

NOVEMBER EDITIE 2004  
P2A9026

84

SAMENWERKINGSVERBANDEN

DOSSIER LED-VERLICHTING

HUISWERK ARCHITECTEN

ST PAUL'S CATHEDRAL, LONDEN

GEBOUWSLUITINGSYSTEMEN

6,25 EUR (EXCL. BTW) - VERSCHIJNT 6X PER JAAR,  
IN FEB, APR, JUNI, SEPT, NOV EN DEC

VAKBLAD VOOR DE ARCHITECT

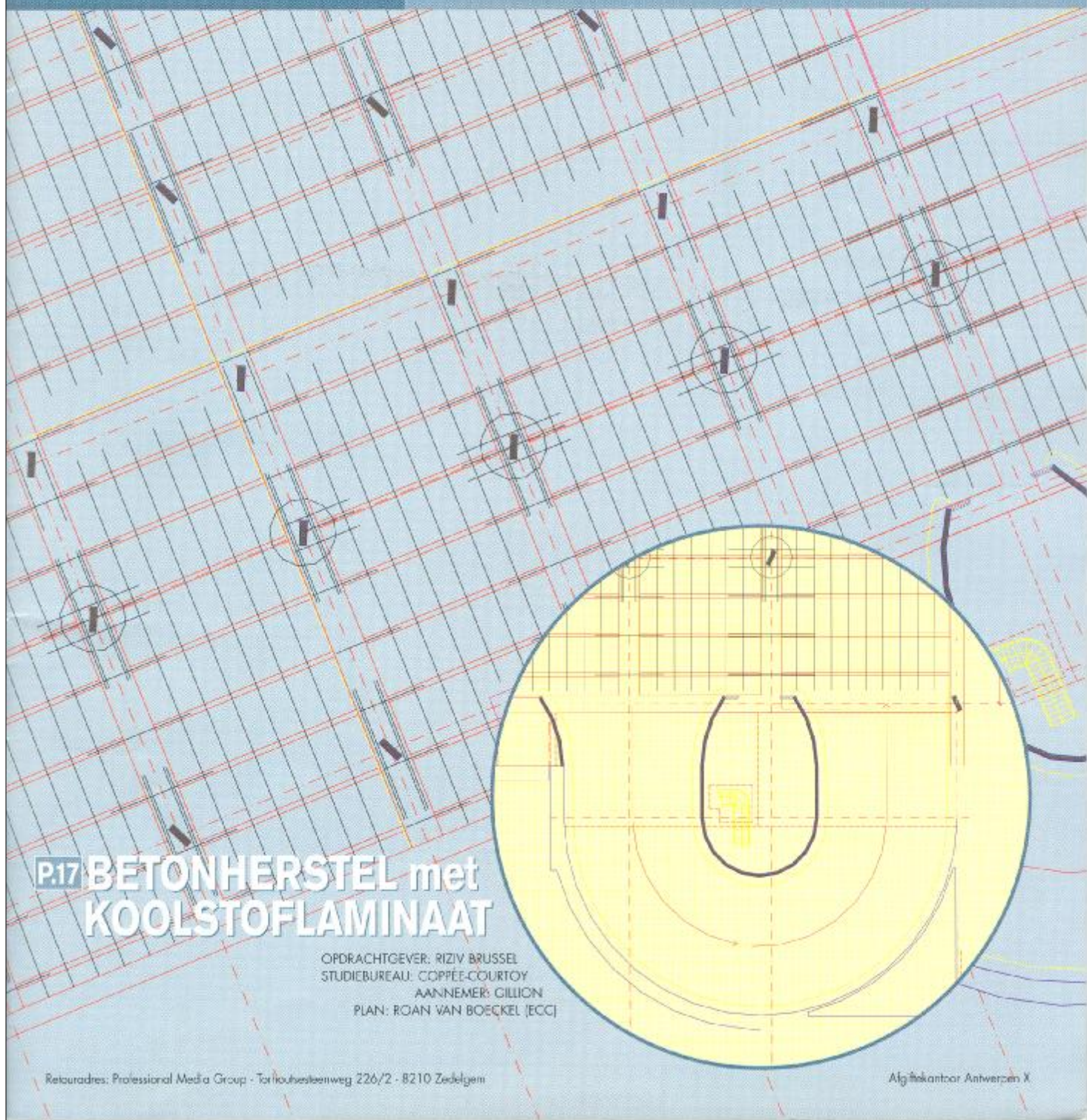
@ www.br-architect.be  
www.nav.be

ONTVANGEN

8 NOV 2004

NAV

# Architect



## P.17 BETONHERSTEL met KOOLSTOFLAMINAAT

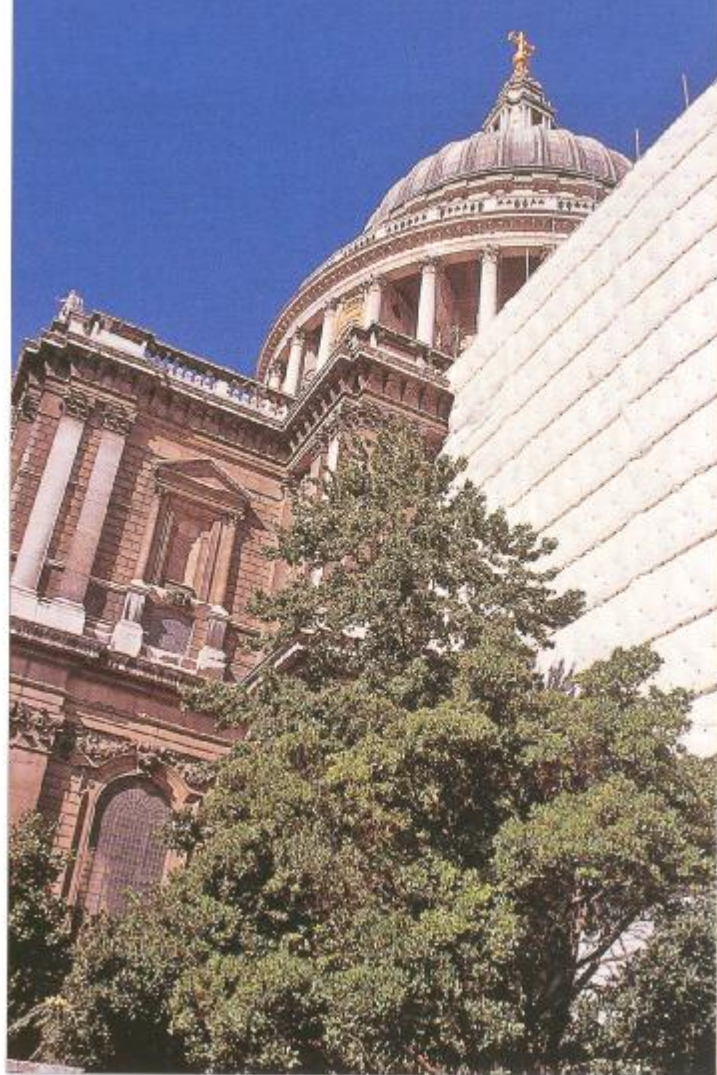
OPDRACHTGEVER: RIZIV BRUSSEL  
STUDIEBUREAU: COPPÉE-COURTOY  
AANNEMER: GILLION  
PLAN: ROAN VAN BOECKEL (ECC)

# BELGISCH SYSTEEM REINIGT ST PAUL'S CATHEDRAL

LONDEN KIEST EFFICIËNTE SPUITTECHNIEK VOOR 60.000 M<sup>2</sup> STEEN

Na 3 eeuwen vervuiling was de prestigieuze Londense kathedraal toe aan een grondige opknapbeurt. Een internationaal team van restauratie-experts ging op zoek naar een efficiënte én betaalbare reinigingsmethode. Voor de hele oppervlakte van 6 hectare binnenwand werd gekozen voor een nieuwe spuittechniek, ontwikkeld door de Belgische firma FTB Restoration in samenwerking met het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium. Uw vakblad sprak met de productontwikkelaars, de restauratie-experts, de aannemer én de Londense architect die dit huzarenstukje in goede banen leidt. Een verslag over de voor- en nadelen van deze revolutionaire techniek, de gedegen uitvoering en de creatieve oplossingen van de uitvoerders voor de talloze hindernissen bij zo'n grootschalig project...

Door Mieke Bonnereis



De 60.000 m<sup>2</sup> kalksteen van St Paul's Cathedral was bedolven onder een zwarte laag stof en sedimenten uit de Londense stadslucht zoals diesel en koper, het resultaat van drie eeuwen nietafnemende pollutie

## Probleemstelling

### • VERVUILING

De binnenmuren van St Paul's Cathedral waren tot enkele jaren geleden erg vervuild. De 60.000 m<sup>2</sup> kalksteen was bedolven onder een zwarte laag koarsiet, stof en sedimenten uit de Londense stadslucht zoals diesel en koper, het resultaat van drie eeuwen niet-affnende pollutie. Bovendien was het interieur van dit gigantisch bouwwerk gedurende 30 jaar blootgesteld aan de gure weersomstandigheden van het Britse klimaat. Martin Stancliffe, huisarchitect van St Paul's Cathedral: "In tegenstelling tot het gebruikelijke bouwen in fases bij kathedraal werd de St Paul's in één keer gebouwd, waarbij het

vollidige dak pas aan het einde van drie decennia bouwwerken geplaatst werd. Dit betekende dat de binnenwanden dus al sterk vervuild waren op het moment van de opening in 1710. Om die reden had Sir Christopher Wren,

**DE PASTA VORMT EEN GEMAKKELIJK AFPELBARE FILM WAARIN DE VERVUILING BLIJFT KLEVEN**

architect van de kathedraal, drie-ogen olieverf op de kalksteen laten zetten. Pajingen in de daaropvolgende eeuwen om deze olieverf te verwijderen leidden echter niet tot de gewenste

resultaten, waardoor ook hiervan nog sporen te vinden waren."

### • ZOEKTOCHT NAAR METHODES

Martin Stancliffe: "Gedurende een heel jaar hebben we gezocht naar het ideale systeem voor de reiniging. Er waren dan ook heel wat vereisten waaraan de te gebruiken techniek moest voldoen. In de eerste plaats moest de methode technisch een goed resultaat opleveren, met een voldoende reiniging, maar zonder aantasting van de kalksteen. Ten tweede moest het reinigingssysteem uiteraard kosten efficiënt zijn. Een derde, minder evidente, eis was bovendien dat we wilden dat de kathedraal toegankelijk bleef tijdens de werken, zonder al te veel overlast voor de bezoekers."

## Oplossing

### • REINIGINGSPRINCIPE

Uiteindelijk viel de keuze op een techniek die gebruik maakt van een droge reinigingspasta. Deze werd ontwikkeld door de Belgische firma FTB Restoration en in samenwerking met dr. Eddy de Witte van het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium aangepast aan de specifieke eisen van St Paul's Cathedral. Dit reinigingssysteem is gebaseerd op het principe dat schadelijke of esthetisch storende producten mechanisch (bij type I) of chemisch (bij de andere types) opgenomen worden in een gemakkelijk te verwijderen film. Concreet betekent dit dat het product in pastavormige toestand wordt aangebracht, waarna het

## PROJECTGEGEVENS

BOUWTEAM		ADVIES	UITVOERINGSTERMIJN		OVERIGE DATA
Bouwheer	St Paul's Cathedral Foundation (GB)	Consultant conservator (GB)	Start studies	1993	Budget (incl. BTW en taksen) 10,8 miljoen pond
Architect	Martin Stancliffe (GB)	D. Carthy	Start werken	mei 2001	
Aannemer	Nimbus Conservation Ltd (GB)	Koninklijk Instituut Kunstpatrimonium (B)	Einde werken	2005	Te reinigen oppervlakte 60.000 m <sup>2</sup>
Leverancier	FTB Restoration (B)	E. de Witte	Totaal	4 jaar	

TECHNISCHE GEGEVENS KOEPELSTELLING

EIGENSCHAPPEN

Materiaal	Aluminium
Gewicht	64 ton
Kostprijs	± € 1 miljoen

OPBOUW

Opbouwtijd	4 à 5 maand (enkel nachtwerk)
Concept	Spievormige stelling met 3 grote rigide platforms
Steunpunten	Rust met 2 armen op fluistergalerij
Plaatsings-techniek	2 armen met 3 touwen opgetrokken aan lantaarn, daarop verder opgebouwd

BIJZONDERHEDEN

Rotatiesnelheid	Kan op 1 nacht zo'n 9 m verder draaien
-----------------	--



Doordat de draaibare stelling slechts één kwadrant van de koepel inneemt, blijft die grotendeels zichtbaar voor de bezoekers

tijders de droging een gemakkelijk afpelbare film vormt waarin roet en andere vervuiling blijft kleven. De vervuiling die chemisch verankerd is tref de ondergrond wordt hierbij opgelost door het toevoegen van complexen in de pasta. Voor de types die complexen bevatten, wordt de droogtijd aangepast zodat het reinigingseffect maximaal is.

• OMSCHRIJVING

Het hierbij gebruikte product, dat de merknaam Arte Mundit® draagt, is een witte, zachte pasta op basis van gemodificeerde natuurlijke rubber, die nagenoeg geen ammoniak bevat (< 0,005%). Verder bevat dit filmvormend product EDTA en een aantal additieven in een licht alkalisch milieu. EDTA is een chemisch product dat organische bindmiddelen afbreekt, terwijl de additieven de stabiliteit van het product op lange termijn verzekeren. Bovendien maken ze het ook mogelijk de droogtijd aan te passen aan de specifieke werkstandigheden. Geen enkele van deze chemische additieven kan reageren met de ondergrond: ze verdampen, geurende het droogproces of worden vastgehecht in de droge film. De concentratie van complexen wordt hierbij aangepast naar gelang de vervuilingsgraad en de te reinigen ondergrond (marmer, natuursteen, baksteen, beton, cement, gips...). Zo ben je zeker van een maximale reiniging zonder aantasting van de steen. De faor kan bepaald welk type zal worden toegepast,

afhankelijk van de graad van vervuiling.

• TOEPASSING

Deze techniek kan je gebruiken voor het wegnemen van stof, roet, nicotine-aanslag en andere stoffelijke vervuiling op binnenwanden, plafonds, vloeren, stukwerk, natuursteen, marmer, beton, baksteen, bepleistering, gipsen beelden, glad hout,.... Hierbij moet aan volgende voorwaarden voldaan zijn:

- De ondergrond moet droog zijn,

OP ÉÉN NACHT KAN DE HELE STELLING IN DE KOEPEL 9 M DRAAIEN

of eventueel licht vochtig, je mag dus zeker geen waterdruppels noch oppervlakocondensatie aantreffen.

- De minimale verwerkingstemperatuur is 8 °C. Bij strenge koude is er namelijk geen goede filmvorming, waardoor je het product niet langer vlot kan verwijderen.
- Je mag anderzijds ook niet werken op hete oppervlakken. Hierdoor kan deze methode doorgaans niet buiten gebruikt worden. Enkel in uitzonderlijke klimaatomstandigheden lukt dit wel.

Eigenschappen

We zetten hieronder even de voor- en nadelen op een rijtje:

- Doordat deze techniek geen gebruik maakt van water, vermij-

je ook eventuele wateroverlast. Dit betekent dat er geen risico's zijn voor schimmelvorming noch voor beschadiging van onderliggende kunstwerken.

- Aangezien de exacte mengeling steeds op maat gemaakt wordt, is er geen aantasting van het te reinigen oppervlak, zelfs niet bij gipsrestauraties. Het product kan dus op zowel alle ondergronden toegepast worden, en dit telkens met hoog rendement.
- Er is geen chemische bewerking: de aanwezige zouten worden niet terug in de steenmassa opgelost.
- Niet alleen worden ook de diepe proferingen schoongemaakt, zelfs de poriën krijgen een reiniging, in de St Paul's Cathedral gaven testresultaten van RX-opnames aan dat alle koperdeeltjes die zich uit de vervuilde Londense steen ucht op de stenen hadden vastgezet, verwijderd waren.

Het product is gebruiksvriendelijk. Doordat het ook machinaal kan verspaten worden is een zeer hoog rendement haalbaar. Voor interieurs met grote gevelvlakken is deze techniek dus erg efficiënt. Voor oppervlakken met extreem veel reliëf neemt het verwijderen van de film uiteraard iets meer tijd in beslag, maar blijft het rendabel (zie verder).

- De gepolymeriseerde film is onschadelijk voor het milieu, tenzij het opgenomen vuil giftige bestanddelen bevat.
- Zoals bij alle producten op maat ligt ook bij deze droge reinigingspasta de prijs een stuk hoger dan andere, gelijkwaardige

systemen op de markt. Door de uitgebreide research bij elk project is het rendement echter hoger, het behaalde resultaat beter en het risico op aantasting lager.

Studie

Davia Odges, zaakvoerder van aannemersbedrijf Nimbus Conservation Limited: "Het eerste probleem waarmee we geconfronteerd werden was het bepalen van de kost. De kathedraal is namelijk immens groot, en het is moeilijk in te schatten hoelang de werken zouden duren. Gelukkig zijn we hiervoor bijgestaan door de leverancier van het product. Volgende opgave was een team

**CHEMICA I. DE WITTE: "OOK TIJDENS DE WERKEN DOEN WE GEREGLD TESTS. WE NEMEN DAN OOK DE VOLLEDIGE VERANTWOORDELIJKHEID VOOR EEN CORRECTE UITVOERING OP ONS"**

samenstellen dat dit project kon volbrengen. Dit was niet zo evident, aangezien je erg enthousiaste mensen nodig hebt die de moed niet laten zakken als ze nog maar eens beginnen met de reiniging van een volgende hectare muuroppervlak." Eens deze hindernissen genomen waren, volgde nog een onderzoekstase,

PRODUCTOMSCHRIJVING

PRODUCTSAMENSTELLING	PRODUCTEIGENSCHAPPEN	DROOGTIJD	REK BIJ BREUK*
Gemodificeerde natuurlijke rubber, filmvormende fixatropieringsmiddelen vullabsorberende additieven	Densiteit	0,94 – 0,99	Bij 20 °C en 65% R. V. 3 u 65% R. V.
	Zuurtegraad	10 Ph	Bij 20 °C en 95% R. V. 22 u 80% R. V.
	Ammoniakconcentratie	< 0,005 %	Bij 10 °C en 65% R. V. 22 u
	Optimale laagdikte	1 à 2 mm	Bij 30 °C en 65% R. V. 2,5 u
			* na 24 u bij 20 °C, tractie 250 mm/min

## RENOVATIE

*Naast. Onder deze plastic folie wordt nog een stuk 'vulle steen' bewaard. Daarvoor: De latexfilm van 1 à 2 mm dik is opgedroogd en klaar voor verwijdering, het deel boven en rechts is af gereinigd*

waarbij gezocht werd naar de geschikte productsamenstelling. Chemica 1, De Witte van FT3 Restoration: "Het is absoluut noodzakelijk dat we op een proefoppervlak eerst een aantal tests kunnen uitvoeren waarbij we verschillende types uitproberen. De resultaten hiervan worden dan ter goedkeuring voorgelegd aan de architect en het bestuur. Vervolgens raden we steeds aan nog een staal van het gekozen mengsel op het proefvlak te testen, vooraleer over te gaan tot de volledige reiniging.

Ook tijdens de werken blijven we geregeld tests doen om te controleren of het gewenste resultaat bereikt is. We nemen dan ook de volledige verantwoorde ijk-eid voor een correcte uitvoering op ons."

### Vorbereiding

#### • STELLING

David Odges, Nimbus: "Een grote moeilijkheid bij de uitvoering van een dergelijk werk bestaat eruit dat je iedere cm<sup>2</sup> van de muren moet kunnen bereiken, ook de vlakken in holtes en op uitstekende

restauteurs een stuk afgewerkt, dan wordt de stelling gedraaid. Op één nacht kon de hele constructie ongeveer 9 m roteren! Meer info hierover vind je in de tabel.

#### • AFSCHERMEN

Vooraleer de werken beginnen is het erg belangrijk dat alles goed bedekt en afgesloten is. Sam Lenders, uitvoerend werknemer bij Nimbus: "Het afschermen, bedekken én beveiligen neemt anderhalve week in beslag voor een oppervlakte van 300 à 600 m<sup>2</sup> voor 5 personen."

#### • STOFZUGEN

David Odges: "Alles was bedolven onder het stof. Ook op de verticale stukken, en zelfs op de gebogen plafonds treffen we een dikke laag stof aan. De koepel werkt namelijk als een schouw, waardoor stofdeeltjes op de gewelven terecht komen." Sam Lenders, Nimbus: "Eerst stofzuigen we de vuile stenen, waardoor de dikste laag stof verwijderd werd. Bijkomend voordeel hierbij is dat je al ziet waar er eventueel losse stenen zitten. Met drie à vier personen stofzuigen we ongeveer één à anderhalve week voor een oppervlak van 300 à 600 m<sup>2</sup>."

**D. ODGES, NIMBUS: "EEN GROTE MOEILIKHEID BIJ DE UITVOERING VAN EEN DERGELIJK WERK BESTAAT ERIN DAT JE IEDERE CM<sup>2</sup> VAN DE MUREN MOET KUNNEN BEREIKEN, OOK DE VLAKKEN IN HOLTES EN OP UITSTEKENDE DELEN"**

deën." Dit vergt bijzonder veel aandacht bij het plaatsen van stellingen. Om de bezoekers niet te storen moet het opzetten en verplaatsen van de steigers bovendien 's nachts gebeuren. Bijkomend probleem was de koepel. D. Odges: "Het zoeken naar een geschikte oplossing voor de koepel nam heel wat tijd in beslag. Uiteindelijk kwam de Britse stellingontwerper Ray Gold van de firma Palmers Group met een brilant idee. Ze bouwden een stelling die steunt op een kruisvormige constructie, die op haar beurt gedragen wordt door de 'Whispering Gallery'. Doordat de stelling slechts één kwadrant van de koepel inneemt, blijven de gewelven voor driekwart zichtbaar voor de bezoekers. Hebben de

### Applicatie latexfilm (1)

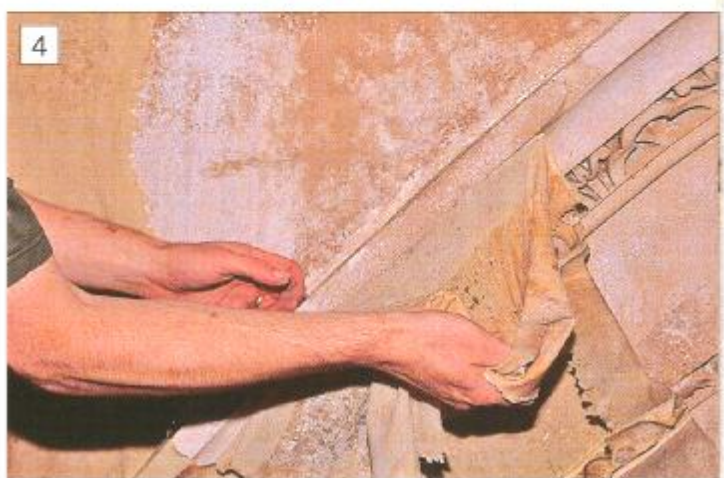
#### • WERKOMSTANDIGHEDEN

Het is belangrijk steeds te werken in voldoende geventileerde ruimten. Bij het spuiten dragen de uitvoerders bovendien best handschoenen en beschermende kledij. Om de bezoekers aan de kathedraal zo weinig mogelijk te storen gebeurt het aanbrengen van de latexfilm hier uitzonderlijk 's nachts.

#### • UITVOERINGSMETHODE

Je kan de kant en klaar geleverde pasta manueel of machinaal laten aanbrengen. Belangrijk is dat er een ronddraaiende beweging is waardoor het vuil uit de ondergrond zich in de pasta mengt, waarin het door een wisselwerking van de vloeibare bestanddelen in het product wordt opgenomen. Het eindresultaat moet een homogene goede laag zijn, waarin het vuil geïncorporeerd is. Sam Lenders: "Voor een oppervlak van zo'n 300 à 600 m<sup>2</sup> (afhankelijk van hoeveelheid profileringen) hebben we één 'spuitweek' nodig. Een spuitweek omvat drie nachten waarin we telkens alle materiaal

*Naast en daarboven: Eerst wordt de gedroogde pasta losgemaakt aan de randen. Zodra je een iets groter oppervlak hebt, kan deze film gewoon afgepeeld worden, ook bij geprofileerde oppervlakken.*



## RENOVATIE

Naast: Vooral bij sterke concentraties is het heel belangrijk na te spoelen met water; daaronder: Voor complexe oppervlakken en randen, verwijderd men de laatste resten met daarvoor geschikte borstels

naar boven brengen, vier uur spuiten en opruimen."

### • LAAGDIKTE

De dikte van de latexpasta hangt af van de complexiteit van de steen. Om een gelijkmatige spreiding te verkrijgen moet de aannemer bij diep uitgehouwen delen fijnere cruppels gebruiken dan op grote vlakken.

Dit is van essentieel belang om een vlakke verwijdering van het pakket achteraf mogelijk te maken. De totale laagdikte moet 1 tot 2 mm zijn voor het beste resultaat. Bij deze laagdikte is de oppervlaktespanning namelijk optimaal om de film los te maken zonder dat de steen meekomt.

Dunnere lagen neigen bovendien al vlug tot scheuren bij het verwijderen, en dickere lagen worden te slug.

Voor gesculpteerde oppervlakten moet je er extra op letten dat de laagdikte van de film beperkt is in de concave holtes.

Deze mogen namelijk nooit ogevuuld worden met product.

### Verwijderen latexfilm (2-3)

De droogtijd varieert van enkele uren tot maximaal 72 uur; afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de

### PAS NA VOLLEDIGE DROGING MAG DE ELASTISCHE, NEUTRAAL GEWORDEN FILM VERWIJDERD WORDEN

vochtigheid. Doorgaans moet je rekenen op een tijdspanne van 24 uur. De crèmekleurige pasta wordt tijdens het drogen echter doorschijnend. Heeft de film zijn egale transparante kleur gekregen, dan is dit dus een indicatie dat de film droog is. Pas na volledige droging mag de elastische, neutraal geworden film verwijderd worden. Hiertoe begint men aan de randen door de gedroogde pasta met de vingers los te rollen. Zodra er een iets groter oppervlak los zit, kan de gedroogde laag rustig van de ondergrond gehaald worden. Het afgepelde vel kan dan gemakkelijk tot een bal gevormd worden, en vormt zo het enige afval. Sam Lenders: "Eenzijds moet je de pasta er lang genoeg oplaten, zodat alle vuil er in is opgenomen en je hem

er vlot af krijgt. Anderzijds mag je de latexfilm er echter niet te lang oplaten. Wacht je te lang, dan gaat het verwijderen namelijk moeilijker, en dus ook een stuk trager. Voor het verwijderen van de film op het reinigen van zo'n stuk van 300 à 600 m<sup>2</sup> werken wij gemiddeld gedurende 2,5 dagen met 2 mensen."

### Nabehandeling (4-6)

Nadien kan de restaurateur het oppervlak reinigen met een zachte, licht bevochtigde vod. Vooral bij sterke concentraties, of

**SAM LENDERS, NIMBUS: "EERST STOFZUIGEN WE DE VUILE STENEN, WAARDOOR DE DIKSTE LAAG STOF VERWIJDERD WERD. BIJKOMEND VOORDEEL IS DAT JE AL ZIET WAAR ER EVENTUELE LOSSE STENEN ZITTEN"**

bij zware vervuiling, bijvoorbeeld door olievet zoals hier, is dit heel belangrijk, zodat alle restanten van het product zeker weg zijn. Bij een normale vervuilingsgraad is dit echter niet noodzakelijk. Voor complexe oppervlakken met groot reliëf kunnen de laatste resten weggewerkt worden met daarvoor geschikte borstels. De vrijgemaakte steen wordt verder schoon gemaakt met een spons, waarbij slechts een minimale hoeveelheid water gebruikt wordt. Door de extreme vervuiling heeft één persoon voor één vierkante meter beeldhouwwerk hier ongeveer drie uur nodig voor een correcte nabehandeling.

### Afwerking (7)

Doorgaans volstaat één behandeling met de latexfilm. Bij bepaalde stenen kan echter ook een tweede laag nodig zijn, hoewel dit zelden voorvalt. Waar nodig kunnen de stenen dan gerepareerd worden. Om een homogeen resultaat te bekomen is het mogelijk de ondergrond te herschilderen of een andere decoratieve afwerking aan te brengen. Tot slot wordt van elke behandeling de omvang en het type opgetekend in een rapport voor toekomstig gebruik. □

Midden: Is verder schoonmaken nodig, dan mag slechts een minimale hoeveelheid water op de spons; Naast: de wand na reiniging

