

Digitaal metselwerk met robots

Het vernieuwen van traditionele bouwmethoden blijkt al vanaf de industriële revolutie geen gemakkelijke opgave. Er zijn zeker vele uitvinders geweest die met interessante oplossingen kwamen, maar nog nooit heeft er op het gebied van bakstenen metselwerk één innovatie voor een revolutie gezorgd. Het is dan ook de vraag of dit in de nabije toekomst wel gaat gebeuren en wat dus de toekomst van het traditionele metselen is.



Detail van door metselrobot ROB gestapeld gevelraster van het kantoor van Keller Ziegeleien te Pfungen. (Foto: Gramazio Kohler Architects)

Dat er in de toekomst nog gemetseld zal worden is evident, al is het alleen maar om de vele gemetselde gebouwen te onderhouden en herstellen. Daarnaast zullen er ook altijd opdrachtgevers en gebouweigenaren zijn die metselwerk als bouwmethode prevaleren boven nieuwere en minder bewezen materialen en methoden.

Robotisering al meer dan 100 jaar een thema

Alhoewel het niet altijd goed is om in het geval van innovatieve bouwmethoden terug te kijken naar wat er al ontwikkeld is in het verleden, is het leerzaam en informatief om daar in het geval van bakstenen metselwerk wel even aandacht aan te besteden. Zo is er in 1904 een patent toegekend aan John Thomson voor een 'mechanical bricklayer'. De bedoeling van Thomson was om het bouwproces te versnellen en efficiënter te maken. Kijkend naar de tekening die hoort bij dit patent en aansluitend naar een meer recentere ontwikkeling in de jaren zestig van de 'motor mason', leert dat er eigenlijk in meer dan zestig jaar niet veel vernieuwends bedacht is ten aanzien van het optrekken van metselwerk. Ook in de jaren zestig werd verteld dat deze machine tien keer sneller zou zijn dan een metselaar en dat het hele bouwproces aanzienlijk versneld en goed-koper zou worden. Het moge duidelijk zijn dat deze resultaten niet behaald zijn en van de 'motor mason' is derhalve niet veel meer gehoord.

Het is dan ook verbazingwekkend dat meer recent wederom een soortgelijke metselmachine ontwikkeld is, te weten SAM (Semi Automated Mason). Het Amerikaanse bedrijf Construction Robotics heeft deze 'metselrobot' ontwikkeld voor het realiseren van metselwerk op de bouwplaats. Het betreft

een machine die ondersteunend is voor de metselaars op de bouwplaats en niet zelfstandig een gemetselde gevel kan optrekken. Op basis van informatie op internet, hebben wij zeer sterke twijfels over de bijdrage die SAM levert aan de snelheid van optrekken van gevelmetselwerk en de kwaliteit die gerealiseerd wordt. Wij zijn ervan overtuigd dat deze ontwikkeling alleen niet de innovatie is die voor bakstenen metselwerk gevolgd moet gaan worden. Er zitten zeker interessante onderdelen in verwerkt, zoals het positionerings- en controlesysteem.

Gramazio Kohler Research

De laatste decennia is er iets meer beweging op het gebied van innovaties voor metselwerk. Op veel plekken in de wereld zie je dat universiteiten bezig zijn met het bouwen van gestapelde muren of constructies met behulp van robots. Het zijn voornamelijk Fabio Gramazio en Matthias Kohler die op de ETH Zürich deze wijze van ontwerpen en bouwen op een hoger niveau hebben gebracht. Een ontwikkeling die niet onopgemerkt bleef bij Christian Keller van Keller Ziegeleien te Pfungen (CH) en uiteindelijk heeft geresulteerd in de ontwikkeling van de metselrobot ROB en een spin-off van de ETH Zürich, te weten ROB Technologies AG. Het zijn de leerstoel Gramazio Kohler Research en deze bedrijven die ervoor hebben gezorgd dat er een basis is gelegd om op een andere wijze prefab metselwerkelementen te ontwerpen en maken die voor een metselaar (bijna) niet uitvoerbaar zijn. Het is deze link tussen een digitaal ontwerpproces en het gedigitaliseerde maakproces die uniek is voor de bouw en als zodoende voor de architectuur en bouw als innovatief bestempeld kan worden.

Prefabriceren leent zich voor robotisering

Een andere ontwikkeling op het gebied van bakstenen gevelmetselwerk in de afgelopen eeuw is het prefabriceren van gevelelementen. Al in 1933 kreeg de Engelse werktuigbouwkundige J. Henry Dyke een patent verleend om schoon metselwerk te vervaardigen aan de lopende band, volgens de beginselen van de industrie in een daartoe te stichten fabriek. Het principe dat ontwikkeld werd door Dyke is na de Tweede Wereldoorlog overgenomen in Nederland, waar het onder de noemer B.M.B. (Baksteen Montage Bouw) een weg vond binnen de revolutiebouw in de tweede helft van de jaren veertig. Vanwege de grote vraag naar woningen groeide het systeem in die tijd uit tot een van de meest gewaardeerde systemen in ons land. Helaas is het geprefabriceerd bouwen daarna niet verder ontwikkeld en stonden we een aantal decennia later het merendeel van onze bouwwerken weer op een grotendeels traditionele wijze te bouwen. Er bleven wel enkele producenten van prefab metselwerk-systemen over, maar deze opereerden in de marge van de

markt en hielden redelijk halsstarrig vast aan de wijze van produceren waarmee ze vertrouwd waren. De weinige innovaties op het gebied van prefab metselwerk moesten komen van derden. Zo tilde een prefab betonfabriek, de huidige producent Byldis, het prefab metselwerk naar een hoger niveau in het begin van deze eeuw. Het hele systeem is gebaseerd op de methodiek die al is uitgevonden door Dyke in de jaren dertig van de vorige eeuw, waarbij de grootste vernieuwing gevonden kan worden in de verwerkte materialen en dan met name de zelfverdichtende (beton)mortel tussen de bakstenen.

Het zal in de toekomst noodzakelijk zijn om meer prefab bouwelementen te maken en deze op een betrekkelijk eenvoudige wijze te assembleren.

Digitaal productieproces

Maar waar kan nu de vernieuwing gevonden worden voor het bakstenen metselwerk dat vrijwel zeker in de toekomst nog steeds gerealiseerd gaat worden. Het is ondertussen evident dat de innovatie niet alleen gevonden moet worden in het vernieuwen van de verwerking van de bestaande producten. Dat wil niet zeggen dat je daar niet aan moet werken, maar de innovatie voor bakstenen metselwerk zal vooral moeten komen uit een meer integrale benadering. Daarbij is het belangrijk dat de digitalisering van het ontwerpproces verder



Stapelen van bakstenen zuilen als proef voor de ontwikkelde metselrobot op ETH Zürich. (Foto: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich)



Links: Minirobot TUE.

Onder: Gestapelde wand met minibaksteentjes tijdens workshop 'robotic masonry' op TU Eindhoven. (Foto's: Marcel Ruben)



geoptimaliseerd wordt en eindelijk eens aan gaat sluiten bij het productieproces. In dat kader is het verheugend om te constateren dat dit een van de speerpunten is in het curriculum van de faculteit Bouwkunde aan de universiteit van Eindhoven (TUE). Hiermee treedt de TUE gedeeltelijk in de voetsporen van de leerstoel van Gramazio Kohler Research in Zwitserland, waar al bijna twee decennia lang aan dit onderwerp wordt gewerkt. Ook zij zagen dat architecten in het verleden al prachtige, digitale 3D-modellen maakten van hun ontwerpen en daaruit bijna fotorealistische plaatjes tevoorschijn konden toveren. Wat er echter tijdens het aanbestedings- en uitvoeringstraject gebeurde, was alles weer opnieuw uitwerken en nieuwe tekeningen maken voor de aansturing van de productie. Zelfs de laatste ontwikkelingen ten aanzien van het maken van 3D BIM-modellen van bouwwerken veranderen daar nog niets aan. Het feit dat producenten bezig zijn met het digitaliseren van hun productieproces is vanzelfsprekend prima, maar helaas is de aansluiting met het ontwerpproces er nog niet en blijven versnippering en risico's op fouten in de uitvoering bestaan.

De bouw zal zodanig moeten gaan ontwerpen, dat 3D-modellen direct gebruikt kunnen worden voor het productie- en montageproces

Digitaal ontwerpen

Wij denken dan ook dat de vernieuwing van bakstenen metselwerk mede gevonden moet worden in het traject dat nu ingezet wordt op de TUE. De bouw zal moeten gaan leren om op een gelijke wijze als bijvoorbeeld in de werktuigbouw digitaal te ontwerpen en deze 3D-modellen zo te maken dat ze direct gebruikt kunnen worden voor het productie- en montageproces. Vanuit dit digitale ontwerp- en productieproces moet nagedacht worden over producten en montagemethoden die daar perfect op aansluiten. Dit betekent over het algemeen het aannemen van een ander denkproces dan nu gebruikelijk en het loslaten van het traditionele denken in de bouw. In sommige gevallen is dit in strijd zijn met de wijze waarop norm- en regelgeving bouwsystemen benadert, wat deze ontwikkelingen kan belemmeren of zelfs stoppen. Er moet daarom meer ruimte komen voor dit soort innovaties, zodat veel goede initiatieven en ideeën niet met het badwater weggegooid worden. De basis zal echter blijven dat er eerst een aansluiting gevonden moet worden met de digitale wereld en dat mogelijk zelfs gebruikgemaakt gaat worden van kunstmatige intelligentie. Het gebouw dat ontworpen wordt in de computer moet dus veel meer een 'twin model' zijn van het werkelijke gebouw, zoals deze methodiek bijvoorbeeld ook gebruikt wordt door TNO om de constructieve veiligheid en technische staat van bruggen te voorspellen en te controleren.



Met de metselrobot van Stack3D is een bakstenen gevel van het nieuwe Living Lab van 3D Makers Zone te Haarlem gerealiseerd. (Foto's: Marcel Ruben en Bouwlab)

Recente ontwikkelingen in Nederland

Recente ontwikkelingen in Nederland die gestoeld zijn op het hierboven omschreven principe van digitaal ontwerpen en digitaal produceren, zijn de laatste jaren verder ontwikkeld voor traditioneel metselwerk. Zo heeft Ropax een metselrobot ontwikkeld die op de bouwplaats het bekende gevelmetselwerk kan maken met een traditionele metselmortel. Deze metselrobot is een verbetering van SAM en past in de lijn om het digitale ontwerpproces goed aan te laten sluiten bij een digitaal productieproces. Of deze metselrobot de innovatie voor bakstenen metselwerk gaat worden is natuurlijk de vraag. Vergelijkingen met soortgelijke ontwikkelingen in het verleden tonen aan dat het in ieder geval een moeilijk traject is. Over het algemeen is het lastig om goedkoper te zijn dan de uiterst flexibele metselaar. Daarbij helpt overigens de Nederlandse koopkrachtmentaliteit in de bouw ook niet mee.

Een bedrijf waar ze op een aantal punten al een stap verder zijn, is Stack3D. Door Stack3D is de metselrobot ROB verder ontwikkeld. Op een heel efficiënte wijze is software ontwikkeld om een digitaal ontwerp van een bakstenen wand te laten lijmen en stapelen door een robot. De lijmtechniek is afgeleid van het verlijmen van bakstenen gevelmetselwerk, waarbij de lijmmortel de maatafwijkingen van de te verwerken bakstenen kan opvangen. De metselrobot van Stack3D wordt rechtstreeks aangestuurd vanuit het digitale ontwerp en lijmt de bakstenen, ieder met hun



eigen unieke positie in de muur, tot één geheel. De lijmmortel zorgt ervoor dat er monolithische prefab elementen gemaakt kunnen worden, die sterk genoeg zijn om gemakkelijk getransporteerd en gemonteerd te worden. Met de metselrobot van Stack3D is afgelopen jaar een bakstenen gevel van het nieuwe Living Lab van 3D Makers Zone te Haarlem gerealiseerd. Het parametrische ontwerp van Merel van Loon is de basis geweest voor deze gevel.