



4TU-Bouw Lighthouse project

‘Re-printing architectural heritage’

Additive Manufacturing (3D-printen) technologie is wereldwijd een fenomeen geworden, ook voor het domein van ‘erfgoed’. Het wordt op dat vlak steeds meer gezien als een snelle en kosteneffectieve manier om architecturale structuren te restaureren. De technologie kan ook worden ingezet om verdwenen of vernietigd cultureel erfgoed te reproduceren, bijvoorbeeld in geval van conflicten of schade door milieurampen. Het 4TU project ‘Re-printing architectural heritage’ nam de Hippolytuskerk in het Nederlandse dorp Middelstum, als case study om de grenzen van de bestaande technologie te verkennen en onderzoek te doen naar de mogelijkheden van het 3D-printen van cultureel erfgoed. Architectuurhistorici, modelbouwexperts en wetenschappers van de universiteiten van Delft en Eindhoven hebben zich in dat verband beziggehouden met diverse aspecten van 3D-printen, met het doel verschillende onderdelen van de 15e-eeuwse kerk te reproduceren. Zo werden de beschikbare technieken getest om een muurschildering te reproduceren in een van de gewelven van de kerk, zo getrouw mogelijk aan oorspronkelijke materiaal, de kleuren en de microstructuur. Het project geeft een beeld van uitdagingen en mogelijkheden van de hedendaagse 3D-printtechnologie voor het 3D-printen van erfgoed.

Door nieuwe technologische ontwikkelingen op het gebied van 3D-scannen en 3D-printen te combineren met onderzoek op het gebied van architectonisch ontwerp, wilde het projectteam materiaalreproducties van architecturaal erfgoed kunnen maken.

Uiteindelijk selecteerde het team een schilderij van een engel, in een gewelf bij het koor. Het schilderij toont het laatste oordeel en maakt deel uit van een reeks scènes van Albrecht Dürer.

Tijdens het proces van scannen en afdrukken van de sectie kwamen de onderzoekers verschillende uitdagingen tegen, variërend van de onmogelijkheid van de scantechnologie om de bestaande scheurtjes in de vereiste resolutie vast te leggen, tot de hoge kosten van speciaal afdrukken met bepaalde materialen en de beperkte mogelijkheden voor het combineren van druktechnieken voor een dergelijke complexe structuur

Dunne film

Omdat er geen printtechnologie is die een kleur op een niet-vlak oppervlak kan aanbrengen, is onderzocht of het mogelijk zou zijn het schilderij op een dunne film te drukken en dit over een 3D-geprinte structuur met zichtbare microstructuren aan het oppervlak aan te brengen. In principe moet de filmafdruk rekening houden met de vervorming op basis van oneffenheden en krommingen op het oppervlak. Hoewel het in principe mogelijk is om een computermodelvervorming te genereren is vooralsnog besloten dit aspect voor dit proefproject te negeren.

Het printen van de structuur en dat van de film werden dus gescheiden. Vervolgens is geëxperimenteerd met materialen voor 3D-structureel (niet-gekleurd) 3D-printen. Het CAMlab van de TU Delft produceerde een eerste gipsen testafdruk zonder kleur, wat een goede eerste indruk geeft van de oppervlaktestructuur. De onderzoekers ontdekten dat de dunne lijnen geproduceerd door de gipsafdruktechnologie onvoldoende waren om de textuur van een muropervlak weer te geven. Aanvullende testafdrukken werden geproduceerd door QUBICX om te experimenteren met verschillende materialen.



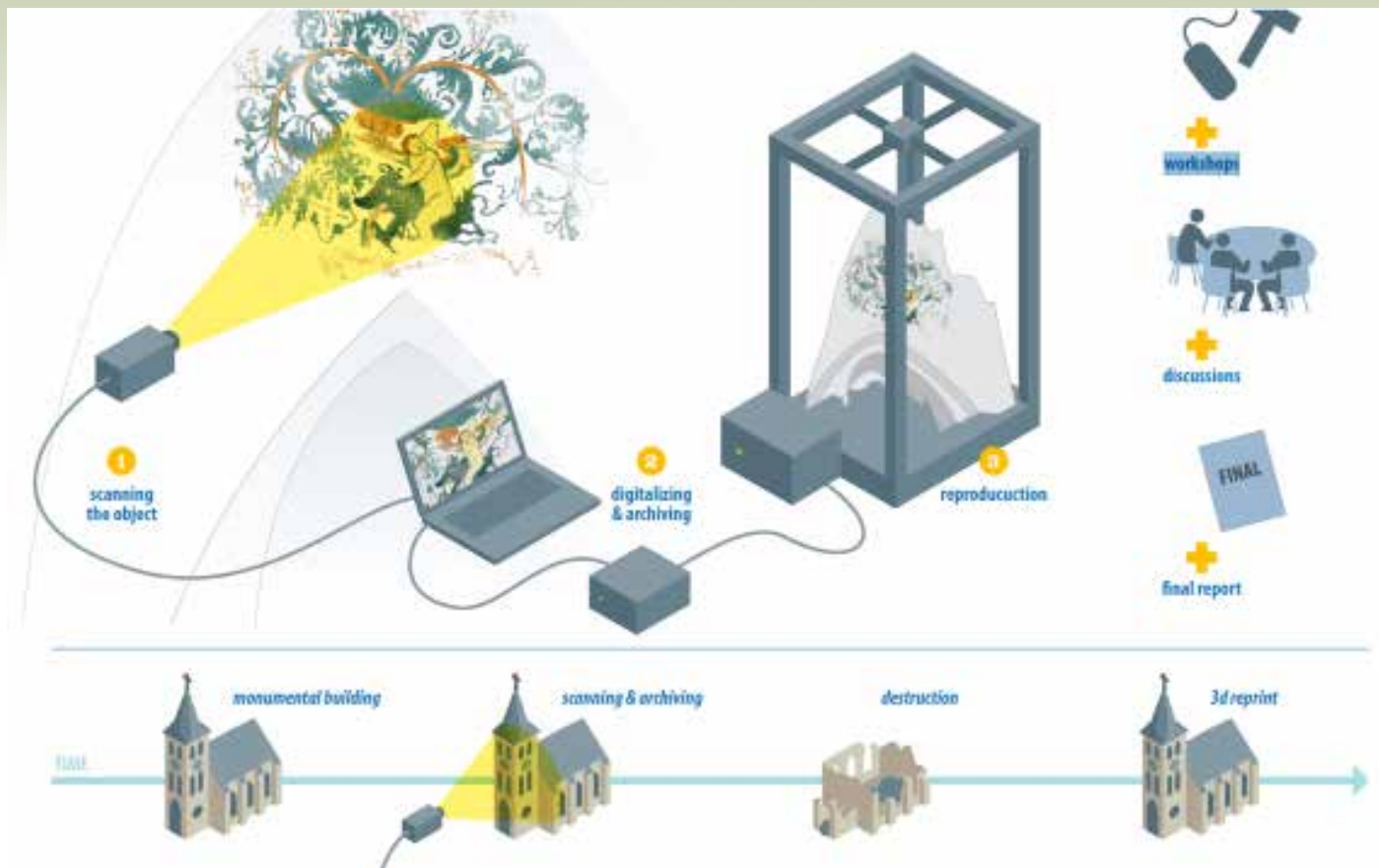
Twee methodes

Er zijn twee methodes getest: één met MultijetPrinting, een ander met Selective Laser Sintering.

In het eerste geval werd een gekleurd zandsteenmodel geproduceerd op de 3D-systemen ProJet660Pro. De printer bouwt het model laag voor laag en brengt een dunne laag gipspoeder op de printtafel aan. Het gekleurde bindmiddel wordt afgedrukt op de gipsen laag, volgens de vormen van het model voor die specifieke laag. Het bindmiddel wordt afgedrukt op het gips met behulp van een inkjetprint-techniek. Dit systeem wordt ook wel MultijetPrinting (MJP) genoemd. Het kleurbindmiddel reageert met het gipspoeder dat het materiaal hardt.

Nadat de afdruk is voltooid, wordt het niet-gebonden, ongebruikte gips verwijderd voor hergebruik. Het afgedrukte object wordt vervolgens chemisch nabewerkt wat resulteert in levendige kleuren en een sterk model.

Het tweede model werd afgedrukt met PA12 wit (nylon) geproduceerd op een EOSint P770 SLS 3D-printer. Het PA12-poeder wordt laag voor laag op de printtafel op dezelfde manier als het eerste model verspreid. Alleen deze keer wordt het materiaal gebonden door het gebruik van laserstralen. Het resultaat is een zeer nauwkeurig en sterk model. Deze techniek wordt ook wel **Selective Laser Sintering (SLS) genoemd**.



Beide objecten hadden de kwaliteiten die nodig zijn om als onderstructuur te dienen. Om de kosten van het afdruckmateriaal te verlagen, is besloten om het stuk uit te hollen en een honingraatchtige rugstructuur aan te brengen.

Voor de voorkant kwamen verschillende opties in aanmerking. Inkjet bleek geen optie en uiteindelijk werd ervoor gekozen om de uiteindelijke kleuren en texturen op een dunne flexibele folielaag (50 micron) te drukken en deze over de solide 3D-structuur aan te brengen, die in dit geval alle microstructuren en korrels zichtbaar laten. Lastig was evenwel om de glans van het materiaal zoveel mogelijk te verminderen, zodat het uiteindelijke resultaat de uitstraling behoudt van de kerkmuur. Om die reden is een extra matte laag aangebracht.

Een 3D-testafdruk bestaande uit vier panelen werd voor het eerst tentoongesteld op de Gevel 2018 in Rotterdam in (januari 2018). Sindsdien is het op twee andere evenementen aan het publiek getoond.

Uitdagingen

Door 3D-printing te combineren met een folie-opervlaktebehandeling kunnen

conservatoren experimenteren met reconstructies van schilderijen uit verschillende tijdsperiodes, in vergelijking met het origineel. Zo'n vergelijking is vooral effectief wanneer de afdruk vanaf een bepaalde afstand wordt bekeken.

Er rest echter nog een aantal uitdagingen. Zo behoudt de folie een bepaalde glans die niet overeenkomt met de oorspronkelijke plafondschildering. Bovendien blijken de vier panelen die in de structuur samenkomen, vervormd tijdens het droogproces en blijven de scheidingslijnen zichtbaar, ondanks dat de folie ze bedekt. Dit probleem is gedeeltelijk te wijten aan de dunheid van het werkstuk, waarvoor in dit geval is gekozen om kosten te besparen. Voorstellen voor een 3D-print van een Middelstum-kerkgewelf op basis van een nieuw ontwerp, zouden kunnen leiden tot een puzzelachtig systeem dat de oorspronkelijke versiering van de kerk nabootst. Een dergelijke aanpak zou kunnen worden gevolgd in toekomstig onderzoek en zou rekening houden met de specifieke materiële en technische kwaliteiten van 3D-prints.

De technologie die in dit project wordt gebruikt, is overigens niet de enige die

door het team is uitgetoetst. Onderzoek naar een proef 3D-print van een deel van de Gouden Zaal in het Maurits-huis zal in een volgende editie van Innovatieve Materialen aan de orde komen.

Tekst: 4TU Bouw

Met dank aan Dick Vlasblom, QUBICX, prof. Carola Hein, hoogleraar Architectuur & Stedenbouw Geschiedenis - Afdeling Architecture, TU Delft

Credits:

- Delft University of Technology: prof.dr.ir. Carola Hein, dr. Michela Turrin, prof.dr.ir. Joris Dik, John Hanna, Miktha Alkadri, Serdar Asut, Prof.Dr.-Ing Ulrich Knaack, Peter Koorstra
- Eindhoven University of Technology: prof.ir. Juliette Bekkering, ir. Barbara Kuit - Cultural Heritage Agency of the Netherlands: Albert Reinstra
- National Archives : Angela Dellebeke
- 3iD: Dave Vanhove
- QUBICX: Dick Vlasblom
- Foundation for Old Groningen Churches: Jur Bekooy
- BLOMSMA PRINT&SIGN: Ron Teeuw -4Visualization: Valentin Vanhecke
- 3M Netherlands: Wim Oostveen