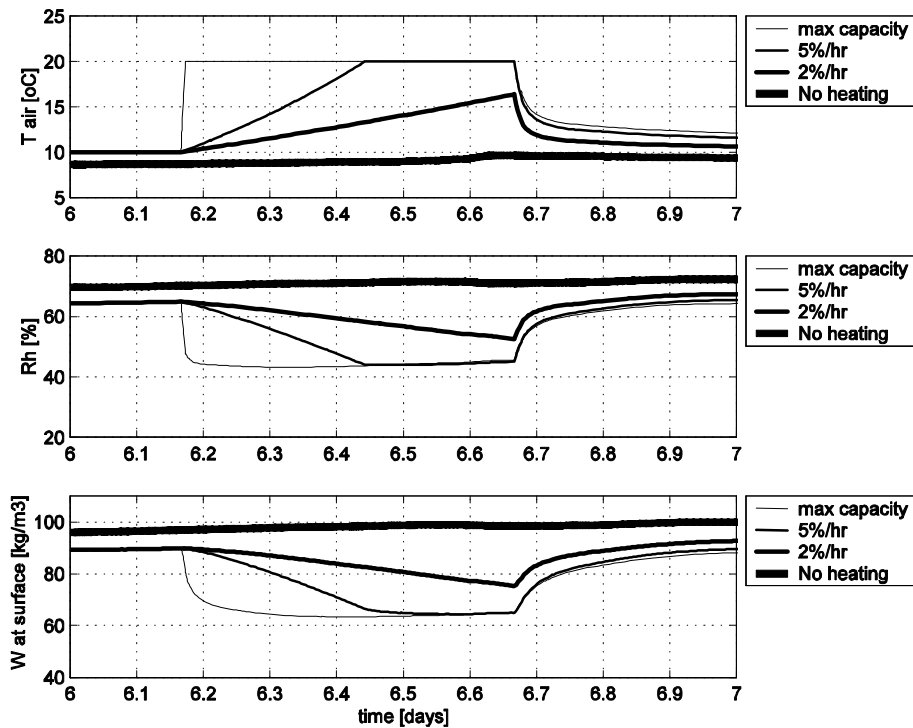


Fig. 7: Simulatie van de luchttemperatuur, relatieve vochtigheid en vochtgehalte van hout nabij het oppervlak voor dag 6 in geval van
a) zo snel mogelijk opwarmen (dunste lijn),
b) begrenzing van 5%/uur (dunne lijn),
c) begrenzing van 2 %/uur (vette lijn) en
d) geen verwarming (meest vette lijn)

De opwarmstrategie is goed zichtbaar, nu echter in de middelste grafiek. Het effect op de luchttemperatuur en het vochtgehalte nabij het hout oppervlak is weergegeven in de bovenste resp. de onderste grafiek.

De piekreductie van deze regeling ten opzichte van de snelle opwarming is een factor 20. Qua piekreductie is deze regeling dus beter dan een regeling met een temperatuur begrenzing. Een nadeel van deze regeling ten overstaan van temperatuurbegrenzing is dat de gewenste temperatuur niet altijd bereikt wordt. Dit is ook te zien in figuur 7, bovenste deel: de variant 2 %/uur komt maar tot 16 °C in plaats van de gewenste waarde van 20 °C!

7. Conclusies

In dit artikel is aangetoond hoe moderne technologie in de vorm van computermodellen verantwoord in de praktijk kan worden gebracht.

Met behulp van een computermodel kan een optimale opwarmingsstrategie bedacht worden om mogelijke schade aan het monumentale orgel te voorkomen.

8. Literatuur

1. WTA, 2004, <http://www.wta-nl-vl.org/doel.htm>
2. COMSOL AB, 2000, FemLab Version 2.0 pre, Reference Manual.
3. Kowalski S.J. et al 1999, Computer Simulation of Drying Optimal Control, transport in Porous Media vol34 pp227-238.
4. Kowalski S.J. 2002, Modeling of fracture phenomena in dried materials. Chemical Engineering Journal vol86 pp145-151.
5. Neilen, D. et al. 2003, Characterizing and comparing monumental churches and their heating performance; Sec. Int. Building Physics conference Leuven.
6. Schellen, H.L. 2002, Heating Monumental Churches, Indoor Climate and Preservation of Cultural heritage; Dissertation, Eindhoven University of Technology.
7. Schijndel, A.W.M. van 2002a, Advanced HVAC modeling with FemLab/SimuLink/MatLab. 6th Int. Conf. on System Simulation in Buildings, Liege
8. Schijndel, A.W.M. van 2002b, Advanced system and control simulation of an energy roof system. 11th Symposium for building physics, Dresden.
9. Schijndel, A.W.M. van 2003, Modeling and solving building physics problems with FemLab. Building and Environment vol38/2 pp319-327.
10. Stappers, M.H.L. 2000. De Waalse Kerk in Delft; onderzoek naar het behoud van een monumentaal orgel. Master thesis FAGO 00.03.W. Eindhoven University of Technology.
11. M.H. de Wit 2001, WaVo, a simulation model for the thermal and hygric performance of a building, Univ. of Tech. Eindhoven, group FAGO.

EEN GEZOND MONUMENTAAL BINNENKLIMAAT DE SCHEIDING VAN BINNEN – BUITEN NADER BEKEKEN

Wijnand Freling

Samenvatting

Het creëren van een beter binnenklimaat noodzaakt soms sterke ingrepen op de bestaande constructies, wanden, vloeren en afwerkingen. De in monumenten bestaande situatie van temperatuur, vocht en ventilatie wordt beschreven, met haar positieve en negatieve kanten. Er wordt gewezen op het verschil tussen ideale oplossingen en de minder ideale uitvoering, waardoor op termijn een veelheid aan schade kan optreden. Schema's worden aangereikt om deze ongewenste effecten op termijn te voorkomen.

1. Inleiding

Een goed binnenklimaat in een gebouw is van vele factoren afhankelijk. Bij restauraties en renovaties van oude gebouwen is de opgave vaak om een beter binnenklimaat te creëren. Het gebouw wordt dan op diverse plaatsen voorzien van thermische isolatiematerialen, tochtwering, akoestische maatregelen, ventilatiesystemen, verwarming, airconditioning en dergelijke. Al deze systemen worden ingebracht ten behoeve van de behaaglijkheid en de kwaliteit van het binnenklimaat.

Bij het inbrengen van al deze (noodzakelijke) verbeteringen wordt soms fors ingegrepen op de bestaande constructies, wanden, vloeren en afwerkingen. Oude afwerkingen, die eeuwenlang als buffer hebben gefunctioneerd in het toen aanvaardbare binnenklimaat, worden achter moderne materialen weggewerkt.

De wijze van bouwen in vorige eeuwen gaf vaak een evenwicht tussen het klimaat binnen in het gebouw en daarbuiten. Zomers wat warmer binnen en 's winters wat kouder. De buitenschil van het gebouw deinde mee op de seizoenen. 's Winters bij koude lucht condenseerde waterdamp in de constructie. Zomers bij hogere temperaturen verdampte het water weer uit de constructie. Op die manier was er een balans in de vochthuishouding van het gebouw. De fundering, die permanent in het water stond, was vaak met water verzadigd en leverde een capillaire stroom omhoog op. In deze opwaartse stroom worden zouten meegevoerd die aan het oppervlak waar het water verdampt uittraden en schade veroorzaken. Een lambrisering onttrok deze ellende aan het oog.

Om het licht binnen zoveel mogelijk te vangen werden wanden en plafonds vaak witgeschilderd. Was er wat meer geld dan werden de wanden en plafonds van een stuc- of pleisterlaag voorzien. De witte wanden en het plafond weerkaatsten het kostbare licht in de ruimte.

Het dichtsmen van de wanden en het plafond gaf ook een zekere mate van kierdichting. Minder tocht en minder vuil dat door de plankenvloeren naar beneden kon vallen. Door de kieren te dichten bleef ook de warmte iets beter hangen. De opbouw van de wanden en vloeren was echter van dien aard dat waterdamp eenvoudig kon diffunderen door de wandconstructies naar buiten en door het plafond naar bovengelegen verdiepingen en zolderingen. Bovendien had de wind vrij spel in de kap van het gebouw. Zo kon de constructie na een vochtige periode weer als geheel drogen.

In de 20^{ste} eeuw ontstaat na de eerste oliecrisis in 1973 de behoefte om onze gebouwen beter te isoleren. Ook het gevoel van behaaglijkheid en comfort wordt vergroot door de grote glasvlakken in geïsoleerd glas te gaan uitvoeren. In de race naar energiezuinig en energiearm stoken groeit een technologische hype die zijn weerga niet kent. De Overheid stimuleert dit zowel met subsidies als aanscherpende wet- en regelgeving. Isolatieprogramma's voor onze bestaande gebouwenvoorraad, gebalanceerd ventileren,

verdergaande kierdichting, hogere isolatiewaarden, hoog-rendementsketels met geavanceerde stookprogramma's met zelflerende stookcurven, warmte-terugwinapparatuur enz. enz. Kortom veel zaken die allen hun plaats in het bouwen hebben veroverd.

En toch, hebben we dit allemaal nodig om onze monumenten op deze wijze te vertroetelen en onbewust dood te knuffelen? Gaan we niet te ver voor onze grand old ladies? Is een energieprestatienorm voor een rijksmonument een norm, richtlijn of aanbeveling? Is er nog sprake van realiteitszin bij de toetsende instanties wanneer we spreken over ons gebouwd erfgoed of worden we gedwongen ons erfgoed te verpakken in de huidige generatie van regelgevers en handhavers? Waar blijft het gezond verstand en het pragmatisme om zaken in het huidige tijdsgewricht zo te verbeteren dat het geheel behouden blijft en er niet meer dan een plastic afgietsel overblijft van wat eens een monument was. U realiseert zich wel dat het monument niet voor niets een monument is en daardoor zijn tijd heeft overleefd.

Kortom u wordt meegenomen langs botsende idealen om een gezond binnenklimaat te realiseren in ons monumentaal erfgoed. Hierin zal vanuit mijn achtergrond de subtiele huid van stuc- of pleisterwerk een belangrijke rol vervullen. Het contrast dat wordt neergezet is bedoeld om u tot nadenken aan te zetten. De werkelijkheid is ongetwijfeld iets genuanceerder.

2. Binnenklimaat

Voor het gebruik van een ruimte worden klimaateisen geformuleerd. Warmte, vocht, ventilatie, licht, behaaglijkheid, akoestiek in relatie tot het gebruik. Alles is in het bouwbesluit in minimeisen vastgelegd met het doel om gezond en veilig te kunnen vertoeven in een ruimte en om onze bronnen duurzaam in te zetten bij een bouw-, renovatie- of restauratie-opgave.

De stap van een ongeïsoleerd gebouw naar een gebouw dat volgens de laatste energieprestatie-eisen is ontworpen en gebouwd is zeer groot. Voor monumenten misschien wel eens te groot en misschien ook wel helemaal niet nodig. Bovendien zitten er in een nieuw ontworpen gebouw allemaal slimme dingen om koudebruggen, isolatielekken, tocht en koudeval te voorkomen. In een monument zijn al deze ongemakken in meer of mindere mate aanwezig. Het gebouw is anders geconstrueerd en daar zullen we rekening mee moeten houden.

De prachtige hoge monumentale ruimten geven een verschil in temperatuur, op de vloer is het vaak 3° tot 4 °C kouder en soms nog meer dan direct onder het houten of stucplafond dat op 3,5 tot 4,0 meter boven de vloer is aangebracht. In deze lucht is de hoeveelheid waterdamp per m³ lucht direct onder het plafond hoger dan op vloerniveau. Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Bovendien is vochtige lucht lichter dan droge. Deze waterdamp zal uiteindelijk door de gevel naar buiten diffunderen. Indien het erg koud buiten is kan condensatie in de constructie optreden. De matige kierdichting zorgt voor afkoeling 's nachts en ventilatie met koudere en dus drogere lucht.

In een modern ontworpen gebouw is de gevelconstructie van een isolatielaag voorzien, in de spouw of bij na-isolatie aan de buitenzijde van de gevel. In het laatste geval wordt deze isolatie voorzien van een afwerklaag. Het temperatuurverschil in hoge ruimten blijft. Door de aangebrachte isolatie condenseert er geen waterdamp meer in de gevelconstructie. Is de isolatie dampdicht dan zal de waterdamp weer via het binnenklimaat eruit moeten. Binnen ventileren met koelere lucht wanneer de ruimte niet wordt gebruikt is dan de meest geëigende oplossing. Daar zit meestal vanwege de energiehuishouding en optimale kierdichting van de gevel een gebalanceerd ventilatiesysteem in.

In beide gevallen wordt de binnenzijde van de gevel gestukadoord. Deze stuclaag heeft in combinatie met de achterliggende constructie een bufferende werking op de vochtinhouding in de ruimte. Zijn er veel mensen aanwezig dan kan deze stuclaag de vochtproductie van deze aanwezigen grotendeels opvangen. Hierdoor duurt het even voordat de relatieve vochtigheid stijgt tot boven de 90 % en er een benauwd klimaat ontstaat. Zodra de mensen weer vertrokken zijn en er wordt geventileerd stelt zich een

nieuw evenwicht in. De stuclaag op de muren zal droger worden. Dit proces kan heel lang doorgaan zonder schade aan de stuclaag te berokkenen. Oude Romaanse schilderingen op stuc zijn nog steeds te vinden in kerken. Jonger stucwerk uit de gotiek en renaissance is ook in openbare gebouwen en woonhuizen te vinden.

3. Warmte-isolatie in een monumentale omgeving

Uit het voorgaande blijkt dat er strijdigheden zitten tussen het wettelijke eisenpakket en de ingrepen die een monument kan verdragen. Allereerst is het van belang voor wat voor gebruik er wordt gerestaureerd. Afhankelijk van die functies kan een optimaal pakket aan maatregelen worden samengesteld. Naast de functionele eisen is er het pakket van technische en wettelijke eisen.

Technische gezien is een vorm van buitenisolatie de beste en makkelijkste oplossing. Het interieur blijft intact. Gevaar voor condensatie in de constructie is niet of onder zeer extreme omstandigheden aanwezig. Het monument wordt keurig ingepakt. Maar dit is niet altijd mogelijk vanwege de architectuur. Een gebouw uit de Nieuwe Zakelijkheid, zoals Nirwana in Den Haag, is goed te isoleren aan de buitenzijde zonder dat er noemenswaardig afbreuk wordt gedaan aan de architectuur. Het verdikken van de gevel is wel een zichtbare ingreep ten opzichte van het authentieke. De Vleeshal in Haarlem zou een dussdanige metamorfose ondergaan dat er niets meer over zou blijven van dit prachtige voorbeeld van renaissance-architectuur dat we in Nederland kennen.

Dan grijpen we terug op binnenisolatie-systemen. Oude afwerkingen worden gedemonteerd om later weer te worden herplaatst. Oude studagen verdwijnen achter een nieuw isolatiesysteem. Aansluitingen van wanden naar plafonds moeten worden aangepast. Dagkanten van kozijnen worden opgedikt, isolatieglas verschijnt in de vensters. Kortom een metamorfose van het monumentale interieur.

Maar er is meer dan deze gedaanteverwisseling. De bouwfysica van het gebouw verandert. Dauwpunten worden verlegd in constructies. De buitenschil blijft kouder. Doorboringen van de warme deken aan de binnenzijde geven warmte- en vochtlekken. Verschil in isolatiewaarde maakt van het geheel een lappendeken. De stukken tussen plafond en verdiepingvloer vormen een apart punt van aandacht.

Tenslotte dient zich de problematiek aan van materiaalkeuzes. Dampdoorlatende isolatiesystemen of toch maar volledig dampdichte systemen. Wat zijn de eigenschappen op lange termijn van de toe te passen materialen. Wat is de interactie tussen de materialen. Kunnen we spreken van een duurzaam resultaat of bouwen we aan een tijdbom die het monument wellicht ook weer zal overleven.

Van belang is ons te realiseren wat er bouwfysisch gebeurt in de constructie waar we isolatie aan toevoegen. Een koude buitenschil blijft het hele jaar kouder dan een ongeïsoleerde gevel. In de winter vindt er warmtetransport plaats van binnen naar buiten. De buitenschil blijft iets warmer en ook iets minder gevoelig voor vorstschade. In het uiterste geval wordt de binnenzijde zo goed geïsoleerd dat de buitenschil de buitentemperatuur aanneemt of daar heel dicht bijkomt. Indien de gevel dan ook nog nat wordt door regen dan zal deze nog moeilijker drogen. Een ideaal klimaat voor mossen en schimmels. De gevel blijft vocht vasthouden door de mossen, vervuult en degradeert in een veel hoger tempo dan wordt verwacht.

Isolatie aan de binnenzijde geeft een essentiële verandering van het binnenklimaat. Wat wordt de afwerking aan de binnenzijde. Blijft de bufferende vochtwerking overeind of neemt deze structureel af. Waar zitten de thermische lekken, waar kan toch nog condensatie optreden en hoe kan er in de constructie worden geventileerd om vocht opbouw weer af te breken. Het aanwezige stucwerk of de wand- en plafondafwerkingen worden zo aan het zicht onttrokken. De complexiteit van de isolatie-opgave uit zich dan vervolgens in de uitvoering en in het gebruik.

Zodra de verkenning van de isolatie-problematiek is afgerond zal gekeken worden naar acceptabele oplossingen. Hoe ver kan je gaan in het behoud van monumentale waarden en

welke concessies moet je doen voor functioneel nieuw en veranderend gebruik. En vervolgens naar de toetsende en vergunningverlenende instanties om het geheel uit te leggen en dan?

Bij de eisen die worden geformuleerd voor het binnenklimaat in monumentale omgevingen dienen alle betrokkenen zich te realiseren wat er wordt bedoeld en welke consequenties dit kan hebben. In het volgende deel wordt specifiek gekeken naar binnenisolatie. Thermisch is bijna alles mogelijk. Kan wel wat kosten maar ook koudebruggen kunnen met elektrische verwarmingslinten worden beplakt.

Voor buffering van vocht om de relatieve vochtigheid in een ruimte binnen de gevraagde condities te houden is meer nodig. De absorptie van de oorspronkelijke wanden en gevels is door de combinatie van stucwerk en baksteen goed te noemen. Bij binnenisolatie is vanwege condensatiegevaar in de constructie het van belang een dampdicht scherm op te nemen. Let wel, hoe goed dit ook wordt aangebracht, er blijven kieren en gaten over waar de waterdamp toch doorheen kan. En een houten balklaag moet worden geventileerd om het vochtgehalte niet te hoog of te laag te laten worden en verstikking te voorkomen. Dit is een ingebouwde tijdbom die in het gunstigste geval pas over heel veel tijd afgaat. Op de dampdichte folie wordt de isolatie en vervolgens een afwerklaag aangebracht.

Bij een harde en dan ook dampdichte isolatieplaat kan dan rechtstreeks op deze plaat een wapening worden aangebracht. Vervolgens wordt een kunstharsgemodificeerde mortel als stuc laag aangebracht. Daarna kunnen er allerlei andere afwerkingen volgen. De afwerklaag vormt vervolgens de belangrijkste vochtbuffer.

Bij een zachte isolatie zal een stijl- en regelwerk het geheel bij elkaar moeten houden. Meestal wordt dit stijl- en regelwerk voorzien van gipsplaten die ook weer op gangbare wijzen worden afgewerkt. De vochtbuffer is de gipsplaat met afwerking.

Duidelijk mag zijn dat de vochtbuffer kleiner wordt dan in de oorspronkelijke situatie. Nu is de vraag of dit acceptabel is. In een stationaire omgeving (woning, kantoor) zal dit alles niet direct tot problemen leiden. Voor monumentale omgevingen met een wisselende publieksfunctie en incidenteel gebruik (kerk, museum, theater) zal dit in de conditionering van de ruimten specifiek moeten worden bekeken. De opbouw en afwerkingsmogelijkheden in relatie tot technische installaties maken de conditionering van een binnenruimte tot een complexe opgave.

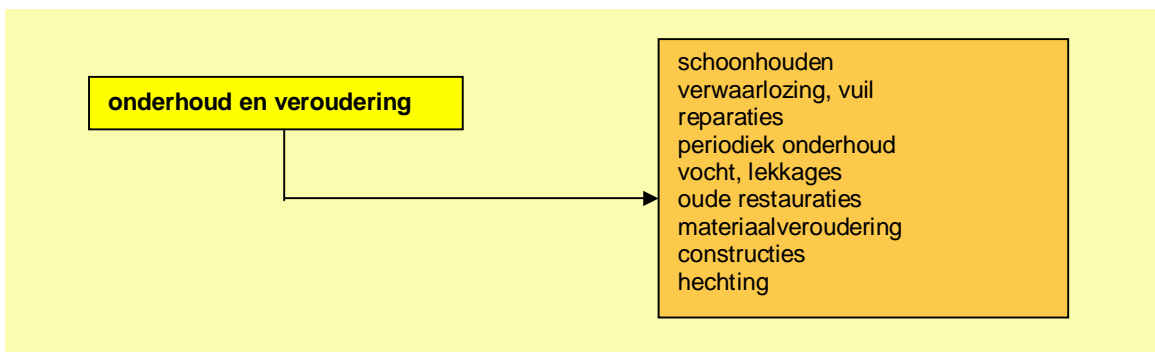
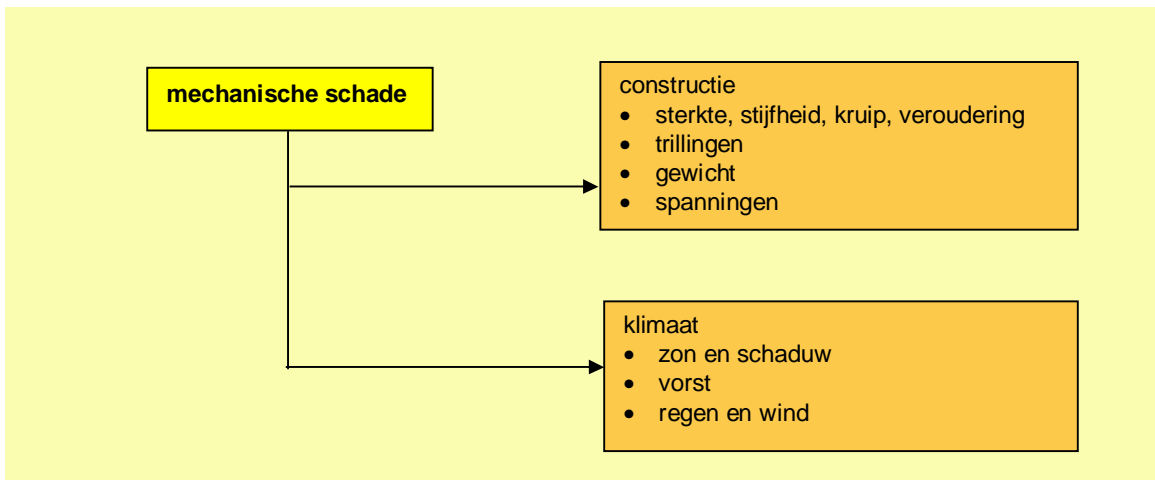
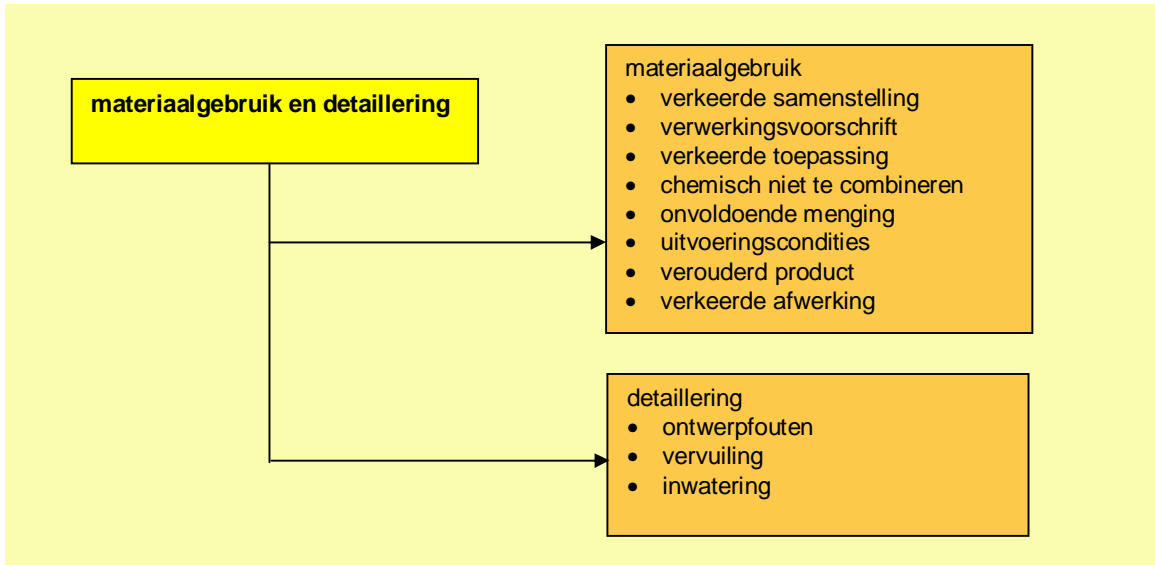
4. Modellen en veroudering

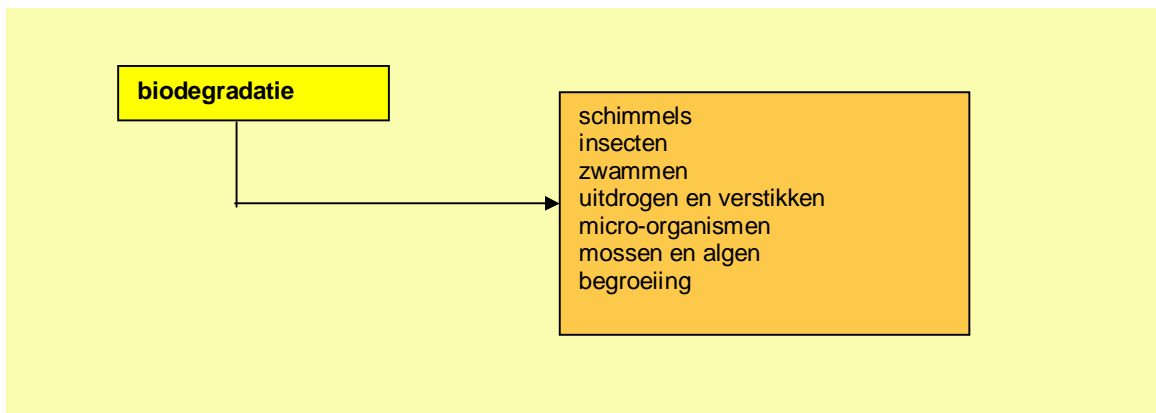
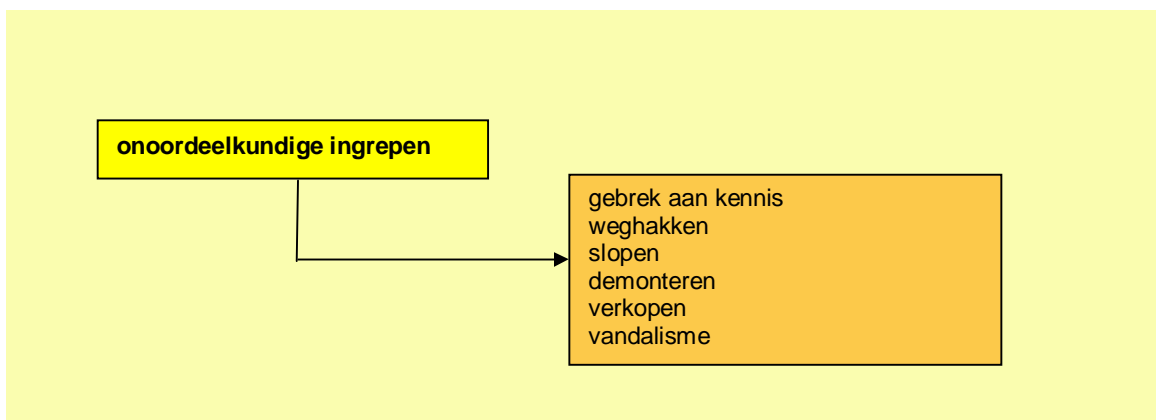
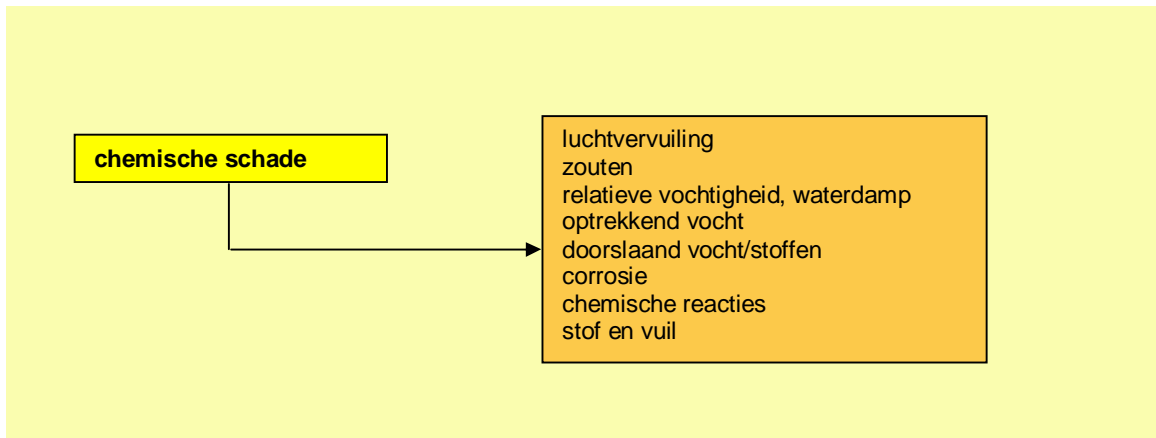
Andere sprekers gaan vandaag in op de techniek van het modelleren en simuleren. In theorie en modelmatig zijn de geschetste problemen idealiter te ondervangen. Hier staan we stil bij enkele praktische zaken. De overgang van vloer naar gevel, de situatie rondom koudebruggen, thermische spanningen en de beweging in gebouwen en constructies. Dit doen we door eerst te kijken naar de mechanismen die op de oplossing ingrijpen, en zowel direct na realisatie als na verloop van tijd kunnen optreden.

Bij de uitvoering komen een aantal praktische zaken naar voren waaruit blijkt dat de praktijk minder ideaal is dan we zouden wensen. Ook na het perfect aanbrengen (als dat al mogelijk is) zal er in de loop van de tijd schade ontstaan die lang niet altijd zichtbaar zal zijn. In het kort zijn de schadebeelden als volgt te rubriceren:

- materiaalgebruik en detaillering
- mechanische schade
- gebrek aan onderhoud en veroudering
- chemische schade
- onoordeelkundige ingrepen
- biodegradatie.

De onderstaande schema's geven een beeld van de uitwerking van de bovengenoemde schadebeelden.



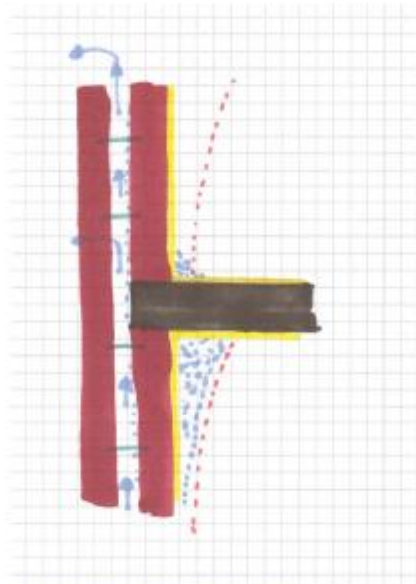


Het mag duidelijk zijn dat voor een goed en beheersbaar binnenklimaat deze potentiële schade-oorzaken vooraf worden meegewogen in de oplossingen. Alleen focussen op het nieuwe dat wordt toegevoegd doet het monument of de bestaande monumentale structuur tekort.

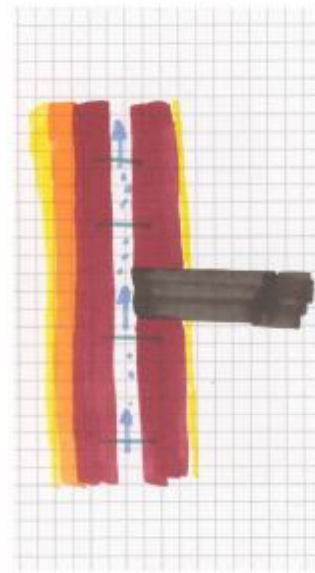
Bij bufferende systemen zal altijd een mate van veroudering of verzadiging optreden. Dit leidt tot een verandering van de kwaliteit van het binnenklimaat. Aan de hand van het bovenstaande schema's kan de lezer zelf nagaan waar accenten gelegd moeten worden om ongewenste effecten op termijn te voorkomen. Tenslotte gaat het om het behoud van het

monument, de monumentale omgeving en een goede interactie c.q. acceptabele interactie met het gebruik.

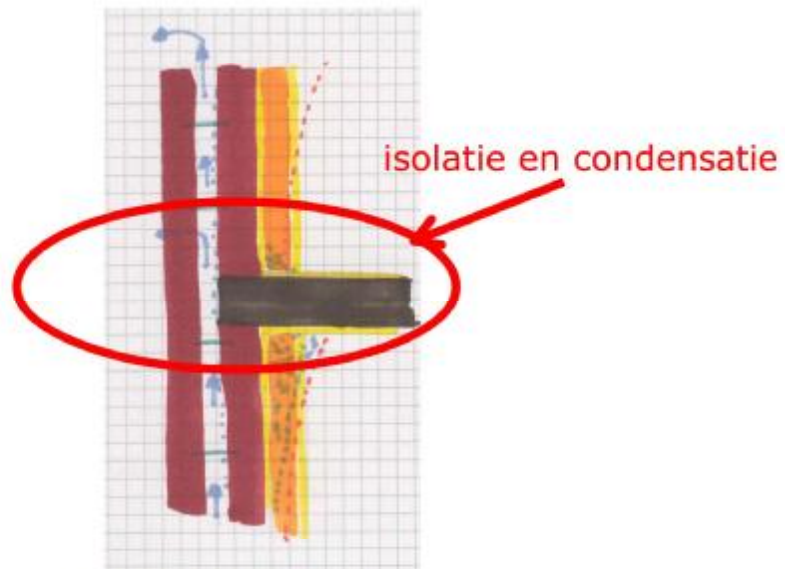
Daar waar er strijdigheden zijn in gebruik en fysieke mogelijkheden van het monument zal teruggerepen moeten worden op de analyse van de kwaliteiten van het monument. (Dit is wat anders dan het nogmaals modelmatig doorrekenen van het probleem). Anders verwordt het monument tot een decor waarbinnen andere economische wetten de dienst gaan uitmaken. Het risico dat het monument alsnog ten onder gaat is dan niet denkbeeldig.



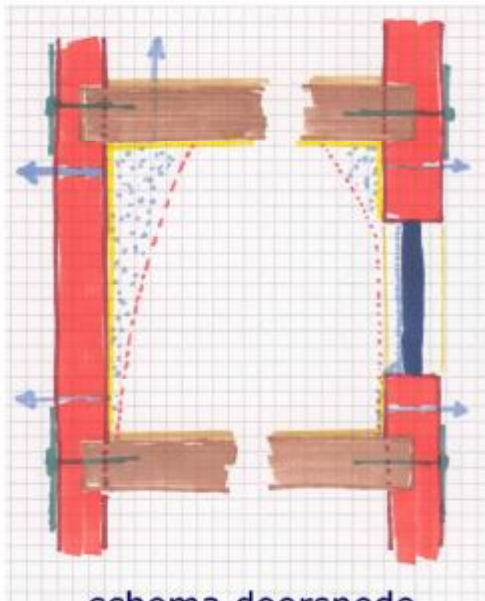
doorsnede gevel
baksteen en beton



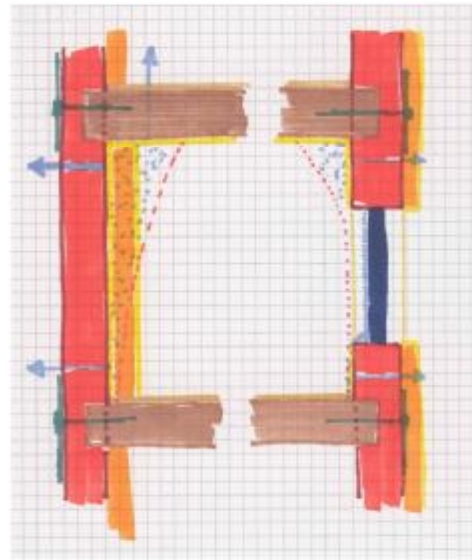
doorsnede gevel
baksteen en beton
met buitenisolatie



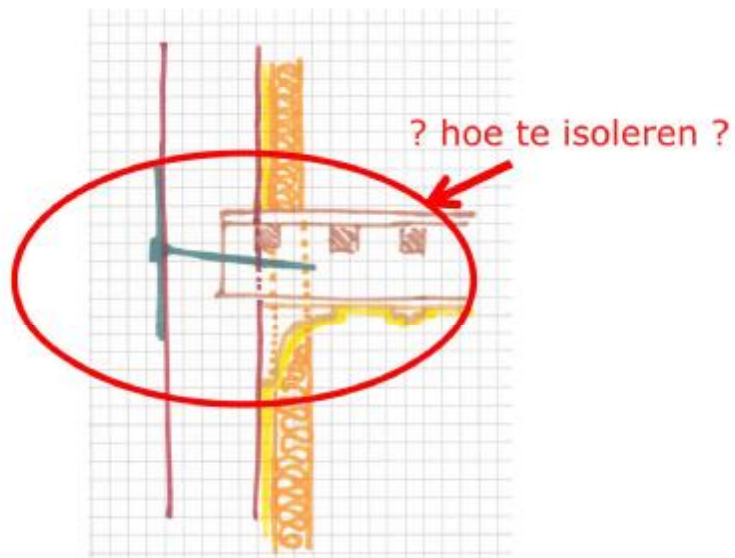
doorsnede gevel
baksteen en beton
met binnenisolatie



schema doorsnede monumentale gevel



schema doorsnede monumentale gevel met isolatie bi of bu



detail monumentale gevel met binnenisolatie

TECHNISCHE INSTALLATIES IN MONUMENTALE GEBOUWEN AANDACHTSPUNTEN EN STAPPENPLAN

Ir. Marc H.L. Stappers
Rijksdienst voor de Monumentenzorg

Samenvatting

Klimaateisen voor gebouw, interieur en personen zijn soms conflicterend. De keuze van een klimaatinstallatie moet rekening houden met functionele en cultuurhistorische waarden, en oog hebben voor de bouwkundige mogelijkheden van het monument en van de bouwfysische gevolgen voor het historische gebouw. Een stappenplan wordt voorgesteld om de mate van installatietechniek zoveel mogelijk te beperken.

1. Behoud van cultureel erfgoed

Bij het instandhouden van monumentale gebouwen zijn vanuit bouwfysisch oogpunt eisen te stellen aan het binnenklimaat, met name aan temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Naast waardevolle gebouwonderdelen van het casco (kapconstructies, balklagen, vensters, etc.) kennen veel monumentale gebouwen een bijzonder historisch interieur. Dit interieur kan bestaan uit zeer uiteenlopende materialen (hout, glas-in-lood, leer, etc.) met verschillende cultuurhistorische waarden.

In monumentale gebouwen worden soms ook museale collecties en inboedels bewaard en tentoongesteld. Ook deze hebben hun specifieke wensen voor wat betreft het klimaat.

Soms wordt een pand ook bewoond. In dat geval is er een vierde partij: de bewoner die eisen stelt aan het comfort.

Om aan deze eisen tegemoet te komen, worden gebouwen voorzien van installatietechniek. Ook monumenten worden in toenemende mate voorzien van klimaatinstallaties om voor gebruiker, inboedel en collectie een optimaal klimaat te creëren. Met de steeds voortschrijdende mogelijkheden van de installatietechniek en -materialen lijkt in de klimaatbeheersing alles mogelijk. Gepaste terughoudendheid lijkt echter geboden.

2. Conservering versus comfort

In de praktijk blijkt dat al deze verschillende eisen soms lastig zijn te verenigen en soms tot conflicten leiden [Fig. 1]. Wat prettig is voor een gebouw en (nagelvast) interieur voldoet vaak niet aan de conserveringseisen voor collecties en/of comforteisen voor gebruikers c.q. bewoners. Met name bij bijzondere gebouwen met een waardevolle collectie is de discussie vaak hevig, waarbij de eisen voor bewoning nog eens een extra bemoeilijkende factor blijken te zijn.

Daarnaast heeft het aanbrengen van een klimaatinstallatie vaak een direct fysiek en esthetisch effect op het gebouw en interieur en zullen de voor- en nadelen tegen elkaar afgewogen moeten worden. Ook zijn er tal van indirecte effecten die vaak minder en pas na verloop van tijd zichtbaar zijn, die eveneens een zorgvuldige afweging behoeven.

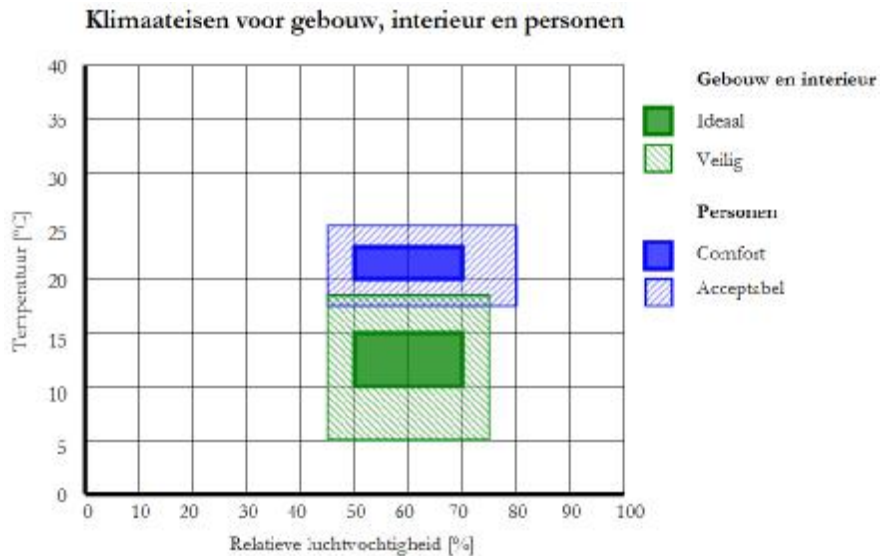


Fig. 1: Klimaatteisen voor gebouw en interieur (groen) en personen (blauw). Let op de kleine overlap tussen wat veilig is voor gebouw en interieur en wat acceptabel is voor personen

3. Technische installaties

In monumenten komen in het algemeen dezelfde installaties voor als in niet-monumentale gebouwen. Deze installaties variëren van een eenvoudige lokale verwarmingskachel tot een complete klimaatbeheersingsinstallatie (verwarmen, koelen, bevochtiging, ontvochtiging, ventileren en filteren). Daarnaast kent een aantal specifieke gebouwen, zoals kerken, (verwarmings)systemen die eigenlijk alleen hier worden toegepast, zoals bankverwarming. In sommige gevallen zijn in monumentale gebouwen nog zeer bijzondere waardevolle (verwarmings)installaties aanwezig die stammen uit de bouwtijd. Zo heeft kasteel De Haar een nog steeds functionerende lagedruk stoomverwarming van rond 1900.

Er is echter een duidelijk verschil tussen monumentale en niet-monumentale gebouwen: de gevolgen die een installatie heeft op het gebouw betekenen vaak een aantasting van cultuurhistorische waarden.

De beslissing om monumentale gebouwen te voorzien van klimaatinstallaties is ogenschijnlijk eenvoudig. Vanuit monumentenzorg zijn er echter tal van aspecten die aandacht behoeven voordat een juiste keuze gemaakt kan worden. Bij het adviseren en beoordelen van plannen met betrekking tot klimatiseren van monumentale gebouwen is er een aantal aspecten om rekening mee te houden:

- Functionele eisen
- Cultuurhistorische waarden van de verschillende gebouwonderdelen en hun kwetsbaarheid
- Bouwkundige mogelijkheden die het gebouw biedt voor fysieke inpassing van installatietechniek
- Bouwfysische gevolgen voor het historische gebouw



Fig. 1: Lokale kolenkachel in een historisch schoollokaal



Fig. 2: Luchtbehandelingkast in aanleg voor de klimatisering van een museum in een monumentaal gebouw.

3.1. Functionele eisen

Deze eisen geven aan waaraan de installatie in klimaattechnische zin moet voldoen in termen van temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, ventilatie en filtering. Deze dienen opgesteld te zijn in relatie tot de bouwkundige staat van gebouw, gebouwonderdelen en interieur, maar ook de technische staat van de collectie, waaruit blijkt dat klimatisering noodzakelijk is. Tevens moet men zich er van bewust zijn dat gedurende een project de functionele eisen kunnen wijzingen door voortschrijdend inzicht, verandering van functie etc.

3.1.1. Type gebouw

De verscheidenheid in monumentale gebouwen is groot, variërend van een theekoepeltje in een park tot een fort in de Stelling van Amsterdam, elk met hun specifieke constructiewijze en materiaalsamenstelling. De mate waarin klimatisering mogelijk is, is dus sterk afhankelijk van het type gebouw. In de literatuur is de relatie tussen de klimaateisen en het type gebouw duidelijk aangegeven [1].

3.1.2. Functie

Historische gebouwen zijn vaak eeuwen oud en hebben de tand des tijd vaak goed doorstaan. Er is een natuurlijk evenwicht ontstaan voor wat betreft warmte en vocht en het gebouw heeft daar in de meeste gevallen niet zichtbaar onder geleden. In de praktijk blijken de meeste problemen te ontstaan wanneer de functie van een gebouw verandert, zoals bij herbestemmingen. Het aanwezige evenwicht wordt daardoor verstoord.

Daarnaast brengen sommige functies een dusdanig pakket van eisen met zich mee, dat vereniging met de eisen die het gebouw zelf stelt niet of nauwelijks mogelijk is. Al snel worden de bouwfysische eigenschappen van het gebouw aangepast aan de nieuwe functie met alle gevolgen van dien (zie 3.4. Bouwfysische gevolgen). Door op voorhand de nieuwe functie vast te stellen en de daarbij behoorde eisen te toetsten aan de eisen die het gebouw stelt vanuit behoud, is te bepalen of die functie geschikt is.

3.2. Cultuurhistorische waarden

Wanneer een installatie nodig wordt geacht, dan bepalen de cultuurhistorische waarden van een gebouw in hoge mate de wijze waarop de installatie ingepast kan worden in een gebouw. Het aan- en inbrengen van technische installaties tast meestal het uiterlijk en het karakter van het gebouw aan, zo blijven bijvoorbeeld de warmte-afgifte-elementen en toegen afvoerroosters meestal zichtbaar. Ook veroorzaken installaties vaak fysieke aantasting van de bouwkundige massa, zoals bijvoorbeeld het ondoordacht doorvoeren van leidingen en kanalen (zie ook 3.3. Bouwkundige inpassing). Bouwhistorisch onderzoek helpt om cultuurhistorische waarden te expliciteren en hun conserveringseisen te duiden. Hierdoor kunnen fysieke ingrepen beter en meer afgewogen worden ingepast en kunnen fysieke aantastingen worden geleid naar minder waardevolle plaatsen.

3.3. Bouwkundige inpassing

De keuze van het type installatie hangt ook nauw samen met de bouwkundige mogelijkheden die het gebouw biedt. Kanalen hebben een andere afmeting dan leidingen en verwarmingsketels hebben een andere afmeting dan luchtbehandelingskasten. In monumentale gebouwen is voor kanalen en luchtbehandelingskasten vaak geen plaats, maar soms zijn in gebouwen rookkanalen aanwezig die slim hergebruikt kunnen worden ten behoeve van een ventilatiesysteem. Idealiter bepalen de gebouweigenschappen en de daarin gelegen cultuurhistorische waarde de aard en de proporties van het installatiesysteem.

3.4. Bouwfysische gevolgen

In de praktijk komt het veelvuldig voor dat de balans tussen wat goed is voor het gebouw en wat goed is voor de inboedel of collectie niet wordt gevonden. De oorzaak hiervan ligt voor een deel in klimaateisen met betrekking tot collecties die vaak niet realistisch zijn of gebaseerd op verouderde literatuur. Aan deze eisen wordt, zonder onderzoek te doen naar de technische staat van de collectie, vaak ten onrechte vastgehouden. Nieuwe inzichten uit onderzoeken in de Verenigde Staten en Canada geven immers aanleiding tot mogelijke verruiming van de eisen en het toepassen van bandbreedtes voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid afhankelijk van het type gebouw. Dit houdt in dat in sommige gebouwen, zoals monumenten, anders kan en moet worden omgegaan met het binnenklimaat dan tot nu toe.

Het gevolg van het halsstarrig vasthouden aan de "oude" eisen is dat in veel gebouwen bouwkundig of bouwfysisch moet worden ingegrepen [Fig. 4] om schade aan het gebouw uit te sluiten, wat in enkele gevallen weer kan leiden tot vervolgschade. Ook hier is het van belang om in een vroeg stadium de functie te kennen met de daarbij behorende eisen.



Fig. 4: Het aanbrengen van een dunne isolatielaag met dampremmende folie als noodzakelijk te treffen maatregel in een historisch interieur wanneer de collectie vraagt om bevochtiging

4. Op weg naar een beter klimaat

Allereerst is het van belang om met alle betrokken partijen overeenstemming te bereiken over de functionele eisen. Hierbij is het ook van belang om vast te stellen wat het doel van de installatie is of welke problemen daarmee opgelost zouden moeten worden. Daarna moet bekeken worden of verplaatsing van objecten schade kan voorkomen. Is het niet mogelijk om onderdelen te verplaatsen of lost dat de problemen onvoldoende op, dan kunnen eenvoudige maatregelen worden genomen aan de hand van de prioriteitenlijst. Blijken ook deze onvoldoende effect te sorteren, dan kan worden overgegaan tot een actieve meer ingrijpende klimaatbeheersing (verwarmen, koelen, bevochtigen, ontvochtigen, ventilatie en filtering). Om de mate van installatietechniek en/of de bouwfysische ingrepen in het gebouw te beperken, dient stap voor stap gewerkt te worden, bijvoorbeeld volgens de hieronder beschreven stappen.

4.1. Stap 1: Vaststellen functionele eisen

Stel eisen op ten aanzien van temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, ventilatie en filtering. Houdt daarbij rekening met het type gebouw en de beoogde functie. Een museumfunctie in een tochtende landbouwschuur is vragen om problemen.

4.2. Stap 2: Verplaatsen van inboedel en collectie

Wanneer blijkt dat met name inboedel en collectie hoge eisen stellen aan het klimaat en wanneer uit bouwkundig onderzoek blijkt dat het casco geen klimaatverbetering nodig heeft c.q. niet verdraagt, bestudeer de mogelijkheden en de onmogelijkheden om de inboedel en collectie met hun specifieke eisen te plaatsen in of te verplaatsen naar verschillende ruimten van het gebouw met zijn specifieke eisen en mogelijkheden. Let daarbij op de technische staat van het object in relatie tot zijn geschiedenis. Kijk naar de bewezen prestaties van gebouw, interieur en collectie en heroverweeg de noodzaak tot klimatisering.

4.3. Stap 3: Nemen van eenvoudige klimatiseringsmaatregelen

Neem eenvoudige maatregelen op plaatsen waar dit nodig wordt geacht en mogelijk is zonder schade toe te brengen aan gebouw, inboedel of collectie. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het gebruik van een hygrostatisch gecontroleerde verwarming. Ook vitrines kunnen in sommige gevallen een geschikte oplossing bieden. Vooral wanneer slechts enkele collectieonderdelen op basis van hun technische staat een klimaatverbetering behoeven. Op deze wijze wordt algehele klimatisering voorkomen of beperkt.

4.4. Stap 4: Nemen van ingrijpende klimatiseringsmaatregelen

Ga nu pas over tot meer ingrijpende beheersing van het binnenklimaat door middel van een verwarmings- of luchtbehandelingssysteem. Houd niet halsstarrig vast aan strikte lijstjes met allerlei klimaateisen; gebruik deze lijstjes flexibel. Het sluiten van compromissen is onvermijdelijk. De installatietechnische ingreep en de eventueel daaruit voortvloeiende bouwkundige maatregelen zullen beperkter uitvallen en zijn daardoor minder schadelijk voor het monument. Besteed daarbij ook aandacht aan de regeling. Het is van belang dat grote schommelingen en snelle veranderingen in de relatieve luchtvochtigheid beperkt blijven. Bevochtig ook liever niet het hele jaar door op een constante waarde voor de relatieve luchtvochtigheid, maar bevochtig in de winter op een lagere waarde voor de relatieve luchtvochtigheid en zorg dat de overgang van zomer naar winter geleidelijk plaatsvindt. Onthoud daarbij dat in een monumentaal gebouw nooit een ideaal museumklimaat gerealiseerd kan worden zoals in nieuwbouwmusea en dat een installatie in een monumentaal gebouw nooit gedimensioneerd moet worden op het voorkomen van extremen (te warm, te koud, te vochtig, te droog). Historisch gezien is hier vaak geen enkele reden voor.

5. Tot slot

Tegenwoordig wordt te vaak en te veel vertrouwd op installatietechniek. Ook in monumenten wordt steeds meer installatietechniek ingebracht. En inderdaad kan installatietechniek het binnenklimaat regelen binnen de te stellen grenzen. De vraag is of deze ontwikkeling wenselijk is. Immers een klimaatinstallatie is een actief systeem met grote gevolgen voor het gebouw, de inboedel en de collectie. De inpassing van een installatie vergt nogal wat van het gebouw. De installatie moet ergens geplaatst worden en er moeten leidingen en/of kanalen aangebracht worden: een fysieke ingreep is nodig en deze is irreversibel. Daarbij komt nog dat hoe smaller de bandbreedte is waarop het klimaat moet worden geregeld, des te groter (en duurder) de installatie wordt. Ook heeft een actief systeem onderhoud nodig en het systeem kan het op den duur begeven met grote gevolgen.

Volgens de literatuur dienen aan allerlei factoren eisen te worden gesteld. In nieuwbouw zullen deze zeker realiseerbaar zijn. Immers, het gebouw kan daarop bouwkundig gedetailleerd worden. Voor monumenten ligt dit duidelijk anders is. De aard van het gebouw maakt het moeilijk om installaties, leidingen en kanalen weg te werken. Ook het inpassen van bouwfysische maatregelen is niet eenvoudig met mogelijke kans op vervolgschade. Een compromis tussen wat goed is voor het gebouw en wat goed is voor inboedel en collectie is onvermijdelijk. Daarbij moeten de effecten op het gebouw, nagelvaste interieur en collectie inzichtelijk worden gemaakt in relatie tot de gedachte functie. En soms moet geaccepteerd worden dat bepaalde functies in monumenten niet mogelijk zijn.

De zorg voor monumentale gebouwen, inboedel en collectie is daarom in beginsel gebaat bij terughoudendheid ten aanzien van actieve klimaatbeheersing. Actieve klimaatbeheersing is toepasbaar als laatste mogelijkheid of als aanvulling op een scala van eenvoudige maatregelen. Alleen op een dergelijke manier kunnen verbeteringen van het klimaat

doorgevoerd worden die passen bij de zorg voor monumenten en de fysieke ingreep tot een minimum beperken.

6. Literatuur

- [1] Anonymus, HVAC Applications, SI Edition, Atlanta, ASHRAE, 2003 (hoofdstuk 21, tabel 4 en 5).

ISOLATIE EN KLIMAATBEHEERSING VAN HET NIEUWE RIJKSMUSEUM IN AMSTERDAM

Prof.dr.ir. Henk L. Schellen
T.U.Eindhoven

Samenvatting

De restauratie van het Rijksmuseum te Amsterdam omvat ingrijpende maatregelen voor isolatie en klimaatregeling. Een kritische bevraging en evaluatie van de voorstellen terzake wordt voorgesteld, waarbij gerefereerd wordt naar beschikbare studies en ervaringen uit binnen- en buitenland.

De performanties van het oude gebouw worden vergeleken met de voorspelde performanties na restauratie, en getoetst aan de vereisten van het museum en zijn collecties.

1. Inleiding

Het Rijksmuseum ondergaat een ingrijpende restauratie, verbouwing en uitbreiding en er is zelfs sprake van het *Nieuwe* Rijksmuseum. Een groot deel van de aandacht gaat natuurlijk uit naar de hernieuwde opening van de binnenhoven en de hoofdindeling van de gebouwen. Er is echter ook een belangrijke koers uitgestippeld voor de klimaatbeheersing en luchtbehandeling van het gebouw (RGD 2003). Dit is het ultieme voorbeeld van een gebouw, waarbij de complexe problematieken van klimaatbeheersing en mogelijke isolatie van een monumentaal gebouw bij elkaar komen. En dat doet veel stof opwaaien. Daarom zijn er ook een aantal expertvergaderingen gehouden, waaronder een expertmeeting Bouwfysica, om de mening van deskundigen te raadplegen.

Waaruit bestaat de complexiteit van de problematiek? Het Rijksmuseum huisvest zo ongeveer de meest belangrijke Rijkscollectie van Nederland. Er worden hoge eisen tot behoud van de collectie gesteld, met name op het gebied van het binnenklimaat wat betreft temperatuur, relatieve vochtigheid en ook licht- en luchtkwaliteit. Het monumentale gebouw zelf is echter ook op te vatten als belangrijke collectie: denk aan de bijzondere afwerking van het interieur met schilderingen en het exterieur met sculpturen en keramiek (tegels) en ook hieraan worden eisen gesteld wat betreft het binnenklimaat. Het probleem bestaat er nu uit dat deze eisen met elkaar kunnen conflicteren. Er bestaat daarom in kringen van deskundigen, Instituut Collectie Nederland, de Rijksdienst voor de Monumentenzorg en de Inspectie Cultuurbezit bezorgdheid voor het gebouw en bezorgdheid voor de collectie. De auteur is gevraagd om deze plannen kritisch te beoordelen. Daarover gaat deze bijdrage aan deze WTA studiedag.

2. Eisen aan de collectie

De Inspectie Cultuurbezit beoordeelt onder andere de conservering van een Rijkscollectie. Het beoordelingskader is voor een belangrijk deel afgeleid van eisen die het Instituut Collectie Nederland vast heeft gesteld voor een museale collectie (Jütte 1994). Ook als uitgangspunt voor het programma van eisen van Nederlandse musea worden meestal de aanbevelingen van ICN voor een gemengde collectie aangehouden:

- een waarde van de relatieve vochtigheid tussen 48 en 55 %
- constantheid van de RV met een bandbreedte van 2 % per uur en 3 % per dag
- een waarde van de temperatuur tussen 2 en 25 °C
- een constantheid van de temperatuur met een bandbreedte van 3 °C per dag.

Het betreft in het geval van het Rijksmuseum een belangrijke gemengde collectie. Er bestaat bij het museum de wens om in het Nieuwe Rijksmuseum zo ongeveer overal in het gebouw alles te kunnen presenteren, dat wil zeggen klimaatgevoelige en minder gevoelige objecten, zonder het instellen van klimaatzones of klimaatvitruines. Het concept van (de instelling en de regeling van) de klimaatinstallatie is hierop gericht. Het resultaat van dit concept is dat er dan ook overal in het gebouw de klimaateisen voor een gemengde collectie moeten gelden. En dat kan op gespannen voet staan met de bouwfysische kwaliteit van met name de buitengevel, de beglazing en het dak.

In het programma van eisen van het Nieuwe Rijksmuseum is overigens een onderscheid gemaakt in zomer- en wintercondities: voor de zomer wordt aangehouden 23 °C/54 % RV en voor de winter 20 °C/50 % RV, met een tolerantie van ± 2 °C/5 % RV per dag. In die eisen is al rekening gehouden met een lichte teruggang in relatieve vochtigheid gedurende de winter, om daarmee de situatie nabij koude binnenoppervlakken van gevels te verbeteren.

3. Situatie in het oude Rijksmuseum

In het Rijksmuseum bestaat uiteraard veel ervaring met de huidige (oude) klimaatinstallatie. Die werd in principe in het verleden afgeregeld op het klimaatregime zoals door ICN aangegeven. Daarbij zijn tijdens de expertmeetings klachten 'van horen zeggen' uitgesproken, dat in het oude Rijksmuseum 'hier en daar het vocht af en toe langs de wanden af liep'. Het bouwfysisch rapport van Arup/DGMR (Arup/DGMR 2002) spreekt van condensatie op de binnenoppervlakken van zuid-oost gerichte buitenwanden op de hogere verdiepingen. Ze houden rekening met de gereduceerde wanddikte op verdiepingshoogte, een hogere expositie en de oriëntatie ten opzichte van de belangrijkste windrichting in de winter (west/zuid-west). Hun (rekenkundige) analyse geeft geen *te verwachten* oppervlaktetemperaturen beneden het dauwpunt, tenzij ze *veronderstellen* dat de stenen nat zijn en dat dit komt door inwendige condensatie.

Om tot een grondige analyse van de problematiek te kunnen komen, zou een gedegen meetprocedure in het oude Rijksmuseum voor de hand hebben gelegen. Meting op diverse plaatsen van de luchttemperatuur en de relatieve vochtigheid, in combinatie met oppervlaktetemperaturen op kritische plaatsen, gemakkelijk vast te stellen met bijvoorbeeld infrarood thermografie, zou antwoord gegeven hebben op mogelijk te verwachten hoge vochtigheid of condensproblemen nabij de koude binnenoppervlakken van gevels, beglazing en daken. Verder hadden met de huidige hulpmiddelen warmteweerstanden van gevels en vochtgehalten meettechnisch vastgesteld kunnen worden. Deze metingen hadden wat mij betreft tenminste gedurende vier seizoenen plaats hebben moeten vinden. Ik heb geen weet van- en ken tenminste geen resultaten van- dergelijke metingen in het Rijksmuseum. Die zijn althans niet bij de expertmeetings of anderszins via genoemd Arup/DGMR rapport als informatie overgedragen. Dat is werkelijk een gemiste kans tot analyse!

Ik laat als voorbeeld een uitwerking zien van een dergelijke meting in een ander gebouw, waarbij in een oogopslag te zien is gedurende welke seizoenen, en hoe langdurig er hoge oppervlaktevochtigheden nabij koude oppervlakken te verwachten zijn en wat de kans is op schimmelvorming en/of condens.

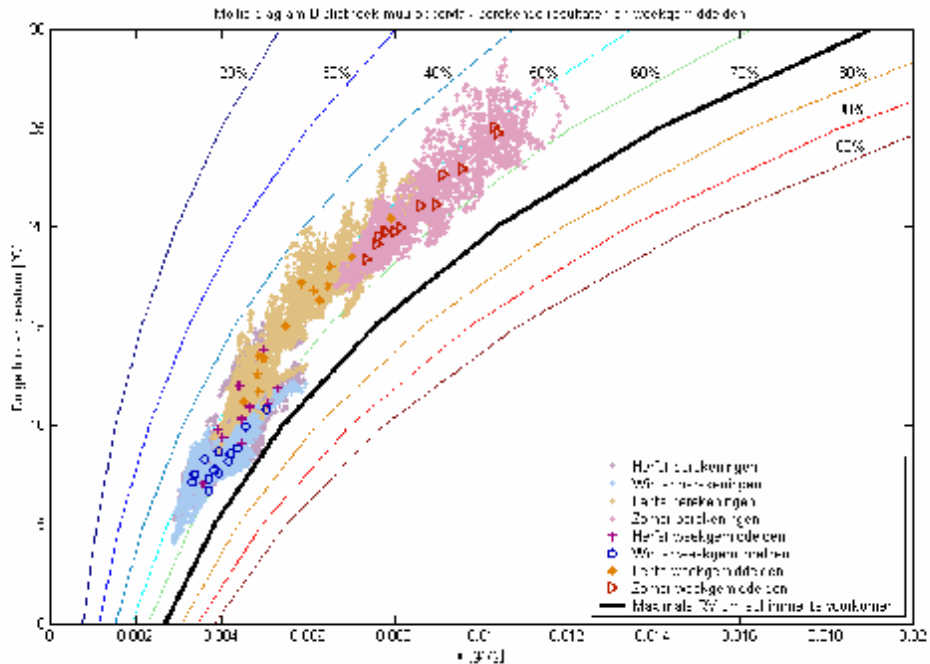


Fig. 1: Voorbeeld van de uitwerking van meetresultaten van T en RV nabij een binnenoppervlak

4. Isolatie van de buitenwanden

Om de kans op problemen nabij koude binnenoppervlakken én de door Arup/DGMR verwachte interne condensatie te voorkomen werd aanvankelijk besloten dat de buitenwanden aan de binnenzijde geïsoleerd moesten worden en wel dampdicht. Een materiaal dat isolatie en dampdichting combineert werd gevonden in de toepassing van 30 mm schuimglas (Foamglass). Om de kans op problemen nabij koude oppervlakken in te schatten was er geen andere weg dan de weg van de voorspelling via reken- en simulatieresultaten. Die gaan in dit geval uit van geschatte materiaal- en te verwachten klimaatcondities. Een toetsing op inwendige condensatie vond in eerste instantie plaats middels een verbeterde Glaser berekening. Deze berekening was echter alleen gericht op damptransport van binnen uit en hield geen rekening met waterabsorptie aan de buitenkant en de door dampdichting gereduceerde droging aan de binnenkant. Uit een beperkte zoektocht van de auteur naar voorbeelden van 'good practice' bleek dat deze wijze van isoleren tenminste bij twee gebouwen tot vochtproblemen had geleid.

5. Geavanceerde simulaties

Latere simulaties met een meer geavanceerd rekenmodel door de universiteit van T.U.Dresden toonden aan dat de opbouw met schuimglas meer dan een verdubbeling(!) betekende van het vochtgehalte van de bestaande wanden (Ruisinger 2004). Deze latere berekeningen toonden ook aan dat het belangrijkste boven-hygroscopische (vloeibaar) vocht in de buitenwanden niet vanwege inwendige condensatie komt, maar door regenpenetratie van (slag-)regen op de gevel. De penetratiediepte van de bestaande constructie werd ingeschat op 300 mm; bij isolatie met schuimglas zou een volledige penetratie van vocht in baksteen én pleisterlaag optreden! Door het verhoogde vochtgehalte bij schuimglasisolatie bestaat een duidelijk verhoogde kans op bevriezingsverschijnselen en vorstschades

gedurende een winter. Met name de externe tegelplateaus worden hierdoor bedreigd. Verder is er kans op chemische en biologische schades. Indien er sprake is van onvolkomenheden als kieren en naden tussen isolatieplaten of aansluitingen kan het water zich hier ook een weg naar binnen zoeken, met een verhoogde kans op schimmelgroei en vochtvlekken.

Een alternatieve isolatie met een calcium silicaat isolatielaag werd ook door T.U.Dresden onderzocht. Deze materiaallaag heeft, in tegenstelling tot schuimglas, de eigenschap dat ze wel vocht kan verdelen en lokaal het vochtgehalte kan verlagen.

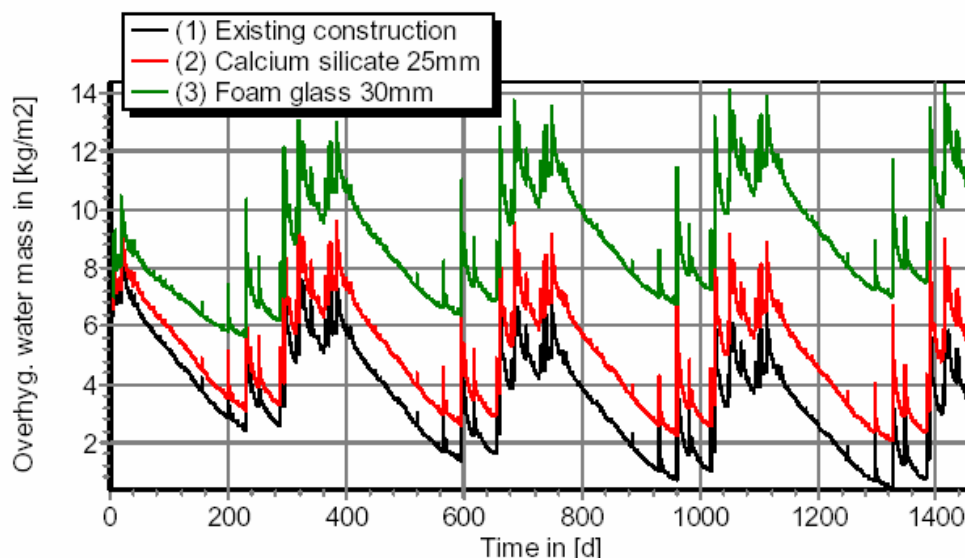


Fig. 2: Vochtgehalte in het buitenblad (Ruisinger 2004)

6. Inwendige condensatie

Inwendige condensatie in de constructie treedt alleen op bij de toepassing van calcium silicaat en wel direct achter de laag van binnen uit gezien. Inwendige condensatie bij de toepassing van schuimglas treedt alleen op indien er bij de aansluiting van de platen of in hoeken en/of aansluitingen onvoldoende dichtheid bestaat. Door de lage mate van flexibiliteit van schuimglas, in combinatie met de breekbaarheid en eventueel lage kwaliteit van afwerking komt dit in de praktijk frequent voor.

7. Temperatuur en relatieve vochtigheid aan het binnenoppervlak.

De berekeningen toonden aan dat bij geen van de drie onderzochte constructies oppervlaktecondensatie te verwachten valt. Ook de kans op schimmelgroei door hoge RV aan het oppervlak wordt laag ingeschat bij de bestaande constructies met een dikte van 600 mm.

Bij de muren met een geringere dikte van 400 mm (op hoger gelegen verdiepingen?) wordt de behoefte aan binnenisolatie meer evident. De berekeningen uit T.U.Dresden tonen aan dat de kans op schimmelgroei en oppervlaktecondensatie bij deze constructies meer waarschijnlijk is, met name in hoeken, bij scheuren en raamaansluitingen.

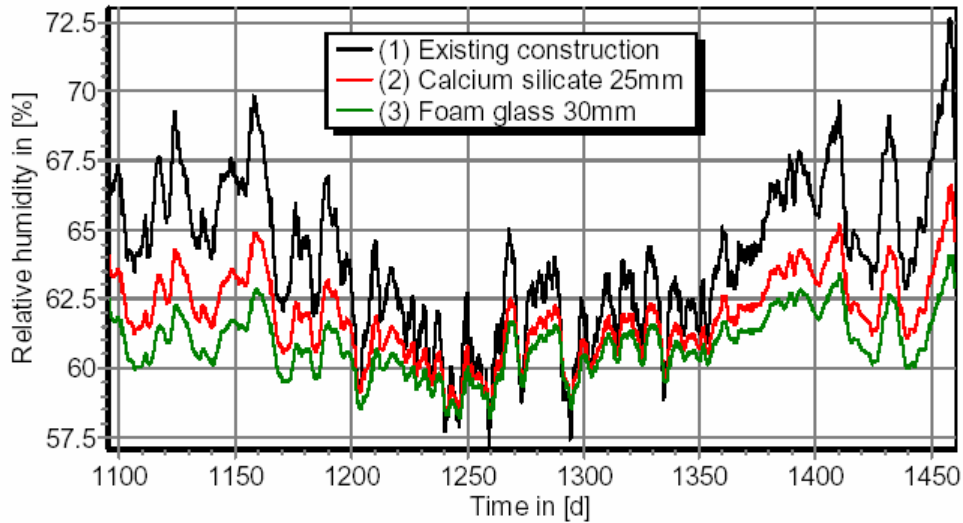


Fig. 3: Relatieve vochtigheid aan het binnoppervlak (Ruisinger 2004)

8. Temperatuurreductie in de bestaande constructie

Ten gevolge van binnenisotatie wordt de bestaande constructie 's winters kouder. Dit lagere temperatuurniveau zorgt er ook voor dat het drogen naar buiten minder snel gaat. Het verhoogde vochtgehalte heeft verder een negatief effect op de warmteweerstand van de bestaande constructie. Bovendien leidt de verlaagde temperatuur in combinatie met het verhoogde vochtgehalte tot een verhoogde kans op vorstschade.

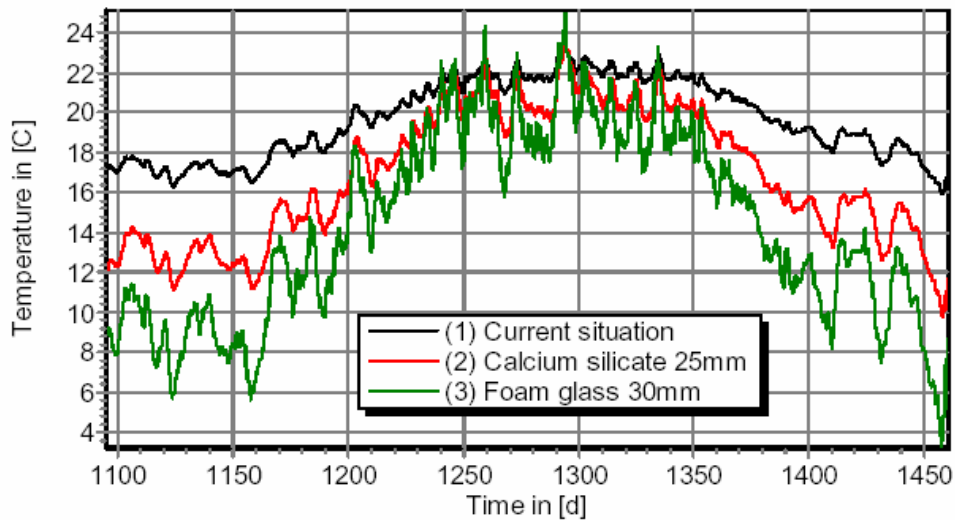


Fig. 4: Temperatuur van het buitenblad (Ruisinger 2004)

9. Warmteverliezen

Ten gevolge van de isolatie wordt afhankelijk van de keuze van isolatiematerialen bij de onderzochte constructies een reductie van de warmteverliezen bereikt van 30 à 40 %. De gemiddelde warmteflux ter plaatse van de gevel neemt af van ca. 18 tot 10 W/m².

10. Conclusies uit het rapport van T.U.Dresden

Handhaving van de bestaande constructie zorgt er voor dat vocht ongehinderd aan het binnenoppervlak kan verdampen. Van de drie onderzochte constructies leidt het tot het laagste vochtgehalte in de buitenwanden. Het risico op schimmelgroei en condensatie wordt echter het hoogste geacht; met name bij de dunnere wanden van 400 mm treden RV's aan het oppervlak op van meer dan 80 %.

Het isoleren met schuimglas leidt tot een complete vochtpenetratie van de bestaande gevel, met name door het verhinderen van droging aan de binnenzijde. Vorstschades zijn meest waarschijnlijk, door de combinatie van de hogere vochtgehaltenes en lagere temperaturen.

Isolatie met calcium silicaat leidt tot redelijke profielen van vochtgehalten. De relatieve vochtigheid aan het binnenoppervlak is voldoende hoog om schimmelvorming en oppervlaktecondensatie te voorkomen. Warmteverliezen worden gereduceerd. Het rapport van T.U.Dresden beveelt aan te kiezen voor een 35 mm isolatie van calcium silicaat.

11. Mijn kritiek

Het isoleren met een calcium silicaat isolatielaag verkeert in het experimentele stadium. Voor zover ik weet zijn er woningen mee geïsoleerd uit de 19e eeuwse ring rond de binnenstad van Dresden. Daarvan worden er enkele gevolgd via metingen. Die opvolging heeft geleerd dat het systeem alleen goed functioneert als er een capillair contact is met het binnenoppervlak van de te isoleren wand. De platen dienen dan ook met een capillaire kleefmortel te worden vastgezet. Als dat zo gebeurt, biedt het systeem enige extra isolatie zonder teveel risico's. Natuurlijk zijn die muren van 19e eeuwse woningen ook behoorlijk massief, maar zit aan de buitenzijde dikwijls een bepleistering, waardoor problemen met opgezogen regenwater minimaal worden, in tegenstelling tot de situatie in het Rijksmuseum. Er is in de berekeningen verder slechts gerekend met 1 dimensionaal warmtetransport. Koudebrugeffecten en 3D vochteffecten zijn niet doorgerekend. Wat te doen bijvoorbeeld bij de geboorten van gewelven, of ribben, pilasters en kolommen die uitsteken naar binnen toe en boven met gebeeldhouwd natuurstenen ornamenten afgewerkt zijn? Wat te doen met schoonmetselwerk buitenwanden? Hoe is rekening gehouden met redelijk dampdichte tegelplateaus aan de buitenzijde? Is er een verhoogde kans op vorstschade? Is het systeem weer terug te brengen in de originele staat? Wat betekent dat voor bestaande schilderingen aan de binnenzijde?

Wat gebeurt er met aanpalende ruimten die "gerestaureerd" worden en waar men niet zal isoleren, zoals de voorhal, de Aduard-kapel en de bibliotheek? Of gaat men de interieuren reconstrueren op de nieuwe isolatielaag?

Er is duidelijk een verschil geconstateerd in de dikke 600 mm buitenwanden, die in hun huidige staat nauwelijks een probleem opleveren en de op hogere verdiepingen verjongde dikte van 400 mm wanden, die wel een probleem op zouden leveren. Zou het aanbrengen van klimaatzones met een wat lagere relatieve vochtigheid onder winterse condities op bijvoorbeeld hogere verdiepingen niet veel van de te verwachten problemen hebben kunnen oplossen?

12. Gemengde ventilatie versus verdringingsventilatie

Het patroon van luchtstroming in een geventileerde ruimte is grofweg te verdelen in twee verschillende typen stroming: gemengde ventilatie en verdringingsventilatie.

13. Gemengde ventilatie

Bij gemengde ventilatie wordt de luchttoevoer zodanig geregeld dat de ruimtelucht volledig gemengd is en de concentratie verontreiniging overal hetzelfde is. Het principe van mengstroming is dat lucht met hoge snelheid, bijvoorbeeld dicht bij het plafond wordt ingebracht. De ingeblazen lucht heeft boven leefniveau een zodanig hoge snelheid, dat lucht die zich al in het vertrek bevindt via inductie door de stroming wordt meegezogen, waardoor menging met de vertreklucht plaatsvindt. Zowel temperatuur als vervuilingconcentraties zijn door deze menging in het gehele vertrek nagenoeg gelijk, in tegenstelling tot het principe van verdringingsventilatie, dat gekenmerkt wordt door het ontstaan van gradiënten. Tevens zorgt deze menging voor een afname van de luchtsnelheid voordat het leefniveau wordt bereikt.

Dit was het ventilatieprincipe van het oude Rijksmuseum.

14. Verdringingsventilatie

Het principe van verdringingsventilatie is dat een stratificatie van de luchtstroom wordt gecreëerd, gebruik makend van de dichtheidverschillen in de ruimte. Gemiddeld is de luchtkwaliteit wat betreft verontreiniging beter dan die bij gemengde ventilatie. Het principe is dus gebaseerd op luchtdichtheidsverschillen die de ruimte grofweg indelen in twee lagen: een bovenste vervuilde laag en een onderste schone laag. Dit wordt dan bereikt door relatief koele lucht met lage snelheden in te blazen in de lage zone en deze hoog in de bovenste zone af te zuigen. Vrije convectie stromen nabij warme bronnen als bijvoorbeeld de mens zorgen dan voor een opwaarts gerichte luchtstroom, koele objecten als wanden zorgen voor omlaag gerichte luchtstroom. In zijn algemeenheid worden er op die manier horizontale luchtlagen gevormd, met warme luchtlagen boven in de ruimte en relatief koele luchtlagen onder in de ruimte. De luchtuitwisseling in een luchtlaag gaat over het algemeen gemakkelijker dan het transport tussen de lagen. Extractie van lucht vindt meestal plaats boven in de ruimte. Afhankelijk van het vermogen en de geometrie van de warmtebronnen zullen convectiestromen tot aan het plafond rijzen, of zich op een lagere hoogte oplossen. De toevoerlucht moet lager zijn dan de ruimtetemperatuur, wat in een kantooromgeving meestal het geval is door een warmteoverschot van verlichting, computers en mensen. Als de toevoertemperatuur hoger is dan de ruimtelucht, bijvoorbeeld als verwarming nodig is, dan werkt verdringingsventilatie niet, door het kortsluiten van de stroming via het plafond.

15. Ventilatie strategie voor een museum

De strategie voor ruimte air conditioning wordt bepaald door een fundamenteel schema dat de verdeling van temperatuur, vochtigheid en vervuiling bepaalt, zowel als de luchtstromingspatronen. Dat schema is weergegeven in onderstaande figuur (REHVA 2002).

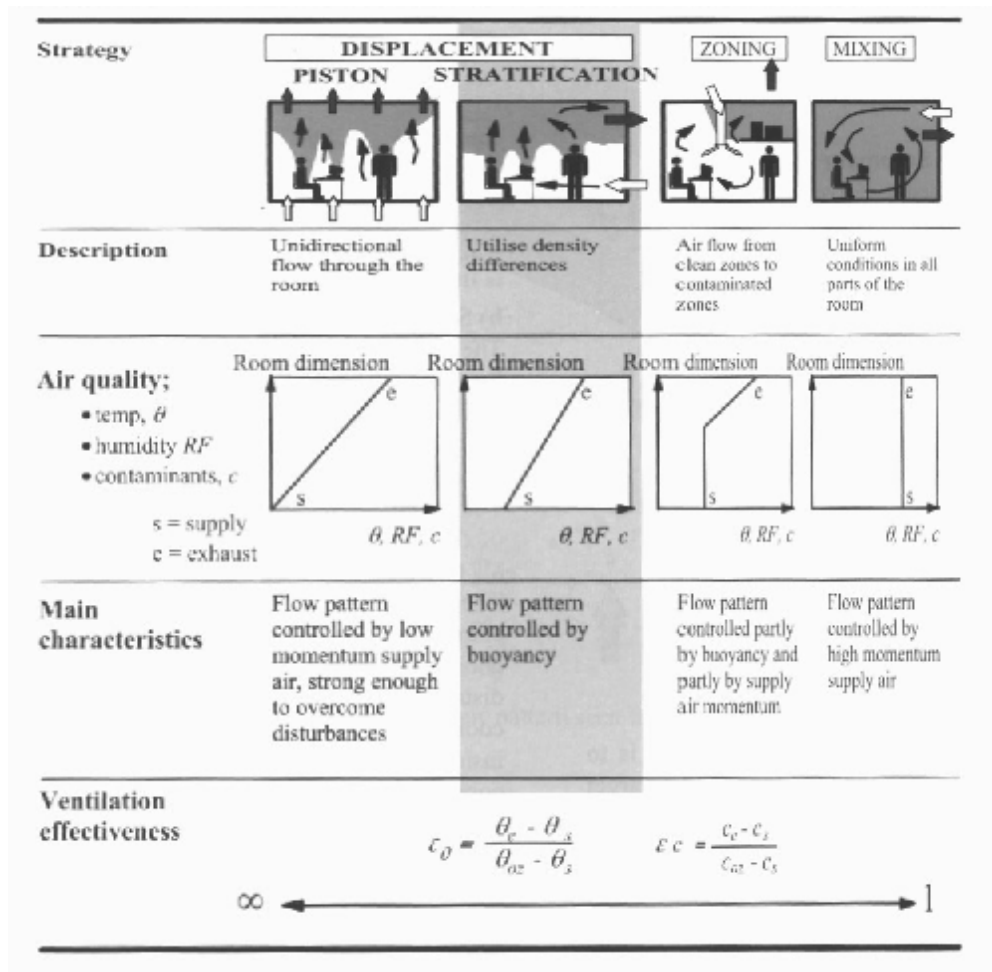


Fig. 5: Eigenschappen van luchtbehandelingsinstallaties

16. Keuze van de installatie

De keuze voor een systeem op basis van het principe van verdringingsventilatie heeft, afhankelijk van de eisen aan het binnenklimaat, voor- en nadelen. Algemeen kan gesteld worden dat verdringingsventilatie in de volgende situaties een gunstige oplossing kan bieden:

- In ruimten met veel lichte verontreiniging, waarbij tevens overmatige warmte moet worden afgevoerd;
- In situaties waarin de vervuilde lucht warmer en/of lichter is dan de omgeving;
- In ruimten met een hoogte > 3 m;
- In situaties waarin een grote hoeveelheid ventilatielucht in relatief kleine vertrekken moet worden ingebracht;
- In situaties waarin de verstoring van de luchtstroming tot een minimum kan worden beperkt;
- In situaties waarin behoud van de luchtkwaliteit belangrijker is dan afvoer van een teveel aan warmte;
- In situaties waarin het ontstaan van een verticale temperatuurgradiënt, en daarmee een gradiënt in de relatieve vochtigheid, niet op bezwaren stuit.

17. Mijn kritiek

In het Nieuwe Rijksmuseum is gekozen voor het concept van verdringingsventilatie. Ten gevolge van de temperatuurstratificatie over de hoogte bij verdringingsventilatie zal er dus ook een gradiënt bestaan in de RV over de hoogte. Onderstaande grafiek geeft een indruk van een mogelijke temperatuurvariatie ten gevolge van stratificatie en het effect ervan op de RV variatie en daarmee RV stratificatie.

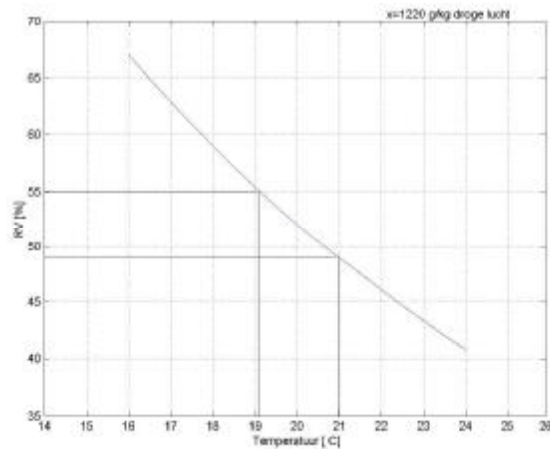


Fig. 6: RV variaties bij temperatuurvariaties

Het is de vraag of deze RV variaties over de hoogte acceptabel zijn, bijvoorbeeld voor een Nachtwacht met een hoogte van 4 m. Een uitvoerige meetprocedure is te zijner tijd nodig om het bestaan van deze stratificatie en de mogelijke effecten ervan te bezien.

Verdringingsventilatie werkt verder eigenlijk alleen maar bij koeling met relatief koelere inblaaslucht in vergelijking tot de ruimtelucht. Verwarmde lucht stijgt echter meteen op en zorgt voor een kortsluiting van inblaas en retourlucht. Het verdringingsprincipe wordt hiermee volledig teniet gedaan.

18. Literatuur

1. RGD Rijksgebouwendienst, 2003. Smaak: special over het Nieuwe Rijksmuseum. Blad voor de Rijkshuisvesting, jaargang 3, special.
2. Jütte, B.A.H.G., 1994. Passieve Conservering; Klimaat en Licht. Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap
3. Arup DGMR, 2002. Het Nieuwe Rijksmuseum. Rijksmuseum Amsterdam. Preliminary Design (VO) Report Building Physics. Job number 98024
4. Ruisinger, U., 2004. Hygrothermal analysis of external walls of the Rijksmuseum Amsterdam. Dresden University of Technology.
5. Skistad, H.(ed), Mundt, E., Nielsen, P.V., Hagström, K., Railio, J., 2002. Displacement Ventilation in non-industrial premises. REHVA, Federation of European Heating and Air-conditioning Associations. Guidebook no 1.
6. DGMR, 2004. Minutes of expertmeeting 26-05-2004, nr. B.2002.0146/001

ADRESSENLIJST SPREKERS

Architect Bert van Bommel
Senior adviseur Monumentenzorg van de Rijksbouwmeester.
Atelier Rijksbouwmeester
IPC 420
Postbus 20952
NL-2500 EZ 's-GRAVENHAGE
Tel. +31 (0)70 -3394789
Fax +31 (0)70- 3394909
bert.vanbommel@minvrom.nl

Ir. Job Roos
TU Delft
Faculteit Bouwkunde
Berlageweg 1
NL-2628CR DELFT
Tel. +31 (0)15-2781004
Fax +31 (0)15-2781028
j.Roos@bk.tudelft.nl

Prof.dr.ir. Hugo Hens
K.U.Leuven
Departement Burgerlijke Bouwkunde
Laboratorium Bouwfysica
Kasteelpark Arenberg 51
B-3001 HEVERLEE
Tel. +32 (0)16-321326
Fax +32 (0)16-321980
Hugo.Hens@bwk.kuleuven.ac.be

Ir. A.W.M. (Jos) van Schijndel
T.U.Eindhoven
Faculteit Bouwkunde
Vertigo 6H17
Postbus 513
NL-5600 MB EINDHOVEN
Tel. +31 (0)40-2472957
Fax +31 (0)40-2438595
a.w.m.v.schijndel@bwk.tue.nl

Dr.ir .Wijnand Freling
Zandberglaan 31 a
NL-4818 GH BREDA
Tel. +31 (0)76-5211683
Fax +31 (0)76-5212137
wj.freling@inter.nl.net

Ir. Marc Stappers
Rijksdienst voor de Monumentenzorg
Broederplein 41
NL-3703 CD ZEIST
Postbus 1001
NL-3700 BA ZEIST
Tel. +31 (0)30-6983427
M.Stappers@Monumentenzorg.NL

Prof.dr.ir. Henk L. Schellen
T.U.Eindhoven
Faculteit Bouwkunde
Vertigo 06H29
Postbus 513
NL-5600 MB EINDHOVEN
Tel. +31 (0)40-2472651
Fax +31 (0)40-2438595
h.l.schellen@bwk.tue.nl



De WTA stelt zich voor

Wetenschappelijk – Technische Groep voor Aanbevelingen inzake Bouwrenovatie en Monumentenzorg.

Er bestaat in binnen - en buitenland, versnipperd over vele bedrijven en instellingen, researchafdelingen en adviesorganen, een uitgebreid aanbod van kennis op het gebied van bouwrenovatie en – instandhouding. Van die kennis zou de bouwrenovatie markt en daarmee ook de zorg voor de monumenten meer kunnen profiteren dan nu het geval is, en dat eens te meer daar het zwaartepunt van die zorg geleidelijk verschuift van de traditionele restauratie naar renovatie en onderhoud en bovendien de “jonge” monumenten met een geheel eigen conserveringsproblematiek, in de zorg worden betrokken.

Probleem is echter, dat dit grote kennisaanbod niet zo gemakkelijk is te overzien en zich bovendien steeds aanpast. Het adagium “ bouwen is traditie “ gaat steeds minder vaak op, en dat geldt evenzeer voor renovatie - en onderhoudstechnieken.

Kwaliteit, bruikbaarheid en actualiteit van kennis staan daarbij voorop. De Nederlands -Vlaamse afdeling van de WTA kan daarbij een belangrijke rol spelen. De WTA beijvert zich voor onderzoek en de praktische toepassing daarvan op het gebied van onderhoud aan gebouwen en monumentenzorg.

Daartoe worden bijeenkomsten van wetenschapsmensen en praktijkdeskundigen georganiseerd, waar een specifiek probleem inzake onderhoud van gebouwen en duurzaamheid van gebruikte bouwmaterialen en methoden zeer intensief wordt onderzocht en aan de bestaande ervaring met studiewerkgroepen op onder meer het terrein van

HOUTBESCHERMING, OPPERVLAKTETECHNOLOGIE, METSELWERK, NATUURSTEEN en STATISCHE /DYNAMISCHE BELASTINGEN VAN CONSTRUCTIES. Deze werkgroepen hebben tot doel kennis en ervaringen uit te wisselen.

Resultaten worden vertaald in een richtlijn voor werkwijzen en behandelingsmethoden.

Gezien de kwaliteit en de heterogene samenstelling van de werkgroepen, kunnen die richtlijnen, zogenaamde Merkblätter, beschouwd worden als objectief en normstellend

Advisering inzake restauratie en onderhoud. Zij worden in brede kring verspreid door middel van publicaties in de vakpers en in het WTA-tijdschrift “Restoration of buildings and monuments” gepubliceerd dat aan alle leden 6x per jaar wordt toegestuurd.

Leden van de WTA kunnen aldus, door een actieve vertegenwoordiging in werkgroepen bijdragen aan de totstandkoming van dergelijke normstellende advisering.



In beginsel staat het lidmaatschap open voor allen die vanuit hun functie of belangstelling bij de bouw, restauratie en het onderhoud van gebouwen betrokken zijn. Werkgroepen worden samengesteld op basis van deskundigheid en ervaring van de participanten. Deelname is altijd vakinhoudelijk. Leden hebben het recht voorstellen te doen voor de op- en inrichting van nieuwe werkgroepen en gebruik te maken van door de WTA geleverde faciliteiten zoals een vakbibliotheek en enig administratieve ondersteuning.

Het betreft daarbij niet alleen advisering, maar ook het harmoniseren van de verschillende internationale technische regelgevingen. Voor een goed functioneren van zowel de opbouw uitmaken. Hiertoe biedt de Nederlandse tak van de WTA een uitstekende mogelijkheid.

Wanneer u belangstelling heeft voor de WTA of één van de hiervoor genoemde vakgebieden of werkgroepen kunt u met de WTA Nederland -Vlaanderen in contact treden.

Kosten van het lidmaatschap bedragen: € 170,--
per jaar per persoon,
Eenmalig inschrijfgeld van: € 25,--
Een ondersteunend lidmaatschap voor bedrijven en instellingen kost minimaal
€ 170,-- tot € 610,-- per jaar, al naargelang het aantal werknemers.
Eenmalig inschrijfgeld vanaf: € 25,-- tot € 150,--

WTA Nederland - Vlaanderen

Correspondentieadres Nederland

Secretariaat WTA
P/a Prins Bernhardlaan 26
5684 CE Best
Tel. : 0499 – 375289 / 396062
Fax : 0499 – 375006
e-mail : info@wta-nl-vl.org
Internet : www.wta-nl-vl.org

Correspondentieadres België

Mevr. Kristine Loonbeek
P/a Katholieke Universiteit Leuven
Departement Burgerlijke Bouwkunde
Laboratorium REYNTJENS
Kasteelpark Arenberg 40
3001 Heverlee
Tel. : 016 32 16 54
Fax : 016 32 19 76
e-mail : Kristine.Loonbeek@bwk.kuleuven.ac.be

COLOFON

Concept en eindredactie
WTA Nederland - Vlaanderen

© WTA en Auteurs 2004.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorblad:
P.J.H. Cuypers, Het Rijksmuseum, Schetsen en tekeningen (1863-1908)
Nederlands Architectuurinstituut, Rotterdam

Uitgever

WTA NEDERLAND - VLAANDEREN

© 2004 ISBN 90-76132-17-8



Nummer	Lijst verschenen syllabi	Jaar	ISBN nummer
1	Stad beeld	1992	
2	Nieuwe ontwikkelingen	1993	
3	Restaureren & Conserveren	1994	
4	Kleur bekennen	1994	
5	Hout	1996	
6	Gevelreinigen	1996	
7	Kalk	1997	90-76132-01-1
8	Metaal	1997	90-76132-02-1
9	Kwaliteit in de restauratie	1998	90-76132-03-8
10	Natuursteen deel 1	1998	90-76132-04-6
11	Natuursteen deel 2	1999	90 76132-05-4
12	Mortels in de restauratie	1999	90-76132-06-2
13	Pleisters voor restauratie en renovatie	2000	90 76132-07-0
14	Bereikbaarheid van monumenten	2000	90-76132-08-9
15	Schoon van binnen	2001	90-76132-09-7
16	Glas in lood	2001	90-76132-10-0
17	Scheuren in metselwerk en pleisters	2002	90-76132-11-9
18	Biodegradatie	2002	90-76132-12-7
19a	Zouten in natuursteen- en baksteenmetselwerk		
19b	Surface and structural consolidation of masonry	2003	90-76132-14-3
20	Authenticity in the restoration of monuments	2003	90-76132-13-5
21	Kleur,Pigment en Verf in Restauratie	2003	90-76132-15-1
22	Graffiti op monumenten: een last of een lust	2004	90-76132-16-x
23	Isolatie en klimaatbeheersing van monumenten	2004	90-76132-17-8

**Kosten per uitgave : € 25,--
exclusief verzendkosten.**

Best, 12 november 2004.