

Toepassing van Rapid Prototyping in de architectuur.

Ing. W.H. Vonderhorst, B. Sümer, Mercatel Groep BV.

Volgde de invoering van 3D-CAD programma's in de architectuur een aantal jaren na de automobiel- en kunststoffenindustrie, nu lijkt een soortgelijke ontwikkeling opnieuw waarneembaar bij de toepassing van rapid-prototyping technieken.

Ruim een decennium maakt de automobiel- en kunststoffenindustrie inmiddels gebruik van het zogenaamde "Rapid Prototyping" (RP) bij de fabricage van driedimensionale modellen. Deze modellen worden voor uiteenlopende doeleinden gebruikt, zoals constructieve controle, productdemonstraties, functionaliteitsproeven, etc. De toepassing van RP werd opgelegd door de toenemende druk om de productontwikkelingstijd te verkorten, de marktintroductie te versnellen en de kosten van de productontwikkeling nog verder te verlagen. Met behulp van rapid-prototyping is het namelijk zelfs mogelijk om complexe vormen binnen enkele uren te bouwen, zodat deze, na eventueel te zijn nabewerkt, snel kunnen worden gebruikt. In de architectuur wordt maquettebouw gebruikt voor de presentatie van een ontwerp in het kader van de ontwikkeling van een project; dit om investeerders en bouwers te overtuigen of om verschillende alternatieven bespreekbaar te maken. In beide gevallen biedt rapid-prototyping een significante uitbreiding van de mogelijkheden.

Technieken.

Onder "Rapid Prototyping" (RP) worden de technieken verstaan die 3D-CAD bestanden in drie dimensionale vorm realiseert. De eerste stap in dit proces is dat het 3D-CAD model door de computer elektronisch in dunne plakken wordt opgedeeld. Vervolgens worden deze plakken door een machine laag voor laag uit een kunststof weer opgebouwd. Als voorbeeld noemen wij stereolithografie, een van de eerste technieken van rapid-prototyping. Hierbij bevindt zich een bouwplaatvorm in een bak met vloeibare hars. Het plaatvorm gaat omhoog tot het oppervlak van de kunsthars, daarna belicht een laserstraal punt voor punt het gehele oppervlak van de eerste laag, waardoor het hars plaatselijk uithardt. Na voltooiing van de laag zakt het bouwplaatvorm een laagdikte, waardoor het vloeibare hars een nieuwe laag vormt boven de eerste laag; opnieuw belicht de laser het vloeibare hars en dit hardt uit in de vorm van de tweede laag, waarbij zich de lagen gelijktijdig verbinden. Zodoende ontstaat van beneden naar boven, laag voor laag, een 3D-model.

Voorwaarden.

Ook voor toepassing van rapid prototyping in de architectuur geldt dat een volledige 3D-ontwerpfile beschikbaar moet zijn, een 2D-file is in dit geval niet bruikbaar. Voor het aansturen van rapid-prototyping machines moet de 3D-file naar een STL- of IGES file worden omgezet. Dit is momenteel bij alle gangbare 3D-CAD programma's mogelijk. De aldus verkregen STL- of IGES files kunnen eenvoudig per e-mail worden verstuurd.

Voordelen.

Toepassen van rapid-prototyping biedt de volgende voordelen bij het vervaardigen van modellen:

- modellen van complexe vormen worden mogelijk, zoals 3D-gekromde vlakken, gedetailleerde onderdelen en indelingen in binnenruimtes
- vervaardiging van maatnauwkeurige modellen op verschillende schaal
- 3D-CAD modellen van toeleveranciers kunnen worden gebruikt voor maatcontrole van inbouwdelen en vergelijking van verschillende varianten van aanbouwen op het basisgebouw (bijv. balkons en trappen)
- controle op de constructie aan de hand van het model en het makkelijker herkennen van optimaliseringsmogelijkheden
- verbeterde communicatie tussen de verschillende betrokkenen in het bouwproces
- voorkomen van misverstanden c.q. fouten, een optisch waarneembaar object is duidelijker dan een computerbeeld, daar dit laatste met name voor niet-technische personen moeilijker voor te stellen is en omdat dimensies hierop slecht waarneembaar zijn
- zeer korte levertijd (van enkele dagen) vergeleken met een conventionele maquette
- voordelig bij complexe vormen: de prijs van rapid-prototyping modellen is uitsluitend afhankelijk van het formaat en niet van complexiteit

Geschikte RP technieken.

Er zijn inmiddels een aantal technieken beschikbaar. Deze onderscheiden zich door het gebruikte materiaal en de manier waarop het materiaal verbonden wordt. Door het verschil in technieken is er ook onderscheid in sterkte, oppervlaktegladheid en maat- nauwkeurigheid. Voor alle rapid-prototyping technieken geldt dat laagsgewijze bouw (0,1 – 0,2 mm) in z-richting plaats vindt, wat duidelijk zichtbaar is door een trapswijze opbouw van de gekromde vlakken van het model. Deze delen moeten daarom dan ook, al dan niet handmatig, worden nabewerkt.

RP-technieken zijn:

Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithografie (SLA), Selective Laser Sintering (SLS) en 3D printing.

- Laminated Object Manufacturing (LOM)
- Bij dit procédé wordt het model gevormd door middel van laagjes papier voorzien van een lijmlaag. Deze worden met een laser uitgesneden naar de gewenste vorm en vervolgens op elkaar geplakt doormiddel van druk en warmte. Deze bouwwijze geeft sterke modellen die goed kunnen worden nabewerkt. De kosten voor een model in het formaat 150 x 100 x 100 mm bedragen circa € 600,-.
- Stereolithografie (SLA)
- De bouwwijze van deze techniek werd al eerder in dit artikel beschreven. Dit procédé levert zeer nauwkeurige modellen waarbij details goed zichtbaar worden. Verder is ook de oppervlakte zeer glad en gesloten. Het kunsthars maakt het model lichtdoorlatend in een melkachtige of barnsteenachtige kleur wat goede licht- en schaduw effecten geeft. Bij deze

bouwwijze in vloeistof zijn er ondersteuning nodig voor overhangende delen, die na beëindiging van het bouwproces moeten worden verwijderd. De kosten voor een model in het formaat 150 x 100 x 100 mm bedragen circa € 750,-

Selective Lasersinteren (SLS)

Hierbij wordt een model laag voor laag gebouwd uit nylonpoeder, wat door middel van laseraanstraling punt voor punt wordt versmolten. Het poeder dat niet wordt versmolten vormt tevens de ondersteuning van de bovenliggende lagen. Nadat het model gereed is wordt het niet versmolten poeder met perslucht verwijderd. De modellen zijn zeer sterk en toch enigszins elastisch. Het oppervlak is wat ruw en de maatvoering is minder nauwkeurig dan bij stereolithografie. Door de sterkte van het model is deze bouwwijze zeer geschikt voor maquettedelen. De kosten voor een model in het formaat 150 x 100 x 100 mm bedragen circa € 550,-

- 3D Printing
- Bij deze bouwwijze wordt gewerkt met een gipskeramiek poeder dat wordt verkleefd door middel van een printkop (vergelijkbaar met een inkjetprinter) die een kleefstof op het poeder spuit. Ook dit procédé werkt laag voor laag. Het model is na gereedkomen nog zacht en wordt daarna door impregnering met kunsthars verstevigd. Dit is een snelle en eenvoudige manier van modelbouw. De nauwkeurigheid is minder dan de bovengenoemde methodes (bouwdetails maximaal 1,0 mm). Doordat hierbij geen laser wordt gebruikt is deze bouwwijze relatief goedkoop: een model van 150 x 100 x 100 mm komt op circa € 350,-.

Resumé

Wij kunnen concluderen dat rapid-prototyping een nuttige aanvulling is op de reeds bestaande technieken van maquettebouw. Met name daar waar gecompliceerde modellen worden gevraagd, waarbij ruimtelijke structuren in gebouwen gemodelleerd moeten worden zoals bijvoorbeeld trappen die op conventionele wijze niet of zeer moeilijk te construeren zijn. Dit geldt ook voor zeer gedetailleerde onderdelen en 3D-gekromde vlakken. Wellicht dat in de nabije toekomst zelfs in de particuliere bouw en bij verbouwingen snel een model wordt gebouwd middels RP.

Overzicht:

		geschatte modelkosten
Techniek	Nauwkeurigheid	150 x 100 x 100 mm
LOM	0,125 mm	€ 600,-
SLA	0,15 mm	€ 750,-
SLS	0,2 mm	€ 550,-
3D Print	1,0 mm	€ 350,-