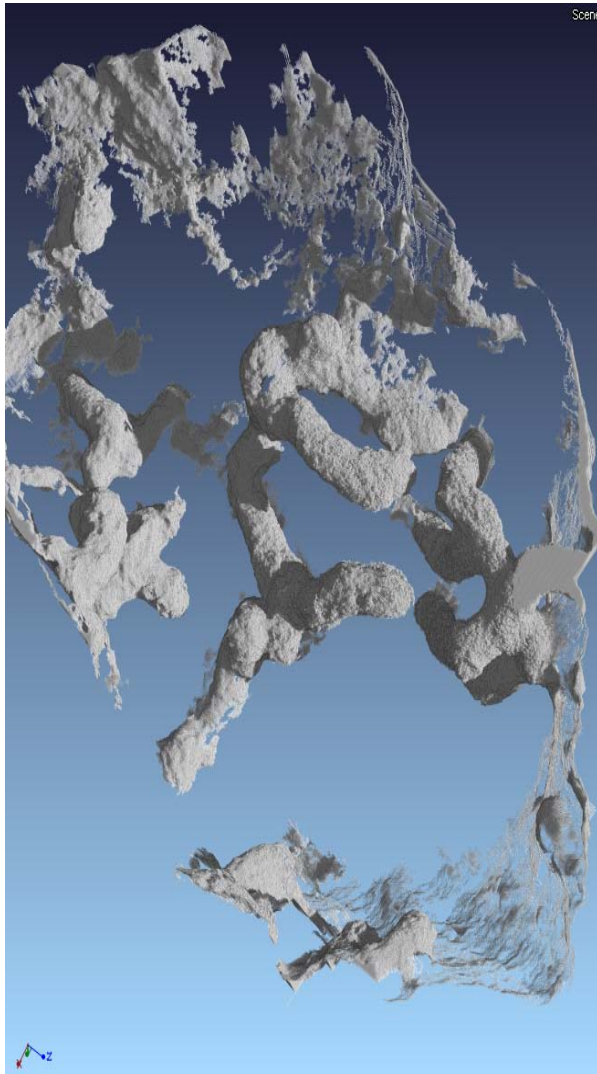


INTERVENTIES EN HUN CONSEQUENTIES



Drongen 2009



A. Bloemaerthoek 11
NL - 4907 RD OOSTERHOUT
T +31 (0) 162 471 840
F +31 (0) 162 471 841
E info@wta-nl-vl.org
ABN-AMRO Best nr.: 42.77.26.158
KvK: H.R. Delft nr. 40398619
www.wta-nl-vl.org

K.U.Leuven p/a Mevr. Kristine Loonbeek
Kasteelpark Arenberg 40 bus 2448
B - 3001 HEVERLEE
T +32 (0) 16 - 321654
F +32 (0) 16 - 321976
E Kristine.Loonbeek@bwk.kuleuven.be
ABN-AMRO Antwerpen rnr 721-5406377-73

INTERVENTIES EN HUN CONSEQUENTIES



Drongen 13 november 2009

**Editor:
Luc Schueremans**

PROGRAMMA

- 9.30 Ontvangst en registratie van de deelnemers
- 09.45 Opening en welkom door Rob van Hees, voorzitter van de WTA Nederland-Vlaanderen
- 10.00 Eric Jan Brans, Rothuizen van Doorn 't Hooft Architecten
Interventies en hun consequenties - ervaringen bij metselwerken in de (Nederlandse) restauratiepraktijk
- 10.40 Bert Maes, Ecologisch Adviesbureau Maes
Behoud en toepassingen van historisch plantmateriaal - herwaardering van bomen en heesters als cultuurhistorisch erfgoed
- 11.20 Marc Vanderauwera, Architectenbureau Marc Vanderauwera - Hilde De Clercq, KIK Brussel
Zichem, Maagdentoren – Materiaal-technische studie van de buitenschil
- 12.00 Gezamenlijke lunch
- 14.00 Karen Minsaer, Stad Antwerpen – Sander Peters, Verstraete & Vanhecke
Een grensverleggende integratie van het Sint-Jorisbastion in het Antwerpse stadscentrum
- 14.40 Anke Hacquebord TNO-B en O
Herstel van zwaar vocht- en sulfaatbelast massief metselwerk
- 15.20 Koffiepauze
- 15.40 Wouter Callebaut, Callebaut Architecten bvba
Consequenties van het tijdelijk demonteren van de Montevideo te Antwerpen
- 16.20 Afsluitende discussieronde
- 16.45 Drankje ter afscheid

VOORWOORD

INTERVENTIES EN HUN CONSEQUENTIES

Het duurzaam en geïntegreerd behoud van ons gebouwen erfgoed binnen een bewegende maatschappij impliceert weloverwogen interventies waarvan de consequenties niet steeds voorspelbaar zijn bij de uitwerking van het concept.

In de inleidende bijdrage wordt dit aspect vanuit de algemene ervaringen met metselwerk in de (Nederlandse) restauratiepraktijk ruim geïllustreerd.

De omvang, de cultuurhistorische waarde alsook het groeiende draagvlak voor behoud heeft geleid tot de weloverwogen integratie van het Sint-Jorisbastion in het Antwerpse stadscentrum waardoor dit voorheen onzichtbaar uniek stuk 16^{de} eeuwse vestingmuur terug tot leven werd geroepen. Binnen de gegeven randvoorwaarden werd hierbij gezocht naar een haalbare oplossing voor optimaal behoud. Een opdracht waarbij met de betrokken partijen binnen een beschikbaar tijdsvenster een concept werd uitgewerkt: de verplaatsing naar een 6 m lager gelegen niveau en dit gerealiseerd tijdens infrastructuurwerken aan de Antwerpse Leien. Een “grensverleggende” interventie niet zonder consequenties.

Naast steenachtige bouwmaterialen, waarin we de afgelopen decennia veel (praktijk)ervaring hebben opgebouwd en tegelijk ook uitgebreide interventies hebben uitgevoerd, komen materialen aan bod waarin die ervaring blijkbaar heel wat minder beschikbaar is. Het Antwerpse Montevideo project is daarvan een mooi voorbeeld. Prangende vragen zijn hierbij: Hoe trachten we vooraf zo goed mogelijk de consequenties van de geplande interventie in te schatten? Is demonteren en heropbouw van een beschermde stalen structuur een verantwoorde keuze?

Cruciaal aan een restauratieprocedure, zo blijkt uit de bijdragen, is een grondig vooronderzoek van de opbouw van het object zelf, van de vastgestelde schade en schadeoorzaken om te komen tot aangewezen interventies eigen aan het object. Een multidisciplinaire aanpak is hierbij een sleutelbegrip. De verwerking van de ijzerzandsteen van de Maagdentoren in Zichem, kent geen vergelijking waaraan een standaardbestek kan gekoppeld worden. Ook het zwaar vocht- en sulfaatbelast massief metselwerk van de 600 m lange Moerputtenbrug die dwars door het moeras van het natuurgebeid Moerputten aangelegd is, levert unieke randvoorwaarden op aan het monument.

Het vooronderzoek heeft tot doel de consequenties realistisch in te schatten waarbij het duurzaam behoud van het monument centraal staat. Het aspect duurzaamheid impliceert hierbij voorspelling van het gedrag in de toekomst en bijgevolg de te verwachten consequenties. In bepaalde gevallen is de uitwerking in proefzones van de geplande interventie(s) of interventieopties noodzakelijk om deze consequenties in te kunnen schatten. Binnen een lange termijn visie kan het aangewezen zijn deze “proef”termijn voldoende ruim te kiezen, bvb 6 jaar zoals het geval voor de aangebrachte herstelmortels bij de Moerputtenbrug.

Met het behoud en de toepassingen van historisch plantmateriaal, wordt de horizon verruimd. De uitgangspunten voor optimaal behoud zijn wellicht vergelijkbaar met het gebouwde erfgoed, wat minder het geval is voor de praktische uitwerking ervan. Een oproep naar herwaardering van historisch plantmateriaal, inventarisatie en behoud en toepassing van cultuurhistorisch plant(erf)goed bij restauraties.

“Interventies en hun consequenties” is een thema dat vanuit vele hoeken belicht wordt, ruim geïllustreerd vanuit de praktijk. Het is wellicht deze veelzijdige input die het mogelijk maakt om op een verantwoorde wijze over te gaan tot een weloverwogen interventie.

Drongen, 13 november 2009-11-05

Luc Schueremans & Hilde Declercq

INHOUDSOPGAVE

Eric Jan Brans	Interventies en hun consequenties - ervaringen bij metselwerken in de (Nederlandse) restauratiepraktijk
Bert Maes	Behoud en toepassingen van historisch plantmateriaal - herwaardering van bomen en heesters als cultuurhistorisch erfgoed
Marc Vanderauwera Hilde De Clercq	Zichem, Maagdentoren – Materiaal-technische studie van de buitenschil
Karen Minsaer Sander Peters	Een grensverleggende integratie van het Sint-Jorisbastion in het Antwerpse stadscentrum
Anke Hacquebord	Herstel van zwaar vocht- en sulfaatbelast massief metselwerk
Wouter Callebaut	Consequenties van het tijdelijk demonteren van de Montevideo te Antwerpen

INTERVENTIES EN HUN CONSEQUENTIES IN DE (NEDERLANDSE) RESTAURATIEPRAKTIJK

**Eric Jan Brans
Rothuizen van Doorn 't Hooft Architecten**

1. Inleiding

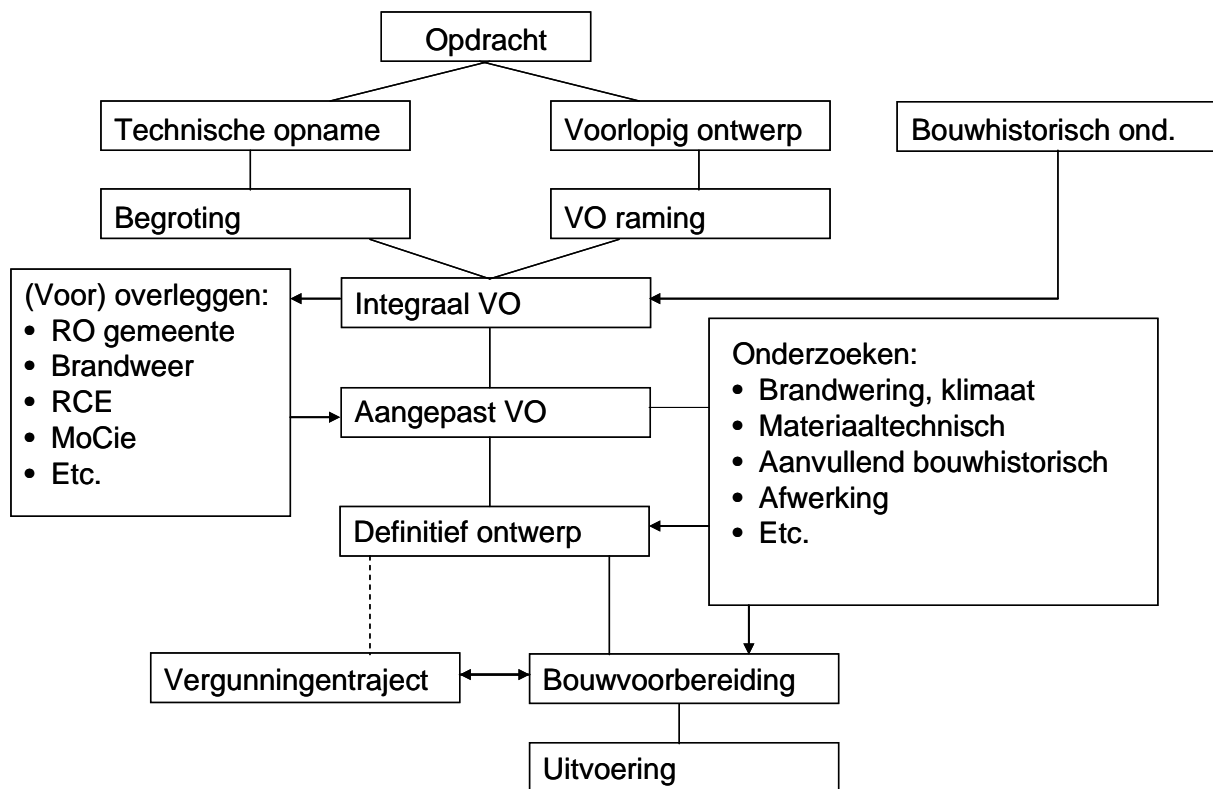
In het proces dat voorafgaat aan de eigenlijke restauratie worden op verschillende momenten en op verschillende niveaus beslissingen genomen die consequenties hebben op de monumentale waarde van de onderhanden objecten. Deze beslissingen betreffen niet alleen ingrijpen, interveniëren, maar ook de beslissing om niets te doen. Zowel ingrijpen als niets doen heeft consequenties voor het object. Deze bijdrage gaat in op het krachtenveld rond een beslissing en de processen die voorafgaan aan een beslissing. De bijdrage geeft de praktijk weer vanuit de alledaagse architectenpraktijk van de opsteller, in een Nederlandse context. De bijdrage richt zich vooral op het proces vóór de uitvoering omdat in dit traject eigenlijk de wezenlijke beslissingen moeten worden genomen.

2. De opgave

Primair moet er een wens zijn om iets met een object te gaan doen. Meestal zal deze wens tot doel hebben de technische staat van een object te verbeteren en tevens aan te passen aan een (nieuwe) functie. Een opgave die alleen de instandhouding betreft komt als restauratieopgave niet vaak voor en heeft meestal meer het karakter van een onderhoudsopgave. De opdrachtgever heeft een doel met de opdracht. Hoewel er net zoveel doelen zijn als opdrachtgevers heeft de opdrachtgever meestal een balans tussen kosten en baten in het hoofd die (licht) in het voordeel van de baten over helt. Zowel de kosten als de baten kunnen heel breed gezien worden. Kosten kunnen zowel uitgedrukt worden in Euro's als in verlies aan cultuurhistorische waarde of verlies aan een beleving van authenticiteit. De baten kunnen naast financieel ook een vergroting van de belevingswaarde en bruikbaarheid of verhoging van de status betekenen. Deze doelen kunnen bijna oneindig uitgebreid worden. Voor iedere opdrachtgever geldt echter dat hij er per saldo op vooruit moet gaan. Dit is een belangrijke notie. Voor de opdrachtverstrekking moet in ieder geval een intuïtieve kartering van deze balans bij de betreffende opdrachtgever worden gemaakt om een gevoel te hebben waar het heen zal gaan met het project. Een uitgewerkt programma van eisen zegt daarin meestal wel wat, maar vaak niet alles.

3. Het ontwerp

In de eerste fase worden over het algemeen al de meest elementaire zaken beslist, figuur 1. Zowel technisch in de opname van de herstelbehoefte van het object, als in de eerste schetsen van het invoegen van het programma in het monument, worden eigenlijk de ingrepen al gedefinieerd. Dit gebeurt op basis van de kennis en ervaring van de inspecteur en de architect. Heel zelden kan deze stap uitgesteld worden tot na het beschikbaar komen van keuze ondersteunende informatie zoals bijvoorbeeld een bouwhistorisch onderzoek. De afwegingen die in deze fase gemaakt worden zijn veelal impliciet en gebaseerd op de kennis van historische materialen en hun gedrag, de kennis van de wet- en regelgeving en de ervaring in het omgaan met monumenten en de daarbij behorende processen. Door de afstemming van de gegevens over de technische staat met de schetsen van voorlopig ontwerp ontstaat het integraal voorlopig ontwerp.



Figuur 1: "Proces"

4. Krachtenveld

Het integraal voorlopig ontwerp ontstaat in een krachtenveld waarvan de monumentale waarde maar één aspect is. Het ontwerp dat is ontstaan vanuit kennis en ervaring moet geconfronteerd worden met de werkelijkheid van de overige aspecten. De belangrijkste factoren zijn, buiten de invloed van de opdrachtgever, het budget en de wet- en regelgeving. Het budget is vanzelfsprekend, maar ligt bij de instandhouding van monumenten niet zo vast en is niet zo eenduidig als dat bij nieuwbouw gebruikelijk is. Het kan meestal ook maar in beperkte mate beïnvloed worden door de opdrachtgever. Door de beschikbaarheid, maar ook afhankelijkheid van subsidies, fiscale mogelijkheden en fondsen, ontstaat vaak het budget gaande het ontwerpproces. Het budget heeft invloed op de afwegingen die gemaakt moeten worden. Door de grens van het budget moet wel eens besloten worden iets op een minder kwalitatief hoogstaande manier te restaureren dan men zou wensen, of zich te richten op het goed aanpakken van bepaalde elementen en daardoor andere te laten voor wat het is. Een veel voorkomende afweging is bijvoorbeeld het verwijderen van alle verlaagde plafonds en het repareren en oversaucen van het daarboven liggende stucplafond of het laten zitten van een aantal verlaagde plafonds waardoor een paar andere werkelijk gerestaureerd kunnen worden.

De wet- en regelgeving grijpt directer in. Uiteraard heeft de monumentenwet zijn invloed, maar ook de regelgeving op het gebied van de Ruimtelijke Ordening en in het bijzonder een Bestemmingsplan kan veel invloed hebben op de manier waarop met een aanpassing wordt omgegaan. Bestemmingsplannen kunnen bepaalde voorschriften hebben die sturend zijn in de plaats en de manier waarop met name een uitbreiding zal worden vorm gegeven. Nieuwere bestemmingsplannen houden over het algemeen goed rekening met monumentale waarden, maar oudere plannen kunnen wel eens conflicteren.

Het meest ingrijpend zijn in de praktijk het Bouwbesluit en Gebruiksbesluit. In het Bouwbesluit staat opgenomen dat ontheffing kan worden verleend voor eisen in het

Bouwbesluit, die bij toepassing de aantasting van monumentale waarden zou veroorzaken. Voor een ontheffing zou men een plan moeten toetsen aan het bouwbesluit en voor de aspecten waarop het plan niet voldoet, zou ontheffing moeten worden aangevraagd. In de praktijk wordt deze ontheffing zelden expliciet aangevraagd laat staan verleend. Impliciet wordt de ontheffing verleend door het monument op die aspecten niet te toetsen. Het gaat hier bijvoorbeeld over de traphelling, deurhoogte, plafondhoogte en lichttoetreding.

Waar meestal geen im- of expliciete ontheffing voor wordt verleend zijn de brandwerendheids eisen. Zeker bij wat ingrijpender aanpassing zal geëist worden dat het object na oplevering voldoet. Het inbrengen van brandwerende maatregelen in een monument kan heel ingrijpend zijn. Een afweging zal er daarom meestal op gericht zijn om de eisen te halen met een zo gering mogelijk verlies aan monumentale waarde. Dit vereist vaak onorthodox denken, dat vaak moeilijk aansluit bij de praktijk en achtergrond van de behandelend preventieofficier.

Tussen het stilzwijgend accepteren en het volledig eisen ligt de manier waarop gemeenten omgaan met de energieprestatie-eisen, in het Bouwbesluit. Vanuit dit aspect worden toenemend vasthoudender eisen gesteld. Het laten voldoen van een monument aan deze eisen heeft zonder twijfel verlies aan monumentale waarde tot gevolg. De manier waarop hiermee kan worden omgegaan is het zoeken naar oplossingen die zo groot mogelijke verbetering van de energie prestatienorm teweeg brengen tegen een zo min mogelijk verlies aan monumentale waarde.

Het Gebruiksbesluit regelt brandveiligheidseisen die te maken hebben met het gebruik. Hierop is geen ontheffing mogelijk. Maatregelen die moeten worden genomen om te voldoen aan het Gebruiksbesluit grijpen bijvoorbeeld in op monumentale deuren waarvan de draairichting moet worden veranderd of de vluchtwegsignalering die aangebracht moet worden in historisch waardevolle interieurs. Meer nog dan bij het Bouwbesluit passen de onder het Besluit liggende inzichten waaruit de eisen voortkomen niet op de eigenschappen van een monument. De ontvluchtingstijd en daarmee benodigde capaciteit van nooduitgangen is gebaseerd op de tijd waarin moderne gebouwen zich vullen met rook. Een middeleeuwse kerk heeft echter geheel andere dimensies en daarmee een heel ander vulpatroon. Dit besef dringt door tot de beleidsmakers en –uitvoerders, wat geleid heeft tot publicaties en afspraken om hiermee om te gaan.

In het Bouwbesluit wordt de mogelijkheid gegeven om af te wijken in verband met monumentale waarden. In andere wetgeving, zoals de Drank- en Horecawet of de Arboret, bestaat deze mogelijkheid niet. Het oppervlak en de voegen van tegels moet in een professionele keuken voldoen, ook al zijn ze monumentaal. Voor het restaureren van historische interieurs is ontheffing mogelijk van de Arboret ten aanzien van het gebruik van oplosmiddelvrije verven.

Deze bespiegeling is niet compleet, maar geeft een indruk van de krachten die de beslissing voor de mate en de wijze waarop ingegrepen wordt in een monument beïnvloeden. Omdat veel van deze invloeden voortkomen uit wetten en regels is het belangrijk dat de belangen van het monument zo objectief en zwaarwegend worden aangegeven. Het woord van een enthousiaste architect of opdrachtgever is niet genoeg. Waardestellende onderzoeken, zoals een terdege bouwhistorisch onderzoek en steun vanuit de RCE en Monumentencommissie, of wetenschappelijke onderzoeken naar bijvoorbeeld het vulpatroon van een gebouw zijn hierin bij meer ingrijpende projecten van groot belang.

In dit krachtenveld ontwikkeld zich het ontwerp van voorlopig ontwerp naar definitief ontwerp. Omdat de fase van de bouwvoorbereiding alleen het technisch uitwerken van het definitief ontwerp is, moeten de beslissingen over interventie en de manier waarop, genomen zijn in het definitief ontwerp. Ook mogen in principe geen beslissingen verschoven worden naar de uitvoering. Dat dit door onverwachte omstandigheden en vanuit een pragmatische kijk niet altijd te voorkomen is, mag helder zijn.

5. Casussen

Om het bovenstaande te illustreren volgen een aantal voorbeelden van afwegingen.

6. Structuurniveau

Aanpassing achterhuis

In de 19^e eeuw is een 18^e eeuws achterhuis van het voorhuis afgesneden. Het achterhuis is aan de courzijde ingekort. Dit achterhuis is vanuit de naastliggende kavel toegankelijk gemaakt via een tot deur verbouwd kozijn. Om de gangzone te bereiken is vanaf die deur een gang door de voorste ruimte van de kamer-en-suite gebouwd. Om licht te krijgen in deze nu vrijwel donkere ruimte, zijn de vensters van de achterste ruimte vervangen door een grote glaspui over de volle hoogte en breedte van de achtergevel op de bel-etage. Om het souterrain en de kapverdieping te kunnen bereiken zijn in de gangzone trappen geplaatst, aanvullend aan de 18^e eeuwse trap van bel-etage naar eerste etage. In de uitgangssituatie van het project bestond het gebouw naast een tot trappenhuis verbouwde gangzone uit een kamer-en-suite op de beletage, een indeling van twee kamers op de eerste en een onbeschoten kapverdieping waar met gebruikmaking van binnenluiken een ruimte is afgescheiden. Het souterrain was één ruimte. De voorzieningen zoals keukens en badkamers waren doormiddel van scheidingswanden in de hoofdruimten ingebouwd.

De opdrachtgever wilde het gebouw restaureren en de ruimtevormen van de ruimten met monumentale schouwen en stucplafonds weer tot hun recht laten komen. Dit betekende dat de voorzieningen die nu in de ruimten waren ingebouwd naar de gangzone moesten worden gebracht. Heel vroeg in het ontwerp is er dus besloten om de gangzone op te offeren om daarmee de hoofdruimten weer hun oorspronkelijke vorm en beleving te geven. Het na deze beslissing ter beschikking komen van het bouwhistorisch onderzoek heeft binnen deze keuze tot een aantal nuanceringen geleid.

Aanpassen aan Horeca functie

Een voormalige binnenstadsbrouwerij was in gebruik als pop oefenruimte en café. Het zwaar verwaarloosde gebouw moest grondig gerestaureerd worden en moest een horeca bestemming krijgen. Een horeca bestemming heeft te maken met veel regelgeving. Buiten de zware eisen op het gebied van geluidwering werden zeer zware eisen gesteld aan de brandveiligheid. De hoofddraagconstructie moest bijvoorbeeld bij brand 90 minuten intact blijven. Hoewel de enkelvoudige balklagen draagkracht genoeg hadden voor het normale gebruik, voldeed de constructie niet aan deze zware eis. Uitgangspunt in het ontwerp was het in het zicht houden van de balklaag met zijn bijzondere bouwsporen. Hierdoor was het aanbrengen van een brandwerend plafond niet mogelijk. De afweging bestond uit het aanpassen van de balklaag zelf door het opdikken of verdubbelen van de balken, dus het aanpassen van de eigenlijke constructie, of het duidelijk toevoegen van een nieuwe constructie en het zo min mogelijk aantasten van de bestaande. Voor de laatste optie is gekozen. Een onderslagbalk halveert de overspanning van de bestaande balken, op de bestaande vloer is een vrijdragende dekvloer aangebracht waarin de brandwering is opgenomen. Het duidelijk herkenbaar houden en toevoegen van een voorziening en daarmee onaangetast houden van de oorspronkelijke constructie prevaleerde boven het zo gaaf mogelijk houden van de ruimtewerking en het aanpassen van het materiaal.

7. Elementniveau

Onderhoek kozijn

In de technische opname wordt geconstateerd dat de aansluiting van de stijl op de onderdorpel van een kozijn is ingerot. Als herstellwijze wordt het aanscherpen van de stijl voorgesteld. Dit soort ingrepen leveren doorgaans weinig discussie op wanneer het een doorsnee kozijn betreft.

Gemetselde torenspits

Een gemetselde torenspits kende grote gebreken en was lek. Onder invloed van vorst en temperatuur was over vrijwel het hele oppervlak een schil van ongeveer een kop dikte los gebroken. Deze schil had nog geen plekken waar materiaal uitgekomen was. Er werden drie oplossingen afgewogen. De eerste was het afdekken van de spits met een loden bekleding. In het verleden had de toren ook al eens zo'n bekleding gehad, die er echter in de 19^e eeuw afgehaald was. Het metselwerk kon blijven zoals het was, de ingreep was vrijwel geheel reversibel. De spits kon worden geïnjecteerd. Hiermee was 10 jaar geleden nog weinig ervaring en dus risicovol en niet reversibel. De spits kon van een nieuwe baksteen bekleding worden voorzien. Dit zou het volledige verlies van de buitenhuid betekend hebben en was niet reversibel. Behalve de opdrachtgever was niemand voor een nieuwe loden afdekking. Na diepgaande discussie met de RCE (toen RDMZ) en de monumentencommissie werd schoorvoetend het injecteren vergund. Ingrijpen in het materiaal zelf en daarmee het behoud van het beeld prevaleerde boven het niet ingrijpen in het materiaal en het veranderen van het beeld of het vervangen van het materiaal.

Vluchtdeur

Dezelfde 15^e eeuwse kerk voldeed niet aan de eisen van de toenmalige Gebruiksvergunning. De hoofdentree deuren draaiden de verkeerde kant op, waardoor het maximaal aantal toegelaten bezoekers uitermate klein werd. In een zijgevel zat een dichtgemetselde doorgang. Deze doorgang was in de 17^e eeuw dichtgezet omdat hij na de reformatie niet meer werd gebruikt. De afweging bestond nu uit het aanpassen van de monumentale hoofdentree deuren, zodat zij naar buiten zouden draaien of het van een vluchtdeur voorzien van de 17^e eeuwse dichtmetseling. Gekozen is voor het laatste. Het niet hoeven aantasten van de toegangsdeur heeft geprevaleerd boven het verhaal van de invloed van de reformatie.

Glas in loodvensters

In een koepelkerk waren in het verleden de glas-in-loodvensters van de lantaarn voorzien van achterzetglas. Door een ongelukkige detaillering vulde de spouw tussen de twee vensters zich met regenwater wat naar binnen lekte. Om het achterzetglas te verwijderen, het glas-in-lood opnieuw te verloden en de detaillering aan te passen was een zeer hoge binnensteiger nodig die op de houten vloer moest staan. Aan de buitenzijde moest een steiger komen die over de bolling van de koepel reikte naar de lantaarn. Het benodigde steigerwerk ging het budget ver te boven en leverde voor het interieur risico op. Het bleek mogelijk om al het werk te doen vanaf een buitensteiger, wat als consequentie zou hebben dat het glas-in-lood enkele centimeters verder naar buiten zou komen te liggen. Het enkele centimeters verkleinen van de negge en het daarmee verminderen van de plasticiteit van de lantaarn, moest afgewogen worden tegen de besparing aan kosten en het vermijden van risico voor het interieur. Gekozen is om van buiten te werken. Het verlies aan enige plasticiteit in de architectuur woog niet op tegen de besparing en het mindere risico.

Vegetatie op vestingwallen

Laat 16^e eeuwse vestingwallen lagen in een dijkverstekingsproject. Deze wallen moesten vanwege de Wet op de Waterkeringen worden versterkt. Dankzij zogenaamde “uitgekiende constructies” konden de interventies die nodig waren om de wallen te laten voldoen tot een minimum beperkt blijven. Op de berm onder aan de revêtementsmuur was vegetatie echter hoog opgeschoten. In de schaduw van deze struiken hadden zich op het aangetaste muurwerk een aantal beschermde varens geworteld. Deze varens groeiden daar omdat het muurwerk gebreken vertoonde. De Wet op de Waterkeringen staat dit niet toe. De muur moest dus gerestaureerd worden. De varens mochten echter vanwege de Flora en Faunawet niet verwijderd worden en hun habitat niet worden verstoord. De dijkbeheerder accepteerde na onderzoek “enige schade” aan de waterkering en via een aantal maatregelen konden de varens worden behouden. Dit was echter alleen mogelijk vanwege de grote monumentale waarde van de muurwerken. In het zelfde project zijn delen met een iets minder grote monumentale waarde, maar desondanks onderdeel van het Rijksmonument, uitgezaagd en getransplanteerd. In het eerste voorbeeld bleken de floristische en monumentale waarden doorslaggevend. In het tweede voorbeeld de floristische waarden en de waterkeringseisen.

BEHOUD EN TOEPASSINGEN VAN HISTORISCH PLANTMATERIAAL- HERWAARDERING VAN BOMEN EN HEESTERS ALS CULTUURHISTORISCH ERFGOED

Bert Maes
Ecologisch Adviesbureau Maes

Monumentaal groen en groenelementen, en hun relatie met gebouwde monumenten is zowel een boeiend als een lastig onderwerp. Het is eigenlijk een nog weinig ontgonnen thema in de monumentenzorg. De onderwerpen zijn op zich bekend terrein zoals: monumentale bomen bij de boerderij of het landhuis, monumentale parken en tuinen, beredeneerde snoeivormen van fruitbomen, lindebomen, buxus en hagen, historische fruitrassen, historische stinzenplanten of beschermde muurplanten op monumentale muren.

We kunnen twee belangrijke deelonderwerpen onderscheiden:

1. de meer landschappelijke groenelementen behorend bij het historische boerenland;
2. de groenelementen behorende bij buitenplaatsen, parken en lanen

1. Het boerenland

In de agrarische wereld kennen we de boerderijen, schuren, leerlooierijtjes, kapellen en wegwakruisen. Alle zijn het objecten die op de rijks- en gemeentelijke monumentenlijsten voorkomen. Ze zijn verbonden met leilinden, oude boomgaarden, erfhagen, houtwallen, boerenbosjes, wegbepantingen e.d. Kortom een gevarieerd scala van cultuurhistorisch waardevol erfgoed. Oude prenten, zoals die van Breughel, laten de rijkdom aan knotvormen, haagsnoei en geleide bomen zien. De technieken en vormen kunnen regionaal sterk verschillen, zoals verschillende vormen van heggenvlechten. In het Nederlandse Zuid-Limburg en Vlaams-Limburg zijn voorbeelden bewaard gebleven van ingewikkelde vlechtvormen van hagen en prieeltjes met gele kornoelje. In het rivierenland bestaan nog steeds de vakkundig op drie niveaus gevlochten meidoornhagen en de rijen knotessen. Hakhoutcultuur was een eeuwenoude bedrijfstvorm met een diversiteit aan lage en hogere stoofvormen, die niet alleen een grote cultuurhistorische waarde hebben, maar door hun grilligheid ook een grote belevingswaarde hebben. De cultuurhistorie van bomen en struiken in het landelijke gebied hield van ouds samen met nuttig gebruik zoals gebruik van stammen en twijgen, blad als veevoer, bast voor touwvezel of vruchten om te eten.

In het landelijke gebied is in veel gevallen het zeldzame oorspronkelijk genetisch (autochtoon) plantgoed door traditie overgeleverd. Zowel in Vlaanderen als Nederland hebben inmiddels uitgebreide karteringen plaatsgevonden in de afgelopen 20 jaar, waaruit de grote zeldzaamheid van het genetisch erfgoed is gebleken, maar ook werden boom- en struiksoorten gevonden die in de Lage Landen niet meer bekend waren. In Nederland en Vlaanderen zijn levende genenbanken aangelegd en zijn lijsten vastgesteld van de oorspronkelijk inheemse bomen en struiken, zodat gecertificeerd plantgoed op de markt gebracht kan worden.

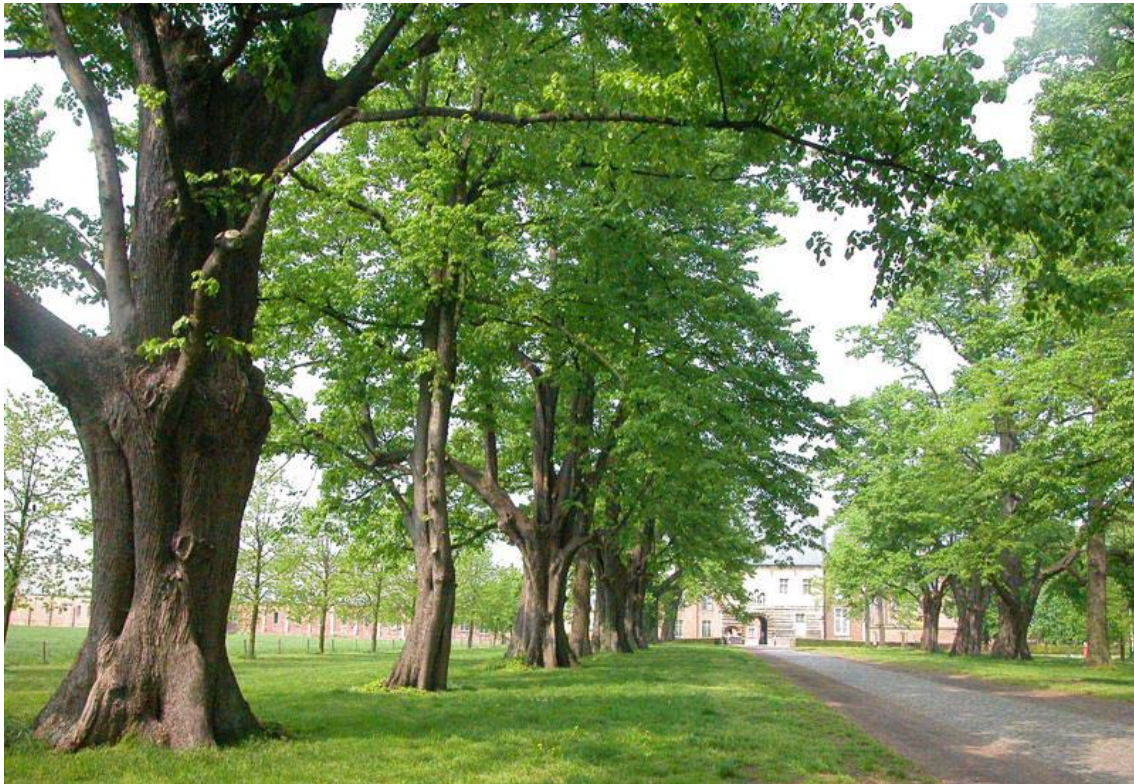


Figuur 1: Breughel, 16^e eeuw; de Antwerpse Kempen; allerlei vormen van knot, haag- en boomsnoei zijn te zien

2. Groenelementen van buitenplaatsen, parken en lanen

Bij groenelementen van buitenplaatsen, parken en lanen speelt niet alleen het nuttig gebruik, maar ook de recreatieve en sierwaarde. Lanen konden uit meerdere boomsoorten bestaan, maar enige uniformiteit werd nagestreefd. Weinig bekend is dat Hollandse en Vlaamse kwekers met grote kennis van zake vanaf de 16^e eeuw linden- en iepenvariëteiten op de markt brachten. Hollandse lindes en Belgische iepen waren begrippen tot ver in Europa. Verschillende klonen van de Hollandse linde (*Tilia x euorpaea*) werden geëxporteerd naar Engeland, Noord-Duitsland, Skandinavië, de Baltische staten en Rusland. Zo is onlangs, door een studie van een Zweedse dendroloog!, gebleken dat van de oudste lindeboom van Nederland precies dezelfde genetisch variëteit in de buurt van Stockholm in een buitenplaats staat. De Zweedse boom is daar rond 1620 geplant. Veel monumentale lanen worden thans verjongd met bomen die afwijken van het historische plantgoed, vaak een mix van bomen uit goedkope lonenlanden. Zelfs in het beroemde Versailles is historisch verantwoord plantgoed geen uitgangspunt bij het beheer. Toch staan daar nog steeds bomen uit de 18^e eeuw, waarvan middels stekken nieuw plantgoed gekweekt kan worden. Dendrologen schatten dat er in onze parken en landgoederen nog geen 5 % meer over is van het oorspronkelijke sortiment. In 1994 is in Winterswijk een levende genenbank van oude lindevariëteiten aangelegd. De belangstelling voor historisch plantgoed neemt toe, maar er is nog maar weinig beschikbaar op de markt.

Behalve het historische genenmateriaal zien we in lanen en parken, afhankelijk van de aanlegperiode, allerlei vormen van snoeien en plantafstanden. Ook meer bomen in één plangat was niet ongebruikelijk in de 18^e en 19^e eeuw: het zogenaamde boomboeket.



Figuur 2: 17^e eeuwse lindelaan bij de abdij van Tongerlo; de linden betreft een zeldzame 17^e (of 16^e) eeuwse lindenvariëteit.

3. Stellingen en conclusies

- Grote erosie van cultuurhistorisch genetisch erfgoed
- Historische beplantingen zijn onvervangbaar; het zijn authentieke historische kennisbronnen
- Bij restauraties en projecten wordt weinig rekening gehouden met verantwoord plantmateriaal
- Nog < 5 % autochtone bomen en struiken; 50 % van de soorten en variëteiten bedreigd
- Nog < 5 % cultuurhistorische waardevolle bomen en heesters; 50 % bedreigd

4. Wensen en aanbevelingen

- (Her) Waardering van het historische plantmateriaal
- Een landsdekkende inventarisatie van landschapselementen
- Een landsdekkende inventarisatie van bomen en heesters in lanen, parken, buitenplaatsen e.d.
- Gezocht: kweker voor historische boom- en heester-variëteiten
- Verjonging van lanen door inboeten, grote terug-houdendheid met totale kap en heraanplant
- Kennis bijeenbrengen van cultuurhistorisch waardevolle bomen en heesters; kennis ook in opleidingen
- Voorafgaande inventarisatie bij projecten en restauraties
- Behoud en toepassing van cultuurhistorisch waardevol plantgoed bij restauraties en projecten
- Liever een eerlijke ruïne dan een nepkasteel.

ZICHEM, MAAGDENTOREN MATERIAAL-TECHNISCHE STUDIE VAN DE BUITENSCHIL

**Dr. Hilde De Clercq (1), Roald Hayen (1), Dr. Michiel Duser (2),
Dr. Veerle Cnudde (3), Arch. Marc Vanderauwera (4)
(1) Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium; (2) Belgische Geologische
Dienst; (3) Centrum X-stralen Tomografie, Universiteit Gent;
(4) Architectenbureau Marc Vanderauwera**

Abstract

De Diestiaanse ijzerzandsteen kent uitgebreide toepassingen in monumentale gebouwen en omheiningen- en kademuurs. Deze steensoort kenmerkt zich doorgaans door een diversiteit aan samenstelling en kwaliteit. De Maagdentoren te Zichem is één van de vele gebouwen waarbij veelvuldig gebruik werd gemaakt van de Diestiaanse ijzerzandsteen.

Doorgaans wordt de aanwezigheid van een limonietrijke en harde oppervlaktekorst vastgesteld, veelal donker getint en die als natuurlijke bescherm laag voor deze zandsteen lijkt te fungeren. Deze wordt echter in sterke mate afgestoten. De onderliggende materie vertoont veelal een verlaagde cohesie hetgeen de steenblok gevoelig maakt voor verdere verwerking. Hierdoor is vaak in sterke mate materiaalverlies in de diepte opgetreden. Een belangrijke vraagstelling hierbij is in hoeverre de verzande ondergrond terug gezond kan gemaakt worden door middel van een steenversterkende behandeling.

Een problematiek die heel specifiek voor de Maagdentoren van Zichem zeer sterk wordt waargenomen is gelinkt aan biologische activiteit, meer bepaald de diverse gangen gemaakt door metselbijen. Tot op heden was de structuur van deze bijengangen in de steen zelf niet gekend waardoor bijgevolg geen restauratieopties kunnen geformuleerd worden met betrekking tot deze problematiek.

Deze paper beschrijft het uitgevoerd interdisciplinair materiaal-technisch onderzoek van de buitenschil van de Maagdentoren dat een wetenschappelijke benadering van de verweringsfenomenen van de Diestiaanse ijzerzandsteen beoogt enerzijds en materiaal-technisch verantwoorde en bijgevolg duurzame restauratieopties, mits een maximaal respect voor authenticiteit, anderzijds.

1. Probleemstelling

De Diestiaanse ijzerzandsteen kent uitgebreide toepassingen in monumentale gebouwen en omheiningen- en kademuurs. Deze steensoort kenmerkt zich doorgaans door een diversiteit aan samenstelling en kwaliteit. Bij het gebruik ervan werd echter de kwaliteit niet altijd even kritisch benaderd. Dit impliceert dat ten gevolge van langdurige blootstelling aan natuurlijke weersomstandigheden of nalatig onderhoud voor bepaalde steenblokken de kwaliteit dermate is dat een duurzame conserverende behandeling sterk in vraag wordt gesteld.

De Maagdentoren te Zichem is één van de vele gebouwen waarbij veelvuldig gebruik werd gemaakt van de Diestiaanse ijzerzandsteen. De parementstenen hebben een minimale dikte van 31 en maximale dikte van 44 cm, en zijn meestal groter dan 40 cm. Rekening houdend met de buitenmaat komt dit overeen met 0,04 m³ of meer, wat aanzienlijk is. Merkwaardig genoeg lijkt er in de loop der eeuwen weinig materiaalverlies te zijn opgetreden, behoudens de huidige waarneembare schade die afkomstig is van nog actieve verweringsprocessen.

Deze ijzerzandsteen kenmerkt zich doorgaans door verschillende schadepathologiën naargelang het zand-kleigehalte en de graad van cementering, homogeniteit, biologische aantasting en klimaatomstandigheden. Doorgaans wordt de aanwezigheid van een limonietrijke en harde oppervlaktekorst vastgesteld, veelal donker getint en die als natuurlijke bescherm laag voor deze zandsteen lijkt te fungeren. Deze wordt echter in sterke

mate afgestoten (Figuur 1). Op plaatsen waar de oppervlaktelaag nog aanwezig is, is vaak een barst zichtbaar tussen de oppervlaktelaag (veelal tot meer dan één cm dikte) en de ondergrond, wat getuigt van de afstoting in de toekomst. Langs deze barst treedt waterinfiltratie op die tijdens winterperiodes aanleiding kan geven tot vorstschade met afstoting tot gevolg. De onderliggende materie vertoont veelal een verlaagde cohesie hetgeen de steenblok gevoelig maakt voor verdere verwerking. Hierdoor is vaak in sterke mate materiaalverlies in de diepte opgetreden.



Figuur 1: Ijzerzandsteen, loszittende oppervlaktelaag

Een problematiek die heel specifiek voor de Maagdentoren van Zichem zeer sterk wordt waargenomen, is gelinkt aan biologische activiteit, meer bepaald de diverse gangen gemaakt door metselbijen (Figuur 2). De biologische aantasting door metselbijen wordt in het bijzonder op de zuidkant intens waargenomen en tast zowel steen als mortel aan. De zachtere poreus-zandige roodachtige stenen of zones in heterogene stenen vertonen de sterkste (diepste) aantasting. Actieve graafgangen bevatten een witglanzende papierdunne bekleding, soms met roodachtige cocons van vervelde poppen en lichtgrijze kleistoppen met verkleinde centrale opening naar de buitenzijde toe.

Tot op heden was de structuur van deze bijengangen in de steen zelf niet gekend. Er kan dan ook op basis van een visuele beoordeling niet worden opgemaakt in hoeverre de aan het oppervlak aangetaste graad extrapolerebaar is naar de interne structuur. Zo kan een steen die aan het oppervlak slechts enkele gaten vertoont binnenin licht aangetast zijn of een netwerk van bijengangen vertonen die de draagkracht van de steen in het gedrang brengt.



Figuur 2: Ijzerzandsteen gekenmerkt door sterke aantasting ten gevolge van de aanwezigheid van diverse bijengangen

2. Samenstelling van de zwarte oppervlaktekorst van ijzerzandsteen

Behoudens op verzande of afgeschilferde oppervlakken vertoont de ijzerzandsteen veelal een zwarte korst en dit in het bijzonder aan de noord- en de oostkant.

Het onderzoeksgedeelte naar de aard van de verwerking en het ontstaan van de zwarte korst van de ijzerzandsteen van de Maagdentoren heeft uitgewezen dat de verkleuring en de algemene verwerking deels aanleunen bij onderzoeksresultaten vermeld door diverse auteurs met betrekking tot de oppervlakteverwerking van zandsteen in het algemeen [1].

Uit het onderzoek van de oppervlaktekorst op de ijzerzandsteen is gebleken dat twee fenomenen zich voordoen: enerzijds het proces van neerslaan van dieper in de steen opgelost materiaal en anderzijds de invloed van externe factoren met de afzetting van vervuilende bestanddelen uit de omliggende lucht, onder meer vliegias.

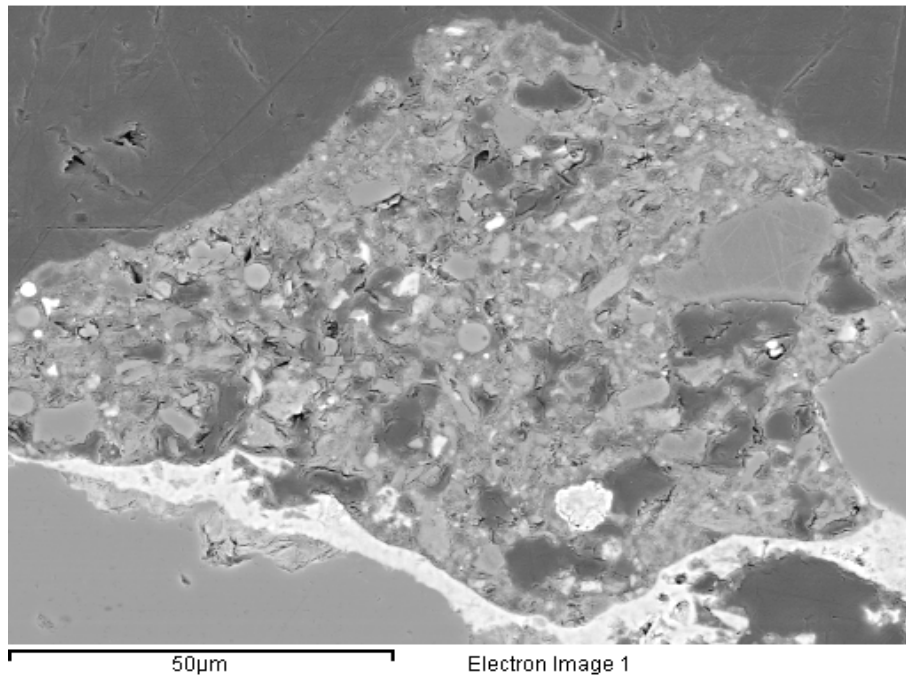
Het eerste proces leidt tot vorming van een dense korst met een dikte van doorgaans enkele tientallen μm . De laag bevat silicium, aluminium en ijzer, naast kalium en wat magnesium, kortom typerende elementen van de ijzerzandsteen zelf. Algemeen betreft het extreem fijnkorrelige secundaire mineralen die neergeslaan zijn in de oppervlaktelaag. De korrels in de verweringslaag zijn te fijn om mineralen in te herkennen. Het ontstaan van de oppervlaktekorst is een natuurlijk proces waarbij tijdens het transport van vocht doorheen de steen in afwisselend droge en natte periodes stoffen dieper in de steen oplossen en naar het oppervlak migreren. Nabij het oppervlak slaan de stoffen neer, waardoor het steenoppervlak een lagere porositeit vertoont en fijner van structuur wordt. Hierdoor daalt de snelheid van vochtopname door de steen, waardoor deze "oppervlaktekorst" kan beschouwd worden als de beschermlaag van de ijzerzandsteen. Dit natuurlijk proces vangt dus principieel aan vanaf de bouw van de Maagdentoren.

Externe processen spelen ook een rol. Luchtvervuilende bestanddelen afgezet aan het oppervlak van de ijzerzandsteen worden mee verkit in de neergeslagen producten van dieper in de steen opgeloste materie. In dit geval zal de korst zwart verkleuren. Gedetecteerde bestanddelen afkomstig van luchtvervuiling zijn onder meer fosfor en vliegias. De hoeveelheid van deze stoffen is echter vrij gering en misschien onvoldoende om bepalend te zijn over het ontstaansproces van de zwarte korst. Gips, vermeld in studies van diverse auteurs als zijnde aanwezig in de zwarte korst op zandsteen, gevormd in een

gepollueerde omgeving, wordt niet teruggevonden. Voorts is er onvoldoende evidentie gevonden van een veranderde Mn/Fe verhouding in de korst om tot een louter biogeen transformatieproces te kunnen besluiten.

De zwarte laag is plaatselijk zeer dun, en bijgevolg moeilijk analyseerbaar, of vertoont diktes tot 100 µm.

Gezien de aanwezigheid van vliegias (Figuur 3), waarvan de herkomst veelal gelinkt is aan een verbranding van kool, kan worden gesteld dat de vorming van de zwarte korst aangevangen is midden 19^e eeuw, eventueel samengaan met de aanleg en gebruik van de nabijgelegen spoorlijn.



Figuur 3: Teruggestrooid elektronenbeeld van de zwarte oppervlaktekorst

Op diverse plaatsen is de oppervlaktelaag afgestoten en komt een verpoederend vlak vrij. Slechts lokaal wordt de vorming van een nieuwe zwarte laag vastgesteld op het inmiddels vrijgekomen oppervlak. Op de meeste locaties is dit echter niet het geval. Dit is niet onlogisch gezien de laatste jaren de algehele industriële vervuiling afgenomen is. Gezien de vorming van een oppervlaktekorst op zich een continu, weliswaar langzaam, proces is, zou hieruit kunnen afgeleid worden dat het verlies van de oppervlakttematerie van de ijzerzandsteen van de Maagdentoren dateert van de laatste 100 à 150 jaar.

3. Mechanische oppervlakteverweringskenmerken en effect diverse steenverstevigende behandelingen van ijzerzandsteen

3.1. Verweringskenmerken van de ijzerzandsteen

Lokaal blijken steenblokken van vrij goede kwaliteit te zijn gebruikt. Steenblokken die de vermoedelijk oorspronkelijke huid bevatten zijn vaak integraal van goede kwaliteit en veelal gekenmerkt door een onregelmatige structuur. De verhoogde hardheid van de visueel waarneembare zwarte “korst” zelf, vaak zeer hard, wordt duidelijk gemeten doch niet systematisch. Op diverse plaatsen bevindt zich een zachte zone tussen de oppervlaktekorst en een dieper gelegen deel.

De steenblokken die er visueel zanderig uitzien en/of diep uitgehold zijn, zijn vaak integraal zeer zacht en vertonen een zeer lage samenhang.

Hetzelfde kan worden gesteld voor steenblokken die visueel kwalitatief goed lijken doch eigenlijk van een zeer zacht type zijn.

Algemeen kan worden gesteld dat de kwaliteit van de ijzerzandsteen gebruikt voor de Maagdentoren niet schitterend is. Een groot percentage heeft momenteel zijn beschermende oppervlaktekorst verloren ; van het resterend deel zijn visueel barsten zichtbaar die getuigen van het afvallen van de oppervlaktekorst in de toekomst. Zorgvuldige verwijdering ervan zal bijgevolg noodzakelijk zijn.

Anderzijds is er geen duidelijke correlatie tussen het uitzicht- of het vermoeden van duurzaamheid- op basis van macroscopisch waarneembare petrografische kenmerken en de stevigheid van de steen. De petrografische variabiliteit is te weinig uitgesproken om in het geval van de parementsteen van de Maagdentoren van verschillende steentypes te kunnen spreken.

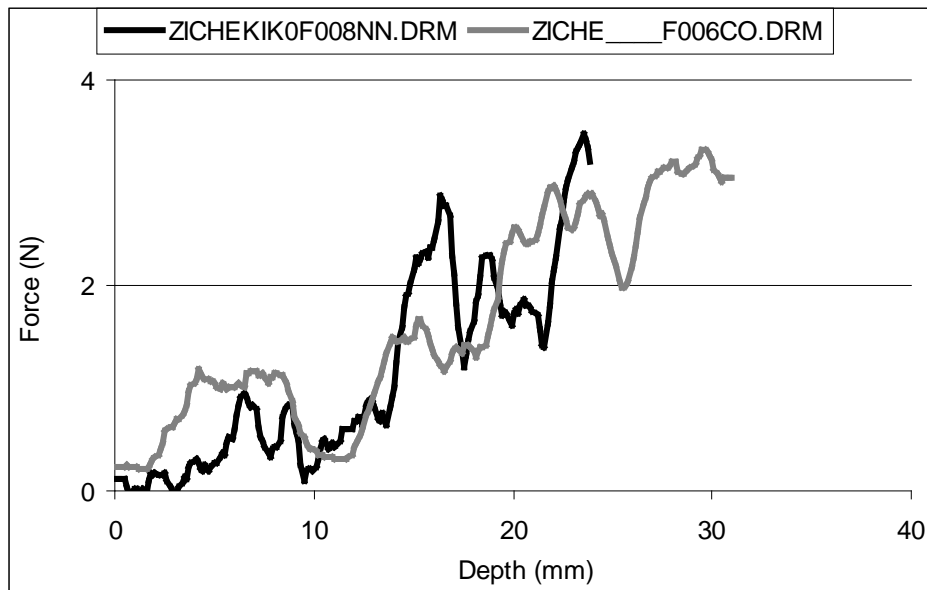
3.2 Effect van steenverstevigende behandelingen

Volgend op een algemene beoordeling van de verweringskenmerken van de ijzerzandsteen werden diverse proefvlakken steenverstevigende behandeling geselecteerd. Het aantal nat-in-nat behandelingen bedraagt 2 tot 3. Een maand na de laatste uitvoering werd het verstevigend effect beoordeeld aan de hand van hardheidsprofielen bekomen met behulp van het DRMS-apparaat [2].

Het onderzoeksgeheel heeft uitgewezen dat de stenen die eigenlijk van betere kwaliteit zijn, waarvan de oorspronkelijke oppervlakte nog aanwezig is doch verweerd zijn aan het oppervlak, eerder een positief consoliderend effect vertonen en dus voordeel zullen halen uit een steenverstevigende behandeling. Deze die sterk verweerd zijn en nood hebben aan een verstevigende behandeling vertonen echter een onvoldoend verstevigend effect na 2 of 3 behandelingen met een product op basis van ethylsilicaat. Een voorbeeld van een dergelijke verweerde steenblok is weergegeven in figuur 4 waarvan het consoliderend effect, beoordeeld aan de hand van DRMS-metingen voor en na consolidatie, geïllustreerd is in figuur 5.



Figuur 4: Sterk verweerde steenblok



Figuur 5: Hardheidsprofiel van steenblok weergegeven in figuur 4, voor (zwart) en na (grijs) 3 steenverstevigende behandelingen met ethylsilicaat

Nader onderzoek uitgevoerd in het laboratorium heeft uitgewezen dat voornamelijk de aanwezige klei een efficiënte steenverstevigende behandeling in de weg staat, zoals gesuggereerd in de literatuur [3-5]. Het gaat hier over de klei die hetzij als een dunne kleifilm rond de kwartskorrels aanwezig is en vooral over de grotere accumulaties van klei (gedeeltelijk met limoniet kristallisatiekernen) die zich in de poriënruimte tussen de andere korrels (hoofdzakelijk kwarts en glauconiet) bevinden en de porositeit sterk terugdringen (gemiddeld minstens halveren t.o.v. zuivere bolstapeling). De resterende poriënruimte bevindt zich dan (in het slechtste geval) tussen deze intergranulaire klei accumulaties en de met een kleifilm omgeven korrels. Is er minder klei aanwezig in de ijzerzandsteen dan is de limonietcement meer en beter samenhangend waardoor de natuursteen van betere kwaliteit is en bovendien positiever reageert op een verstevigende behandeling.

4. Aantasting van ijzerzandsteen en mortel door metselbijengangen- X-stralen tomografie

4.1. Biologische aspecten

Steen aantasting door gravende insecten is uitzonderlijk vergevorderd in de Maagdentoren. De visueel zwaar aangetaste ijzerzandsteen is sterk geërodeerd door afbrokkeling van de uitgeholde delen. De mortel is veelal sterker aangetast dan de ijzerzandsteen, zeker wanneer mortel in grote dikte aangebracht is zoals op terugschrijdende of onregelmatige stenen.

Tijdens het onderzoek ter plaatse zijn deze insecten massaal verschenen. Enkele exemplaren werden bemonsterd en voor determinatie overgemaakt aan Dr. P. Grootaert, departement Entomologie van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Ze werden beschreven als *Osmia cornuta* (Latreille 1805), of de **gehoorde metselbij** (mason bee, figuur 6).



Figuur 6: *Osmia cornuta*, nestkast in zacht hout, voor pollinatie geplaatst bij boomgaarden of fruitaanplanting (vrije overname uit: http://commons.wikimedia.org/wiki/Osmia_cornuta)

De gehoornde metselbij behoort tot de groep der solitaire bijen, die soms in grote getale elk afzonderlijk hun eigen nest graven waarin een ei gelegd wordt voorzien van stuifmeel als voeding en vervolgens afgesloten met een kleiprop. Gravende metselbijen gaan met de kop voorwaarts in het boorgat, eierleggende wijfjes met het achterlijf eerst. Het is een niet zeldzame, maar wel kwetsbare soort die bijna volledig uit het landbouwgebied verdwenen is. Het is nochtans een nuttige diersoort, onmisbaar voor de bestuiving van voorjaarsbloeiërs waaronder vooral fruitbomen, omdat zij al vanaf maart uitvliegen. Daarom worden ze in nestkasten van zacht hout of geperst stro verhuurd aan fruittelers en uitgezet langs boomgaarden (informatie Sven Goethals, Lubbeek).

De aanwezigheid in grote getale van de gehoornde metselbij is gebonden aan het voorkomen van een geschikte bloesemrijk biotoop als stuifmeelbron voor zijn voedselvoorziening. Vermoedelijk is het fenomeen van de massale aantasting een gevolg van een veranderd landgebruik en kan het dus alleen maar verergeren, aangezien het vermoedelijk bevorderd is door de natuurontwikkeling in de Demervallei. Vanuit dit perspectief is de toestand verontrustend want het zou kunnen wijzen op een versnellende erosie van de gevelsteen (termijn van tientallen jaren).

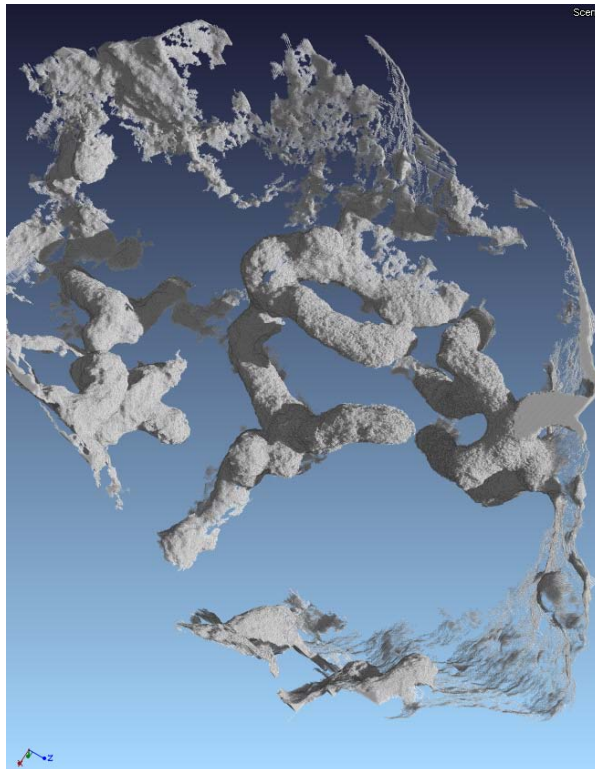
4.2. X-stralen tomografie

Zowel visuele beoordeling van de gelichte boorkernen als onderzoek met X-stralентomografie heeft uitgewezen dat de diepte van de metselbijengangen van steenblokken die visueel matig aangetast zijn doorgaans 4 à 5 cm bedraagt. Voor het maken van een nieuw nest wordt veelal een bestaand nest gebruikt dat op zich verder wordt uitgegraven. Het vrijgekomen los gegraven ijzerzandsteenpoeder kan hierdoor een eerder nest opvullen. Hierdoor kunnen "oude" nesten en gangen gevuld zijn met ijzerzandsteenpoeder.

Gangen worden preferentieel gegraven in zachtere materie. Fossiele graafgangen van zeewormen typerend voor de afzettingssomstandigheden van de ijzerzandsteen zijn minder

dens dan het omliggend steengedeelte. Deze graafgangen van zeewormen zijn dus op zich zones waarin bijen graag graven.

In figuur 7 wordt de structuur gevisualiseerd van de gangen gevormd door de metselbijen aanwezig in een sterk aangetaste ijierzandsteen. De gangen zijn vaak onderling met elkaar verbonden. Dit volgde eveneens uit de evaluatie van CT-scans van de sterk aangetaste mortelmaterie.



Figuur 7: Stuk ijierzandsteen, 3D-weergave van de gangenstructuur van metselbijen bekomen door verwerking van CT-scans

Het preferentieel gebruik van graafgangen van zeewormen, voor zover deze een gelaagde structuur hebben, alsook de verbonden structuur van de gangen, kunnen de draagkracht van een ijierzandsteenblok in het gedrang brengen. Het opstoppen van visueel zichtbare openingen van een sterk aangetaste steenblok door middel van een mortelmaterie is hier bijgevolg materiaal-technisch een onverantwoorde optie.

5. Besluit-restauratieconcept

Onze opdracht gegeven door de Vlaamse Overheid had een duidelijke boodschap: een vooronderzoek met het doel een restauratieconcept te formuleren gekenmerkt door een maximaal behoud en een minimale vervanging van steenblokken. Dit is op zich geen gemakkelijke opdracht.

Er dient gesteld dat dit concept niet verzoenbaar is met de eis tot een vlak parement. Ten gevolge van verwerking is materiaalverlies opgetreden waardoor de oppervlaktelaag vaak een grillig patroon vertoont. In het voorgestelde restauratieconcept staat de noodzaak tot een continu afwateringspatroon centraal waarbij, gezien de eis tot maximaal behoud van de natuursteenblokken, het grillig patroon van het metselwerk deels zal behouden blijven. Het continu afwateringspatroon wordt gegarandeerd door enerzijds de hiaten in zowel de voeg als de natuursteen te herstellen en anderzijds diepteverschillen tussen naburige steenblokken te corrigeren door middel van een aangepaste herstellmortel. Een

herstelmortel die aangepast is aan de poriënstructuur van de ijzerzandsteen en daarnaast esthetisch perfect past bij de ijzerzandsteen, die visueel op zich zeer heterogeen is, zal moeilijk realiseerbaar zijn. Vooral voor de donker getinte natuursteenblokken is, gezien het noodzakelijk hoog gehalte aan pigment, een duurzame herstelmortel technisch niet haalbaar. Dit restauratieconcept kan dan ook belangrijke consequenties hebben op esthetisch vlak.

Herstelmortels dienen aangebracht op een gezonde, niet verpoederende ondergrond. Het in situ onderzoek naar een steenverstevigende behandeling leidde slechts plaatselijk tot een goede efficiëntie. Meer bepaald kon worden gesteld dat de stenen die eigenlijk van betere kwaliteit zijn doch evenwel verweerd zijn aan het oppervlak, eerder een positief consoliderend effect vertonen en dus voordeel zullen halen uit een steenverstevigende behandeling. Deze die sterk verweerd zijn en nood hebben aan een verstevigende behandeling vertonen echter een onvoldoend verstevigend effect na 2 of 3 behandelingen met een product op basis van ethylsilicaat. Dit eerder negatief resultaat heeft ongetwijfeld consequenties voor de restauratie van de ijzerzandsteen van de Maagdentoren. Meer concreet: er dient meer materiaal verwijderd aan het oppervlak en dit tot een solide ondergrond wordt bekomen alvorens de herstelmortel aan te brengen.

De verdere aantasting door metselbijen dient primordiaal aangepakt en dit op zeer korte termijn. Hierbij wordt gedacht aan het voorzien van alternatieve houten nestkasten te plaatsen in de onmiddellijke buurt van de Maagdentoren.

6. Referenties

1. Verwering en zwartverkleuring van Bentheimer en Obernkirchner zandsteen, TNO-Rapport, C.M. Dubelaar, T.G. Nijland, T.J.M. van der Linden en R.P.J. van Hees (2003).
2. H. De Clercq, Vooronderzoek met behulp van DRMS als stevige basis voor een steenverstevigende behandeling, syllabus Eerste Vlaams-Nederlandse Natuursteendag, 3/2/2005, ISBN 90-5857-005-3 (2005).
3. De Clercq H., De grenzen aan een consoliderende behandeling, 3^e Vlaams-Nederlandse Natuursteendag, 14-15 mei 2009, Geological Survey of Belgium Professional Paper 2009/1,N 305, 129-136.
4. Wheeler G., 2005. Alkoxysilanes and the Consolidation of Stone, The Getty Conservation Institute.
5. Wheeler G., 2008. Alkoxysilanes and the Consolidation of Stone: Where are we now? Proceedings of the International Symposium Stone Consolidation in Cultural Heritage, research and practice, Ed. J.D. Rodrigues and J.M. Mimoso, Lisbon, 6-7 May, 41 – 52.

EEN GRENsverleggende INTEGRATIE VAN HET SINT-JORISBASTION IN HET ANTWERPSE STADSCENTRUM

**Karen Minsaer, Stad Antwerpen
Sander Peters, Verstraete & Vanhecke N.V.**

Naar aanleiding van de heraanleg van de Antwerpse leien, uitgevoerd tussen 2002 en 2006, vond grootschalig archeologisch onderzoek plaats naar de restanten van de Spaanse omwalling, die zich net onder deze leien bevonden. Met een projectploeg van 2 archeologen en 2 arbeiders en onder coördinatie van de stedelijke archeologische dienst werden de herinrichtingswerken van nabij opgevolgd en ingepast in de planning en timing van de aannemer [1]. De archeologische begeleiding vond naargelang de locatie voorafgaandelijk aan de werken plaats, of geïntegreerd in de graafwerken van de aannemer. De Vlaamse overheid, Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) nam als verantwoordelijke bouwheer de leiding van de werken op zich, naast de stad Antwerpen en vervoersmaatschappij De Lijn. Tevens financierde de Vlaamse overheid het archeologisch onderzoek volgens de principes van het Verdrag van Malta. In de werfvergadering werd met alle betrokken partijen wekelijks overlegd.

1. De restanten van de omwalling

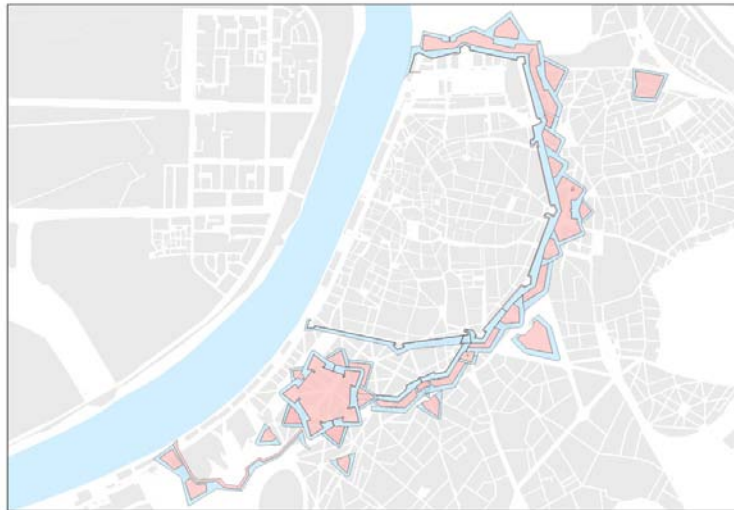
Voor de uitvoering van het archeologisch onderzoek werd beroep gedaan op GIS[2]-kaarten van de omwalling. Op basis van 19^{de}-eeuwse opmetingsplannen opgemaakt in het kader van de afbraak, kon de projectie van de Spaanse omwalling op de hedendaagse stadsplattegrond vrij nauwkeurig worden uitgevoerd. Het tracé werd als een aparte laag geprojecteerd op een straten- en perceelskaart en maakte van deze GIS-kaart een hulpmiddel bij de planning van het onderzoek en een communicatiemiddel naar de bouwheer en de aannemers. Immers, binnen de geplande werken, werd voor alle partijen duidelijk waar de archeologische resten van de omwalling konden verwacht worden.

Van de omwalling zelf werden in de 19^{de} eeuw de bovengrondse delen afgebroken, toen de stad in volle expansiedrang zich wroeg uit het keurslijf van deze versterking. De muurpartijen werden toen nauwkeurig opgemeten, de aarden volumes achter de vesten berekend en het horizontale afbraakniveau werd bepaald. Ter hoogte van de voormalige Sint-Jorispoort werden de resten consequent een halve meter onder het voormalige loopvlak afgebroken. Toen de werken in 2002 hun aanvang kenden was de locatie van de omwalling gekend, maar de aard en de omvang van de restanten uit het geheugen verdwenen. De 19^{de}-eeuwse foto's en het historisch kaartmateriaal gaven impressies, maar geen duidelijke gegevens. Hierdoor vond het idee ingang dat er van de omwalling alleen nog fundamenten bewaard waren.

Bij de start van de werken was het dan ook een verrassing om de restanten in erg goede staat aan te treffen. De resten waren niet alleen gaaf bewaard, ook vertoonden ze monumentale muurpartijen en kenden onderdelen als de Sint-Jorispoort en de bastionpunten een esthetische afwerking. Het ging dus om meer dan fundamenten. Maar, er was tijdens het planningsproces en in het nieuwe ontwerp geen rekening gehouden met het behoud van de resten. Het nieuwe tunnel- en parkingcomplex doorsneed de restanten van deze versterking nabij de Sint-Jorispoort, met name de Keizerspoort, het voorliggende bastion, de brug, de contrescarp en de Herentalse Vaart.

Toen in februari 2003 ter hoogte van de Nationale Bank de middenberm van de leien openlag, werd de omvang van de omwalling en bijgevolg ook de omvang van de afbraak heel erg duidelijk. Een 30 meter lang muurstuk van de rechter face (voorzijde) lag in het toekomstige parking- en tunnelcomplex, de linker face zou worden doorsneden door een tunnel, de riolering en de wegafwatering. Voor het eerst kon onderzoek tot op volledige

diepte plaatsvinden en werd de bewaarde muurhoogte van de omwalling op 5,20 meter vastgesteld, waarvan 3,70 meter muurpartij, ooit zichtbaar net boven de gracht, en een 1,5 meter hoog fundament. De muren waren monumentaal afgewerkt met grote blokken natuursteen, gelijkmatig gemetseld in horizontale lagen rondom het bastion. De bastionpunt of saillant viel op door haar afwerking in de vorm van een halve piramide, bovenaan getooid met een halve bol. Deze functionele, esthetische en symbolische afwerking van de hand van de ingenieur Donato Di Boni, blijft een unicum in militaire architectuur en is een rechtstreekse getuige van de Noord-Italiaanse Renaissance in Antwerpen in het midden van de 16^{de} eeuw [3].



Figuur 1: GIS-projectie van de Spaanse omwalling op het huidige stadsplan



Figuur 2: De opgraving van het bastion op de leien

2. Draagvlak voor behoud

Door deze vaststellingen en door de gekende omvang van de afbraak ten voordele van de nieuwe aanleg ontstond langzaam een draagvlak voor behoud. Bij het eerste persmoment werd door de stedelijke archeologische dienst een adviesnota opgemaakt met de vraag tot verder onderzoek, behoud en integratie. Op dat moment klonk de vraag naar behoud niet

alleen vanuit archeologische hoek, maar ook vanuit Het Vlaams Vestingbouwkundig Centrum (voormalige Simon Stevin Stichting), het Henry van de Velde Instituut en het Genootschap voor Antwerpse geschiedenis. Naarmate meer kennis over de Spaanse omwalling werd vergaard, werd de vraag naar integratie en de aanpassing van de bouwplannen sterker. De Spaanse omwalling was immers om meerdere redenen van groot cultuurhistorisch belang. Ze was de eerste omwalling in de Nederlanden volledig uitgewerkt volgens het gebastioneerd stelsel. Het plan uit 1540 van de hand van de Italiaanse ingenieur Donato Di Boni bestond uit 5 Renaissancepoorten, 9 bastions en 8 fronten en een buitengrachtboord (contrescarp). Bruggen verbonden de stad met de belangrijkste toegangswegen. De bastions waren geconcipeerd volgens het oud Italiaans stelsel en zijn gekenmerkt door lange facen, korte teruggetrokken flanken met verlaagde platforms en oreillons op de overgang van face naar flank. Voor de omwalling werden kwaliteitsvolle materialen gebruikt, de poorten, de bruggen en de bastionpunten kenden een esthetische afwerking [4]. De omwalling is zonder meer het paradepaardje van de stad geweest, waaraan met duizenden arbeiders werd gewerkt en een statement van de rijke midden 16^{de}-eeuwse handelsmetropool. Ze was tevens een belangrijke schakel in de vestingbouw. Plannen van deze Renaissance omwalling waren gegeerd in Europa en werden gekopieerd tot in Rome.



Figuur 3: 17^{de}-eeuwse gravure Spaanse omwalling (Stadsarchief Antwerpen)

3. Consequenties

Naarmate het onderzoek vorderde en het belang van de relictten steeds duidelijker werd, kreeg de vraag tot integratie weerklank op Vlaams niveau en werd een ministerieel bezoek georganiseerd op 13 maart 2003. Op het persmoment verbonden de ministers zich ertoe het bastion te behouden door het 6 meter te laten zakken in een nieuwe ruimte net onder de oorspronkelijke locatie.

Na deze beslissing, die technisch en financieel was voorbereid door de Vlaamse overheid Agentschap Wegen en Verkeer, werd het project verder uitgewerkt en het plan ontworpen. Een nieuwe ruimte van 700m² werd gecreëerd waarbij rekening werd gehouden met de aanbevelingen van de archeologische dienst, nl. zichtbaarheid voor het grote publiek en

toegankelijkheid vanuit de parking. Op parkingniveaus -2 en -3 werd de parkingwand opengewerkt met grote ramen met zicht op het bastion en op niveau -3 werd een extra toegangsruimte gecreëerd. Op deze wijze kon de archeologische ruimte bereikt worden zowel vanuit de parking als via een aparte toegang. In deze fase werd door de bouwheer in samenspraak met de hoofdaannemer (T.H.V. De leien) beslist om het bastion niet te laten zakken of verzinken, maar om het restant op te delen in handelbare blokken van max. 1,5 m³. Het verzagen van het muurwerk in plaats van het laten zakken, was een keuze buiten de archeologen om. In overleg met de archeologische dienst en met ondersteuning van Laboratorium Reyntjens K.U.Leuven (dr.ir. Filip Van Rickstal) werd het bestek opgemaakt voor deze verplaatsing. Op basis hiervan werden verschillende restauratieaannemers aangeschreven, waaruit de firma Verstraete & Vanhecke werd gekozen.

Door de keuze tot behoud van het bastion werden meerwerken gerealiseerd, wat een vertraging van 3 maanden betekende op de totale planning van de leienwerf. Deze vertraging werd door de Vlaamse overheid officieel gecommuniceerd, waarbij ook meegedeeld werd dat er extra inspanningen zouden worden getroffen om deze vertraging in te halen. In het licht van de gevolgen kon de afweging naar behoud alleen worden verantwoord vanuit de grote en unieke cultuurhistorische waarde, en de schaarste van relictten van de midden 16^{de}-eeuwse vestingbouw in de Nederlanden.

4. Uitgangspunt van de opdracht

De te conserveren resten van het bastion dienden verwijderd te worden om de realisatie van een ondergrondse parking mogelijk te maken. Het massief van ongeveer 30 meter met een geschat totaal gewicht van 500 ton dienden we te verwijderen met zo min mogelijk schade, ander half jaar op te slaan en nadien in een nieuw te bouwen ondergrondse betonnen structuur terug te plaatsen. De toegang tot deze ondergrondse ruimte was om uitvoeringstechnische redenen beperkt tot een gat in een van de betonwanden van ca. 3 x 3 meter. De plafondhoogte van de ruimte was maar enkele tientallen centimeters groter dan de totale hoogte van het terug te plaatsen bastion.

5. Uitvoeringsprincipe

Het manipuleren van honderden jaren oude metselwerkmassieven is niet vanzelfsprekend omwille van een hoop onbekende parameters. De belangrijkste onbekenden voor deze behandeling hielden verband met de interne samenhang van het geheel:

- de kwaliteit van de gebruikte baksteen (met name in de kern van de constructie);
- de staat van de mortel (omvang en niveau van carbonatatie van de vrije kalk);
- het gebruikte metselwerkverband en de homogeniteit hiervan in de kern.

De ervaring heeft ons namelijk geleerd dat 16^{de}-eeuws ondergronds metselwerk vaak weinig betrouwbaar is, door het gebruik van onzuivere hydraulische kalk en de gewoonte om de parament zones met regelmatige metselwerkverbanden uit te voeren maar de tussenliggende ruimtes vol te storten met een willekeurige mengeling van mortel, bak- en natuursteen. Deze opbouw kon nog enigszins op druk belast worden maar veel minder op trek, een belangrijke eigenschap bij hijsen en tillen van deze structuur.

Gezien de enorme tijdsdruk waaronder de uitvoering van deze conservatiewerken gebukt ging, was er weinig ruimte voor tijdrovende proeven en vooronderzoeken. Er is dan ook gekozen om een uitvoeringsmethode uit te werken waarbij het te hijsen metselwerkmassief a-priori als weinig coherent benaderd werd. Het hijsen van de blokken *an sich* was hierdoor uitgesloten en het uitgewerkte principe vertrok van het idee om een inwendig hijsgeraamte aan te brengen waar het onbetrouwbare metselwerk rond zou hangen.

6. Verplaatsing van het bastion

Om de risico's tot een minimum te beperken is begonnen met het consolideren van het metselwerk door injectie met een ultrafijn mineraal bindmiddel (maximale korrel < 12 μm) op basis van kalk en cement: Spinor A12. De injectie vond plaats onder lage maar constante druk via de boorgaten die later zouden dienen voor het aanbrengen van het inwendig hijsgeraamte. Er zijn zowel horizontale als verticale boringen uitgevoerd \varnothing 32 mm. De boorlengte varieerde tussen de 350 cm en 400 cm. In totaal is ongeveer 2.000 meter geboord tijdens de eerste vijf weken van de uitvoering.



Figuur 4: Consolidatie door injectie

Rekeninghoudend met de verschillende beperkende uitvoeringsparameters, zoals de betrouwbaarheid van het geconsolideerde metselwerk, de beschikbare heftoestellen of de geringe opening in de betonwand waar langs de blokken binnengebracht moesten worden, is besloten om het bastion te verzagen in blokken van maximaal 3,5 ton. Deze blokken werden verkregen door het massief van de steunberen te scheiden en het vervolgens in de langs richting door midden te zagen. In de hoogte is het te behouden deel van het bastion in drie lagen verdeeld en in de lengte in segmenten van ca. 86 cm.

Tijdens de archeologische documentatiefase van het project was het bastion in talud vrij gegraven tot op de aanzet van de steunberen. Om een bruikbare werkvloer te realiseren is een betonplaat gestort rondom de voet van het massief met geïntegreerde pompputten om het water dat vrijkomt tijdens het boren en zagen evenals het hemelwater te kunnen wegpompen. Al deze voorzorgen hebben niet kunnen beletten dat tijdens de zaagwerken de steunberen onderspoeld werden en na het loszagen van het hoofdmassief begonnen weg te zakken.

Het zaagwerk zelf is uitgevoerd met een diamant kabelzaag. Bij deze methode wordt een oneindige kabel bestaande uit schakels bekleed met synthetische diamant over het metselwerk geschuurd onder toevoeging van water. Water dat zowel een koelende als evacuerende functie heeft. Bij deze methode bekomt men een zaagsnede van \pm 10 mm. Omwille van de te verwachten zichtbaarheid van deze zaagsneden na de hermontage is veel zorg besteed aan de rechtheid van de zaagsneden in het zichtvlak. Na het zagen van de blokken zijn langs de bovenzijde inox draadstangen van ca. 40 cm. lengte chemisch verankerd met epoxy aan de verticale glasvezelwapeningsstaven om hijsogen te kunnen monteren.



Figuur 5: Verzagen met diamantkoord



Figuur 6: Hijsen van de blokken

Na volledige nummering en inventarisatie van de blokken zijn deze stuk voor stuk met een rupskraan uit het massief gehesen en vervoerd naar een aanpalende straat die als tijdelijke openlucht opslagruimte was omgevormd. Om de blokken tijdens de 18 maanden durende opslag tegen vandalisme (mn. graffiti), vorstschade en mos- en algengroei te beschermen zijn ze met krimpfolie ingepakt.

De hermontage is volledig uitgevoerd met vorkheftrucks omwille van de geringe vrije hoogte boven de blokken. Vermits de langse kanten van de blokken zich haaks op de voorzijde (het zichtvlak) van het bastion bevinden konden hier uitsparingen voorzien worden voor de lippen van de vorkheftruck zonder achteraf visueel storende sporen na te laten. De blokken zijn op

een bedding van gestabiliseerd zand los op en naast elkaar gestapeld met behoud van de 10 mm. zaagsnede.



Figuur 7: Hermontage van het bastion

7. Keuze in de presentatie

Het verzagen of anders gezegd het in blokken opdelen van het bastion werd gecoördineerd door de aannemer en opgevolgd door het bestuur van de herinrichtingswerken van de leien en de archeologen. Voor de heropbouw werd een aparte werfvergadering opgericht waarin alle aspecten werden behandeld en de keuzes bepaald. Voor de heropbouw waren immers nog keuzes te maken. Voor de presentatie van het bastion werd beroep gedaan op een historicus, experten in de vestingbouw, een deskundige van het Agentschap Monumenten en Landschappen, en een deskundige van de cel Modelrestauratie van het VIOE (Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed). Vanuit deze hoek werd voor de presentatie van het bastion benadrukt dat het belangrijk was om het proces van verzagen en verplaatsen deel uit te laten maken van de identiteit van het bastion. De keuze om het muurgedeelte te presenteren als verzaagd relict maakt dat de identiteit van het bastion niet eindigde bij de afbraak in 1865, maar dat daaraan verschillende processen werden toegevoegd om haar eigen behoud mogelijk te maken. Er werd geopteerd om de zaagsnedes om deze reden niet te restaureren. Ook bestond de overtuiging dat opvoegen en restaureren van de zaagsnedes te opvallend zou zijn en dus tot mislukking zou leiden.

8. Bewaard voor het publiek

Bij de motivatie tot behoud van het bastion werd naast het cultuurhistorisch belang steeds benadrukt dat ook de presentatie naar het publiek en het nalaten van erfgoed voor de toekomstige generaties een hoofddoelstelling was. Door het behoud kon een monumentaal gedeelte van de bedreigde Spaanse omwalling en het origineel metselwerk ervan bewaard blijven voor het grote publiek. Door het verzagen en verplaatsen werd anderzijds inbreuk gedaan op het behoud *in situ* van deze architectuur. Het is nu de kunst om de voorlopige presentatie verder uit te werken naar een sfeervolle plek, waar het contact met de geschiedenis mogelijk wordt. Er zal binnen het Interreg IVA-project 'Forten en Linies in Grensbreed Perspectief' een concept worden uitgewerkt voor de presentatie en ontsluiting waarbij naast het plaatselijke verhaal het bastion ook in het grotere verhaal van de vestingwerken en de linies zal geplaatst worden.



Figuur 8: Bastion tijdens een publieksevenement

9. Nazorg

In maart 2009 werd beroep gedaan op het Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium voor een eerste onderzoek naar de staat van het bastion en de mogelijke noodzakelijke behandeling in het kader van conservatie. Uit deze studie blijkt dat het muurwerk zich algemeen in goede staat bevindt. Voor de optimale conservering van het bastion wordt er aanbevolen een onderzoek uit te voeren naar de huidige zoutcontaminatie van het metselwerk en dit in relatie met het huidige alsook het aangewezen klimaat waarin deze zich bevindt [5].

10. Referenties

1. De archeologische begeleiding van de werken werd uitgevoerd door de projectarcheologen Bas Bogaerts en Karen Minsaer, onder coördinatie van de stedelijke afdeling archeologie en wetenschappelijk geadviseerd door het VIOE (Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed).
2. Geografisch Informatie Systeem.
3. Zie ook de overzichtspublicatie *Antwerpen versterkt. De Spaanse omwalling van haar bouw in 1542 tot haar afbraak in 1870*, o.l.v. P. Lombaerde, Antwerpen, 2009; en het archeologische hoofdstuk van auteur, 'Archeologische onderzoek van de Spaanse omwalling. In het bijzonder de site van de Keizerspoort', p.146-181.
4. Ph. Bragard, 'Le bossage et la fortification du XVIe siècle. Analyse de cas des anciens Pays-Bas et en principauté de Liège', in G. Bers, C. Doose, red., *Italienische Renaissancebaukunst an Schelde, Maas und Niederrhein: Stadtanlagen – Zivilbauten – Wehranlagen*, Jülich, 1999, p.167-189.
5. De Clercq Hilde, 'Bastion Keizerspoort, voorstel vooronderzoek', KIK, Departement Labo, Afdeling Methodologie van de Conservering en van de Monumentenzorg (09-10162 – Antwerpen Bastion Keizerspoort).

HERSTEL VAN ZWAAR VOCHT- EN SULFAATBELAST MASSIEF METSSELWERK

Anke Hacquebord, Barbara Lubelli, Timo G. Nijland & Rob P.J. van Hees
TNO Bouw en Ondergrond, Delft

Samenvatting

Historisch metselwerk kan ernstig beschadigd zijn. Een gedegen restauratie kan pas plaatsvinden na uitvoerig onderzoek naar de aard, de ernst en de oorzaak van de schade. Deze aspecten zijn van grote invloed op zowel de restauratietechnieken als de kosten. Ook na onderzoek is niet altijd zeker welke restauratieaanpak de beste is. In een dergelijk geval is een kleinschalige proefrestauratie wenselijk. In dit artikel wordt het herstel van zwaar vocht- en sulfaatbelast massief metselwerk aan een in het water staande spoorbrug uit het eind van de 19^{de} eeuw beschreven. Het gaat hierbij zowel om vochtbeperkende maatregelen als de keuze van restauratiemortels.

1. Inleiding

Restauratie van historisch metselwerk vereist precisie en een goed inzicht in de situatie. De restauratiematerialen en -technieken moeten compatibel zijn met de historische materialen en in geen geval tot een verergering of toename van de schade leiden. Een onderzoek naar de oorzaak van de schade is daarom van wezenlijk belang om tot een gedegen restauratieplan te komen. Ook na een onderzoek kunnen vragen over blijven naar de effectiviteit van de voorgenomen ingreep. In een dergelijk geval kan een beperkte proefrestauratie wenselijk zijn. In het geval van de Moerputtenbrug, een spoorwegbrug uit het eind van de 19^{de} eeuw (fig 1) waarvan het metselwerk zwaar aangetast is, is een dergelijke proefrestauratie uitgevoerd. TNO heeft in 2003 de oorzaak en de omvang van de schade aan het metselwerk onderzocht en vastgesteld. Daarna zijn drie pijlers bij wijze van proef gerestaureerd met verschillende materialen en technieken. Zes jaar later zijn deze proefrestauraties geëvalueerd. Tijdens de evaluatie is onderzocht welke van de drie restauraties de beste resultaten geeft.



Figuur 1: De Moerputtenbrug anno 2009

2. De Moerputtenbrug

De Moerputtenbrug is een 600 meter lange spoorbrug, die aan het eind van de 19^{de} eeuw dwars door het moeras van het natuurgebied de Moerputten aangelegd is. De brug bestaat uit een stalen dekconstructie, die gedragen wordt door 35 pijlers en 2 landhoofden. De pijlers hebben dimensies van 10,5 (l) x 2 (b) x 5 (h) meter en zijn opgebouwd uit massief metselwerk met aan de bovenzijde dek- en hoekstenen van blauwe Belgisch hardsteen. Deel van het metselwerk is in het verleden al eens hersteld. Een Europese subsidie maakte het mogelijk dit Rijksmonument te restaureren, zodat de brug voor het publiek geopend kon worden als onderdeel van een wandelroute door het natuurgebied (Staatsbosbeheer, 2006). Na de sluiting in 1972 is de brug ernstig in verval geraakt. Van de stalen dekconstructie bladderde giftige loodmenie af die in het onderliggende water en de kwetsbare natuur terecht kwam. De pijlers van baksteenmetselwerk vertoonden ernstige scheurvorming en kalkafzetting. Ook ontbraken delen van het materiaal (voegen, natuursteen en plaatselijke metselwerk). Na aanvankelijke plannen voor sloop werd de brug eind 1995 een Rijksmonument. In 2003 kon met het zo noodzakelijke proces van onderzoek en restauratie aangevangen worden.

3. Aantasting van het metselwerk

Het onderzoek van TNO in 2003 richtte zich op de vraag wat de oorzaak van de scheuren was, wat de samenstelling van de metsel- en voegmortel was en of de keuze van de materialen oorzaak van de schade kon zijn.

Het patroon van de scheuren in het metselwerk deed sterk denken aan scheurpatronen zoals die ontstaan door hoge drukkrachten en vorst (fig. 2). Petrografisch onderzoek toonde echter aan dat de scheuren veroorzaakt werden door de vorming van gips, ettringiet en thaumasiet in de legmortel als gevolg van chemische reacties tussen sulfaat en mortelcomponenten (Wijffels & Nijland 2004; fig. 3). Deze producten veroorzaken zwelling van de mortel. Deze volumevergroting heeft trekspanning in de mortel tot gevolg. Wanneer de trekspanning boven de grenswaarde van de mortel komt, leidt dit tot scheurvorming. Microscopisch onderzoek liet zien dat de sulfaataantasting niet alleen optrad in de pijlers met macroscopische scheurvorming, maar ook in pijlers die visueel niet aangetast waren: Er waren wel vele microscheuren gevuld met thaumasiet.

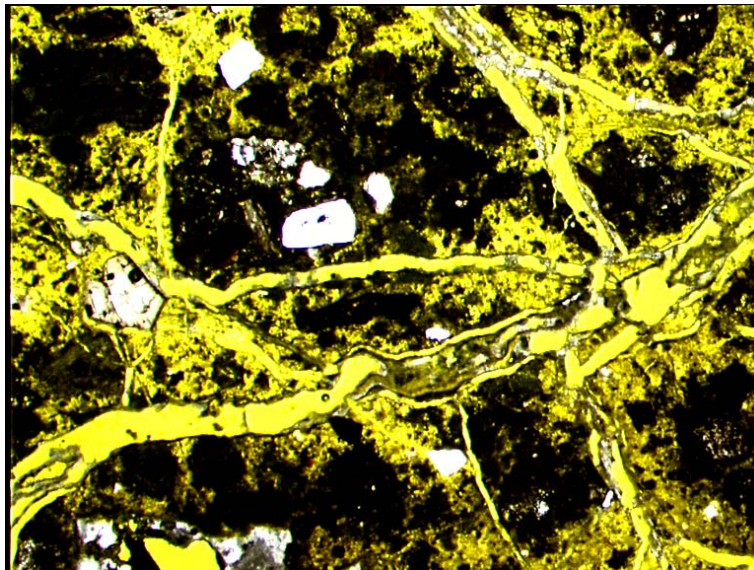
De aangetaste originele metselmortel was vervaardigd met tras-kalk als bindmiddel en bevatte opmerkelijk weinig toeslag. De mortel was erg dicht, met slechts weinig holtes.

Het originele voegwerk is gebaseerd op Portland cement en heeft een dichte, niet poreuze microstructuur, veel minder poreus dan tegenwoordig bij voegmortels gebruikelijk is. Het voegwerk bleek op verschillende plaatsen in het verleden al eens gerestaureerd. De restauratiemortel is gebaseerd op ferro-Portland cement. Dit cement is tot op zekere hoogte vergelijkbaar met de samenstelling van het huidige CEM II/B-S. In het voegwerk is ettringiet aanwezig in sommige holtes, maar dit veroorzaakt hier geen schade.

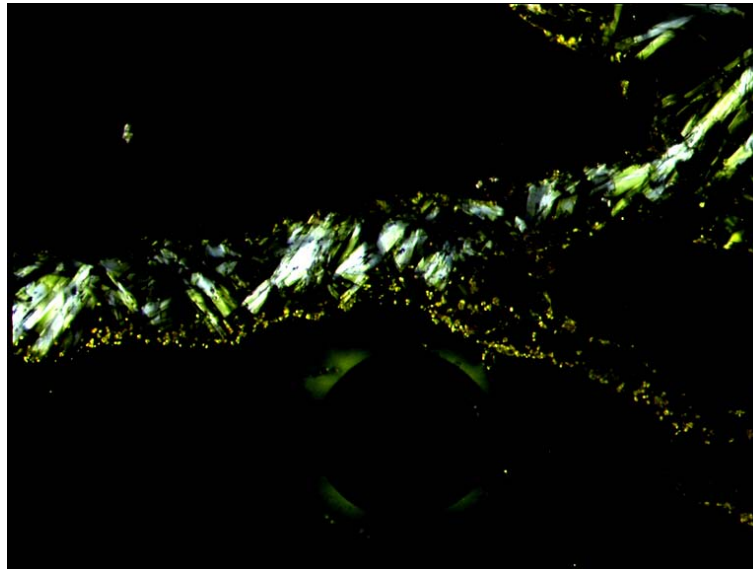
Het is niet duidelijk wat de bron is van de componenten die nodig zijn voor de vorming van de sulfaatbevattende reactieproducten. Uit onderzoek blijkt dat de gebruikte bakstenen (in 2003) slechts een laag gehalte aan wateroplosbare sulfaten bevatten (tabel 1). Dit kan vanaf het begin zo geweest zijn, maar het kan ook dat de sulfaten inmiddels naar de (voeg-)mortel getransporteerd zijn (Wijffels & Nijland 2004).



Figuur 2: Scheurvorming in één van de pijlers



Figuur 3: Overzicht van de scheurvorming in de gedesintegreerde metselmortel (// gepolariseerd licht, 25x vergroting)



Figuur 4: Microfoto van een met gips gevulde scheur in de metselmortel (kruislings gepolariseerd licht, 100x vergroting).

Baksteentype	Intern	Buitenzijde	Eerdere restauratie
Druksterkte (N/mm ²)	34.9	31.4	50.7
Sulfaatgehalte (% m/m)	0.005	0.006	0.03
Waterabsorptie coëfficiënt (kg/m ² s ^{1/2})	0.28	0.27	-
Waterabsorptie onder atmosferische druk (vol. %)	21.3	24.3	-
Porositeit (vol.%)	33.3	35.0	-

Tabel 1: Eigenschappen van de bakstenen, Moerputtenbrug.

In het eerste geval betekent dit dat de sulfaten afkomstig moeten zijn van externe bronnen, zoals moeraswater of luchtvervuiling (vooral de uitstoot van stoomlocomotieven). Een bijdrage van tras aan het sulfaatgehalte kan echter ook niet geheel uitgesloten worden. In de 19^{de} eeuw werd bij restauraties verwijderd tufsteen verkocht voor de productie van tras. Van tufsteen is bekend dat er sulfaatbevattende producten op gevormd kunnen worden. Zowel gips (CaSO₄) als thenardiet (Na₂SO₄) zijn gebruikelijke verweringsproducten in de buitenste laag van tufsteen in monumenten (Nijland et al. 2003). De twee andere componenten die nodig zijn voor de vorming van thaumasiet (calciumcarbonaat en reactief silica) zijn aanwezig in de tras-kalk zelf. De aanwezigheid van ettringiet in de mortel is opmerkelijker. Voor de vorming van ettringiet is aluminium nodig. In moderne mortels en beton vormt ettringiet dan ook vaak ten koste van de klinkerfase tricalciumaluminaat (C₃A). In tras-kalk is dat niet aanwezig. Hoewel tras-kalk en tras-cementmortels algemeen als sulfaatbestand worden beschouwd, lijkt het toch waarschijnlijk dat de voor de reactie benodigde aluminium van de tras afkomstig is. Aluminium is daarin aanwezig in de vorm van verschillende zeolieten (Sersale & Aiello 1964, Nijland et al 2003).

Verbindingen als gips, ettringiet en thaumasiet kunnen alleen gevormd worden in aanwezigheid van vocht. De vochtgehaltenes die in de onderzochte pijlers aangetroffen zijn, waren inderdaad erg hoog en deden vermoeden dat een belangrijk deel van het metselwerk van de Moerputtenbrug vrijwel verzadigd was met water. De belangrijkste vochtbronnen zijn

in dit geval optrekkend vocht en inwatering van bovenaf. De pijlers van de Moerputtenbrug staan in het water van het moeras. De metselmortel van het metselwerk bestaat voor een belangrijk deel uit tras en kalk, beide fijnkorrelig. De poriën van de mortel zijn hierdoor relatief klein en water kan door het mortelsysteem hoog opgezogen worden. Vanaf de bovenzijde van de pijlers vindt inwatering van regenwater plaats. Horizontaal metselwerk, uitgevoerd als rollaag, neemt veel water op. In het geval van de Moerputtenbrug was de rollaag bovendien op een aantal plaatsen beschadigd, waardoor de wateropname nog vergroot werd.

4. Mogelijk aanpak

Het metselwerk van de brug vergt evident herstel, waarbij een deel van het aangetaste metselwerk vervangen zou moeten worden. Een belangrijk gegeven voor het bepalen van de restauratiestrategie was dat het reëel is te verwachten dat aantasting voort zou kunnen gaan. Immers, het aanwezige gips kan nog tot ettringiet en thaumasiet reageren, die beide een veel groter volume innemen; verdere zwelling zou het gevolg kunnen zijn. Daarnaast is duidelijk, de brug staat in een beschermd natuurgebied, dat de brug met de pijlers in het water zal blijven staan.

De strategie zou kunnen bestaan uit het wegnemen of zo veel mogelijk minimaliseren van de beschikbaarheid van voor de sulfaataantasting benodigde componenten, danwel keuze voor restauratiematerialen die bestand zijn tegen deze aantasting. Gekozen is voor een combinatie van beide. Bij de keuze van de nieuwe door te strijken legmortel zou gekozen kunnen worden voor een mortel op basis van bindmiddelen waarvan een redelijke sulfaatbestandheid mag worden verwacht, met een laag C_3A -gehalte.

In een sulfaatrijke omgeving lijkt het in eerste instantie voor de hand te liggen om voor de herstelwerkzaamheden een sulfaatresistente mortel te kiezen. Een dergelijke mortel zal echter aantasting van de oorspronkelijke mortel niet verhinderen, alleen zelf minder snel aangetast worden. Eventuele sulfaten zullen niet in de restauratiemortel reageren en gebonden worden, maar juist beschikbaar zijn voor aantasting van de oorspronkelijke mortel. Een zichzelf opofferende (en dus minder sulfaatbestendig dan de historische mortel) restauratiemortel zou een optie kunnen zijn (Van Hees et al. 2009). Tegelijk is het wenselijk dat de mortel wel een duurzaamheid heeft. Als regelmatig herstel met korte tussenpozen nodig zou zijn, wordt het monument immers ook onvermijdelijk aangetast.

Daarnaast zou het vochtgehalte zo veel mogelijk verlaagd moeten worden door inwatering van bovenaf te beperken, door de bovenzijde van de pijlers af te dekken, bijvoorbeeld in de vorm van een plaat van natuursteen of beton. Om optrekkend vocht te stoppen zou een mechanische onderbreking aangebracht kunnen worden. Bij een mechanische onderbreking wordt een metaalplaat of loodslab in een voeg aangebracht. Een reeks overlappende gaten gevuld met betonmortel kan ook als mechanische onderbreking werken. De dikte van het metselwerk maakt een mechanische onderbreking echter gecompliceerd. Een andere optie zou het injecteren van een hydrofobeermiddel kunnen zijn, waardoor het capillair transport verhinderd wordt. Gelet het hoge vochtgehalte in het metselwerk is het twijfelachtig of dit zou lukken, nog afgezien van eventuele holtes en scheuren.

5. Proefrestauratie

Op basis van het onderzoek is door de architect een restauratieplan gemaakt en is in 2004 een proefrestauratie van 3 pijlers uitgevoerd.

De door de architect gekozen aanpak behelsde maatregelen te nemen om vocht door inwatering van bovenaf tegen te gaan, niet tegen optrekkend vocht. Daarom is met name de vraag van belang welk materiaal voor de mortel gebruikt kon worden. Mede om deze vraag te beantwoorden zijn drie pijlers bij wijze van proef hersteld op de volgende manier:

- Inbrengen van een loodslab met druiprand onder de rollaag, in combinatie met herstel van het metselwerk met een mortel op basis van luchtkalk + hoogovencement in de volumeverhouding 0,5 : 1 met 5 zand (fig. 5).
- Dezelfde mortel, eveneens in combinatie met een loodslab, maar deze steekt niet uit en is afgesmeerd.
- Machinale verdichting van het vlak liggend voegwerk, waarbij een mortel van commercieel geprefabriceerde hydraulische kalk is gebruikt.



Figuur 5: Proefrestauratie van één van de pijlers: loodslab met druiprand.

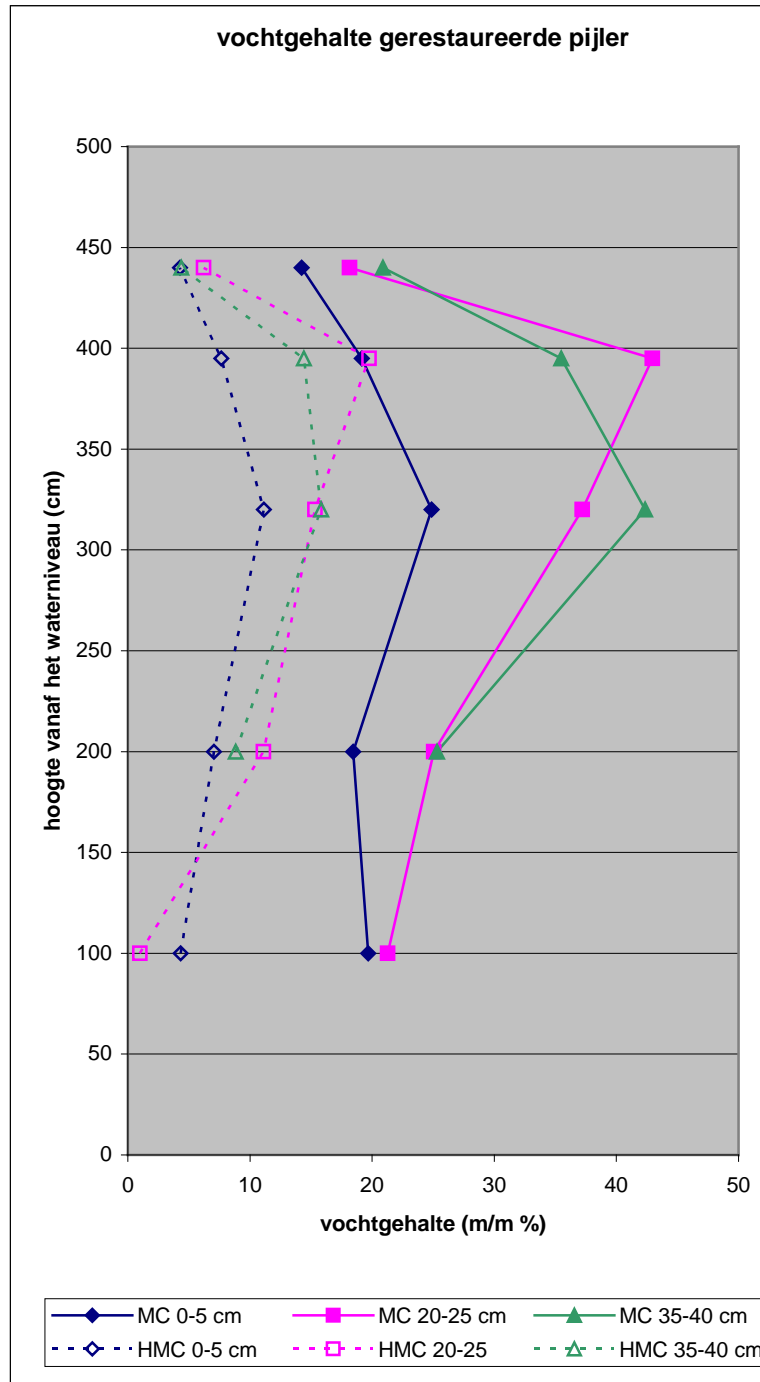
6. Evaluatie

In 2009 is TNO gevraagd te beoordelen wat de effecten zijn van de proefrestauratie. Doel van het onderzoek was beantwoording van de volgende vragen:

- Is het vochtgehalte in de gerestaureerde pijlers lager geworden door de verschillende maatregelen?
- Hoe presteren de restauratiemortels? Tonen zij al dan niet schade door aantasting door sulfaten? Indien dit wel zo is, kan hun keuze ongewenst zijn. Indien er na 5 jaar geen aantasting optreedt, bestaat overigens nog geen zekerheid op de langere termijn.
- Welke van de proefrestauraties geeft de beste resultaten?

Uit de resultaten van de actuele vochtverdeling blijkt dat het gemeten vochtgehalte vergelijkbaar of zelfs hoger is dan in 2003, vóór de proefrestauratie (fig.6). Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het niet in alle gevallen om dezelfde pijlers ging.

Tussen de pijlers onderling zijn geen belangrijke verschillen te zien; de ene wijze van vochtbeperking is dus niet effectiever dan de andere. Het gebruik van een loodslab heeft niet geholpen om het vochtgehalte te verlagen. Het verhoogde vochtgehalte net onder de rollaag duidt erop dat water zich juist op deze hoogte verzamelt. Dit zou kunnen door de verschillen in opbouw van het metselwerk tussen rollaag en het onderliggende metselwerk of door de aanwezigheid van holle ruimtes of scheuren in de rollaag. In de pijler zonder loodslab is het vochtgehalte ook het hoogst net onder de rollaag.

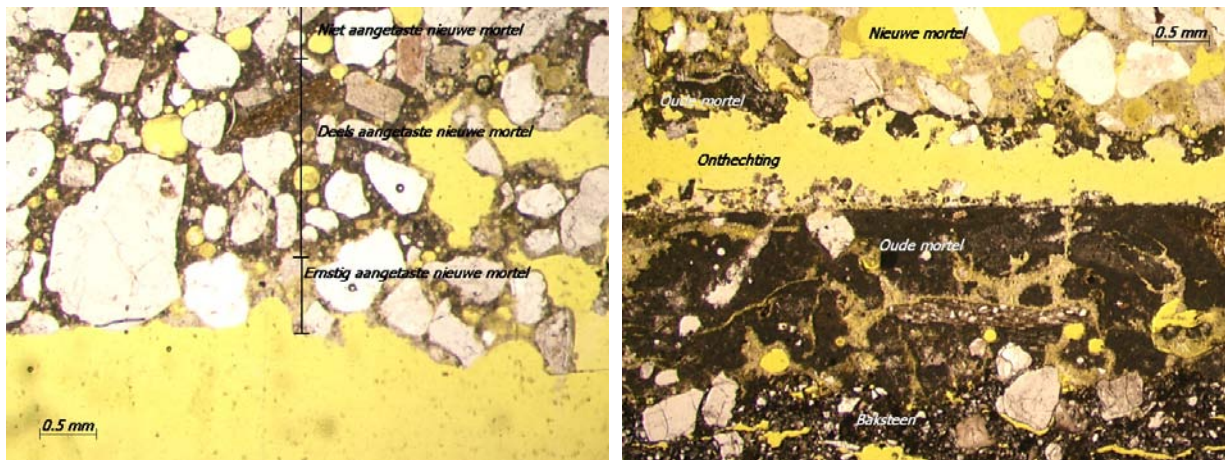


Figuur 6: Actuele (MC) en hygroscopische vochtverdeling (HMC) in één van de gerestaureerde pijlers

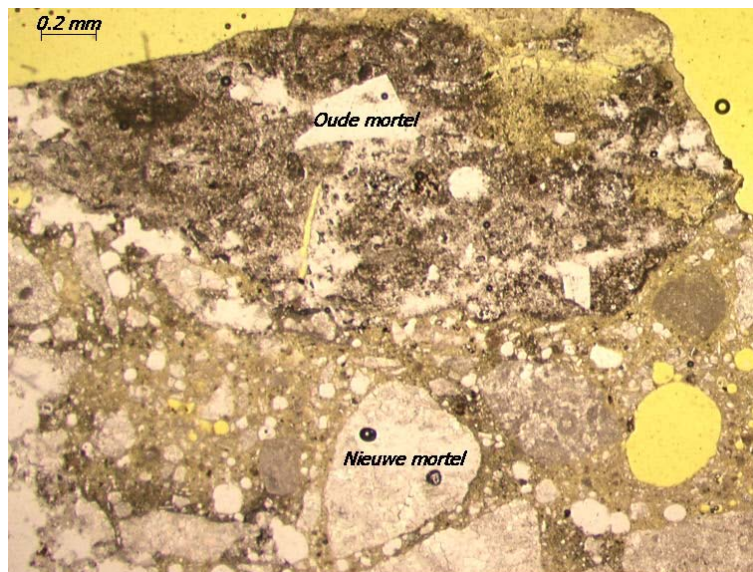
Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de bij de proefrestauratie genomen maatregelen tegen inwatering niet hebben geleid tot verlaging van het vochtgehalte in het metselwerk. De belangrijkste vochtbron blijft optrekkend vocht. Alleen door aanbrengen van een mechanische of chemische onderbreking tegen optrekkend vocht zal het vochtgehalte in het metselwerk verlaagd worden.

In het verleden is ernstige sulfaataantasting van de oorspronkelijke tras-kalkmortel geconstateerd. Uit microscopisch onderzoek blijkt dat er een kleine zes jaar na de proefrestauratie sprake is van beginnende doch duidelijke sulfaataantasting in de pijlers die gerestaureerd zijn met een mortel op basis van luchtkalk en hoogovencement. Direct boven

het grensvlak met de oude mortel, in de bindmiddelmatrix (waardoor deze aan samenhang verliest) en op het grensvlak tussen bindmiddel en toeslag is opnieuw sprake van vorming van ettringiet en enig thaumasiet in de holtes (fig. 7). Bij de pijler die gevoegd is met een mortel vervaardigd op basis van hydraulische kalk is geen sprake van aantasting (fig. 8).



Figuur 7: Links: microfoto met overzicht van de sulfaataantasting van de nieuwe metselmortel op basis van luchtkalk en hoogovencement boven het hechtvlak met de oude metselmortel. Rechts: microfoto toont de onthechting tussen oude en nieuwe mortel (beide foto's // gepolariseerd licht, 25x vergroting)



Figuur 8: Microfoto van het hechtvlak tussen de nieuwe mortel op basis van hydraulische kalk en de oude metselmortel (// gepolariseerd licht, 50x vergroting).

7. Conclusie

Evaluatie van de proefrestauratie laat zien dat de genomen maatregelen om het vochtgehalte te beperken niet effectief zijn. Optrekkend vocht is dominant. In tegenstelling tot wat vooraf verwacht werd, blijkt een mortel op basis van luchtkalk en hoogovencement in dit geval niet bestand tegen sulfaataantasting onder de onderhavige condities. De keuze voor de hydraulische kalk ligt in dit geval voor de hand.

8. Literatuur

1. Hees, R.P.J. van, Nijland, T.G., Larbi, J.A., Wijffels, T.J., Brocken, H. (2009), Historic trass – lime mortars with expansive reactions: Characterization and repair strategies. In: Groot, C., ed., Repair of historic mortars. RILEM, Bagneux, RILEM Proceedings pro067, 132-142.
2. Nijland, T.G., Brendle, S., Hees, R.P.J. van, Haas, G.J.L.M. de (2003), Decay of Rhenish tuff in Dutch monuments. Part 1: Use, composition and weathering, Heron 48, 149-166.
3. Sersale, R., Aiello, R. (1964, Consituzione e reattività del 'trass' renano. L'industria Italiana del Cemento 34, 747-760.
4. Staatsbosbeheer (2006), De Moerputten, wandeling hoog boven de witte waterlelies, informatiefolder te downloaden op www.staatsbosbeheer.nl.
5. Wijffels, T.J., Nijland, T.G. (2004), Deterioration of Historic Brick Masonry due to combined Gypsum, Ettringite and Thaumasite: a Case Study, 13th International Brick Masonry and Block Conference, paper 167.

CONSEQUENTIES VAN HET TIJDELIJK DEMONTEREN VAN DE MONTEVIDEO TE ANTWERPEN

Wouter Callebaut
Callebaut Architecten bvba

Abstract

De restauratie van de Montevideo magazijnen op 't Eilandje te Antwerpen is in vele opzichten een uniek project. Eén aspect hierbij is de integrale demontage en hermontage van de stalen constructie die op het eerste zicht een nogal drastische interventie lijkt te zijn. In eerste instantie zijn de bouwpartners al van in het begin uitgegaan van demontage van de staalconstructie als noodzakelijke ingreep omwille van het toevoegen van een ondergrondse laag onder het monument. De optie om de bestaande, behandelde constructie achteraf te hermonteren kadert in het idee van maximale recuperatie van origineel materiaal omwille van de historisch waarde. Pas in een latere fase werd het advies van de restauratie-architect ingewonnen met de specifieke vraag om te onderzoeken of deze ingreep (demontage, behandeling en hermontage) wel technisch haalbaar was.

Aangezien deze methode van aanpak nog geen precedenten kent, is enige verduidelijking van deze restauratiemethode aan de orde. De technische haalbaarheid, zowel i.f.v. de staalconstructie als de stabiliteit van de buitenmuren, werd grondig geanalyseerd op basis van verschillende vooronderzoeken (waaronder een uitgebreid metallurgisch vooronderzoek, kleurenonderzoek en stabiliteitsstudies). Hiervoor werd samengewerkt met verschillende onderzoeksinstanties, o.a. LIB, VIB, UGENT, K.U.Leuven en KIK.

In de tekst wordt dieper ingegaan op de technische consequenties van de voorgestelde restauratiemethode (demontage – behandeling in staalatelier en corrosiewerende behandeling – hermontage) en de specifieke aandachtspunten hierbij (bv. secure inventarisatie van alle onderdelen). Hieruit zal ook blijken dat de demontage van de constructie niet enkel een noodzakelijk werk is, maar ook de meest duurzame optie voor het monument blijkt te zijn.

Enkel de toekomst zal echter definitief uitsluitsel kunnen geven over de voorgestelde ingreep. Tot dan kunnen de Montevideo pakhuizen een bron van discussie zijn die interessante inzichten kunnen opleveren voor gelijkaardige projecten in de toekomst.

1. Kadering project

De Montevideo magazijnen op 't Eilandje te Antwerpen vormen een opmerkelijk gebouwencomplex en zijn een solitaire landmark op het stenen maaiveld langs de Schelde. Deel uitmakend van 't Eilandje vervullen ze een bijzondere functie als schakel tussen de oude stad en de nieuwe haven en vormen ze het maritieme geheugen van de stad Antwerpen. **De magazijnen zijn beschermd als monument bij Koninklijk Besluit d.d. 29 mei 2001 omwille van de historische en industrieel-archeologische waarde.**

De Montevideo magazijnen werden in 1897 opgericht door het stadsbestuur van Antwerpen in het kader van de nieuwe ontwikkelingen van 't Eilandje. Tot begin negentiende eeuw was het gebied ingenomen door weilanden en landbouwgronden. Vanaf 1802 werd het gebied op particulier initiatief (Franse Danet et Co.) ingericht als scheepswerf met houtzagerijen, scheepszaten, touwslagerijen en magazijnen. Eind negentiende eeuw werd de ontwikkeling versneld: in een eerste fase werden de Oude Dokken aangelegd, vervolgens de Montevideo- en Cadixwijk en daarna werd gestart met de bouw van de eerste droogdokken, op wat nu het Droogdokeneiland heet. Samen met het Mexico-eiland vormen ze nu het plangebied van 't Eilandje (figuur 1).



Figuur 1: Historische foto haven Antwerpen met aanduiding van Montevideo magazijnen (bron:Stadsarchief Antwerpen)

De Montevideo magazijnen zijn opgericht in een herkenbare industriële architectuur typerend voor de oude Antwerpse haven: grote, hoge ruimtes met vrije opdelingsmogelijkheden en een interessante lichtinval. De elf magazijnen zijn ontworpen door ingenieur F. De Winter en combineren nieuwe constructieve technieken (raekemdaken en polonceauspanten) met een ornamentiek die verwijst naar de Antwerpse glorieperiode als wereldhandelstad, namelijk de traditionele bak- en zandsteenstijl van de zestiende eeuw (figuur 2).



Figuur 2: Historische foto Montevideo magazijnen dd. 1923 (bron:Stadsarchief Antwerpen)

De gevel is een opeenvolging van manke tuitgevels, gemarkeerd door een zware arduinen plint, speklagen en omlijstingen van witte natuursteen, ritmerende pilasters, bakstenen sierbanden en lijstwerk. De openingen worden ingevuld door rondboogpoorten in geblokte omlijsting met bovenaan een sleutel waarop het nummer van het magazijn is aangegeven. Links en rechts bevinden zich pseudo-schietgaten voor verluchting. De Montevideo magazijnen zijn genaamd naar de vroegere functie, namelijk overslag van goederen uit het verre Montevideo, hoofdstad van Uruguay. Latere functies van het industrieel gebouw zijn, in chronologische volgorde: militaire overslagplaats, autowerkplaats Chrysler,

garage/werkplaats General Motors en stockage voor diverse goederen bedrijven o.a. Solvay en C° e.a. Een belangrijk concept van de magazijnen is het principe van de verschillende dwarse doorgangen per travee: de poortnummers geven aan in welke travee de goederen moesten gestockeerd worden; vervolgens werden de goederen in de magazijnen links en rechts van de doorgang gelost en gestockeerd; uiteindelijk kon het lege transport de magazijnen terug verlaten via de poort op het einde van de doorgang. Door het aanwezig zijn van verschillende houten tussenwanden, konden de traveeën gegroepeerd worden en bijgevolg ook apart verhuurd. Dit basisprincipe zal bij de herbestemming van het monument bewaard blijven.

De restauratie van het monument kadert in een algemene opwaardering van de buurt aan het Kattendijkdok op 't Eilandje. Het Masterplan voorziet om 't Eilandje terug leefbaar te maken met al zijn stedelijke facetten van het wonen, werken en vrije tijd. Enkele nieuwe landmarks zijn het Museum aan de Stroom (MAS), de Red Star Line, de vijf woontorens op de Westkaai e.a. De Montevideo magazijnen en toekomstige voorbouw aan het Limaplein zullen deel uitmaken van deze serie monumenten en iconen, gekenmerkt door een verweving van verschillende functies en trajecten. Door de bestaande magazijnen te restaureren en te herbestemmen tot multifunctioneel gebruik zal één van de laatste kankerplekken van het 't Eilandje verdwijnen en plaats maken voor een nieuw en bruisend centrum.

Het pand was al sinds lang eigendom van het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (en dus ook van de stad Antwerpen) en stond al meer dan 30 jaar leeg. Gezien de dramatische toestand van het gebouw en in het kader van de renovatie en valorisatie van 't Eilandje en gezien het feit dat de haven geen functie voor het gebouw had noch de middelen om het te renoveren, heeft het beslist om het pand van de hand te doen. De haven heeft in 2001 een prijsvraag uitgeschreven met als doel het te verkopen aan de partij met het beste ontwerp en het hoogste bod. Het werd verkocht aan de privé-investeerder nv Beldimmo (nu Nv Montevideo), die het herwaarden en beschermen van het pand als één van de uitgangspunten genomen heeft bij het ontwerp en dit zo goed mogelijk hierop afgestemd. Zij wensen ook het pand te restaureren volgens de regels van de kunst en naar de geest van het gebouw.

2. Input van de restauratie architect

Bezieler en drijvende kracht achter het heropwaarderen van de Montevideo wijk is dhr. Chris Poulissen. Hij slaagde erin de bouwheer warm te maken voor een totaalconcept waarbij o.a. de magazijnen worden gerestaureerd en aangevuld met een nieuwbouw (figuur 3).



Figuur 3: Totaalproject – bestaande Montevideo magazijnen met aangrenzende nieuwbouw (bron:presentatiebundel ontwerpteam)

Als vertegenwoordiger van de bouwheer stelde hij een gevarieerd bouwteam samen. De bouwheer wordt binnen dit bouwteam vertegenwoordigd door Poulissen & Partners cvba en Orientes. De algemene ontwerper is Groep Infrabo nv, de ontwerper voor het monument is Callebaut-architecten bvba en de raadgevende ingenieur voor het geheel is Ney & Partners nv.

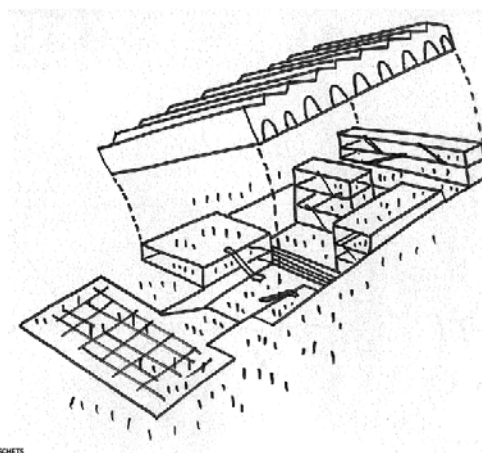
Het nieuwbouwproject voorziet in een nieuw volume van drie lagen grenzend aan het monument en in een aantal ondergrondse lagen onder het monument waarvan de ondergrondse verdieping rechtstreeks in verbinding zal staan met het monument via vides (figuur 4).



Figuur 4: Beeld van nieuwe toestand – interieur (bron: presentatiebundel ontwerpteam)

Het creëren van een ondergrondse laag onder het monument en de bijhorende bouwput houdt onlosmakelijk het demonteren van de bestaande stalen constructie in. Reeds voor de tussenkomst van een restauratie architect in het verhaal, was dit een optie die aanvaard werd door monumentenzorg.

Het is pas na dat het totaalconcept en ontwerp al op punt stond, dat Callebaut-architecten gevraagd werden als hoofdarchitect voor het restauratiegedeelte. Onze taak bestond erin om te onderzoeken wat de implicaties op het monument zouden zijn bij toevoeging van een ondergrondse laag en of de voorgestelde methode, nl. volledige demontage en hermontage van de stalen constructie technisch haalbaar was (figuur 5).



Figuur 5: Concept demontage – hermontage (bron: presentatiebundel ontwerpteam)

In eerste instantie werd een grondig vooronderzoek naar de bestaande staalconstructie uitgevoerd:

Als eerste werd de bestaande constructie ter plaatse opgemeten en uitgetekend. Hierbij werd het werkingsprincipe en de onderlinge verbindingen van de stalen spanten duidelijk: De verschillende onderdelen bestaan uit stalen U en I liggers en platstalen die dmv. boutverbindingen met elkaar verbonden zijn (figuur 6). Plaatselijk zijn ook enkele klinknagelverbindingen (bv. bevestiging L-stuk aan kolommen bevestiging van L-stuk aan gordingen) (figuur7). Het grote voordeel van aan dit systeem met boutverbindingen is dat het volledige spant, technisch gezien, kan gedemonteerd worden in kleinere stukken en achteraf (na behandeling) opnieuw in elkaar kan gezet worden zoals een meccano systeem. De plaatselijke klinknagelverbindingen vormen geen probleem hierbij aangezien ze enkel gebruikt zijn om de kleine L-vormige verbindingsplaten te verbinden aan de U of I ligger.



Figuur 6: Beeld van bestaand typespant – staal (bron: fotoarchief ontwerper)



Figuur 7: L-stuk via klinknagelverbindingen aan gording (I-ligger)

Bijkomend werd een ultrasoon onderzoek uitgevoerd naar corrosievorming bij de klinknagelverbindingen, met als resultaat dat er geen corrosievorming aanwezig is. Daaruit kunnen we besluiten dat de klinknagelverbindingen nog in goede staat zijn en kunnen

behouden worden. De L-stukken worden niet losgemaakt van de elementen voor de behandeling in atelier en bij de demontage en hermontage dienen vnl. de boutverbindingen losgemaakt en vernieuwd.

Los van opbouwprincipe van de stalen spanten, werd ook een uitgebreid metallurgisch onderzoek gedaan naar het staal zelf i.s.m. BIL, UGENT, KUL en VUB. Een belangrijke conclusie was dat het onderzoek uitwees dat het om een lasbaar staal ging, vergelijkbaar met het huidige conventionele S235 staal. Dit is vrij uitzonderlijk voor een staalconstructie daterend van eind negentiende eeuw. In huidige toestand is het staal sterk gecorrodeerd en bijgevolg werd ook onderzocht of de stalen spanten stabiliteit-technisch nog voldoende draagkracht en stabiliteit garanderen, ook in nieuwe toestand (met zwaarder dakpakket). Verschillende nazichtsberekeningen wezen uit dat de constructie in se nog genoeg stabiliteit garandeert, mits de toevoeging van enkele plaatselijke verstevigingen. Daarnaast moeten ook alle onderdelen een volledige corrosiewerende behandeling ondergaan ivf. duurzaam herstel. Er werd ook een kleuronderzoek uitgevoerd (SEM-EDX) naar de verschillende afwerkingslagen op de stalen constructie, waaruit bleek dat er verschillende lagen op basis van loodmenie aanwezig waren, en dat als eindlaag een ijzerglimmer / grijs getinte laag met ijzeroxide aluminium en alu-silicaten gebruikt was.

Wat de stalen constructie betreft kunnen we dus concluderen dat de initiële optie van integrale demontage en hermontage een technische haalbare optie is. Bovendien biedt deze historische methode bijkomende voordelen, waaronder maximale recuperatie van bestaand, waardevol materiaal en constructie en mogelijkheid om alle onderdelen apart te voorzien van een perfect dekkende corrosiewerende behandeling in het atelier.

Een ander belangrijke vraag was het onderzoek naar de stabiliteit van de buitenmuren bij het maken van een bouwput en het demonteren van de inwendige dragende stalen structuur.

De buitenmuren staan deels op oude kaaimuren van de haven (zichtbaar op oude kadasterplannen) en juist op die plaatsen zijn reeds zware zettingsscheuren zichtbaar in de buitenmuren. De uitgravingswerken zouden tot knik en instabiliteit kunnen leiden en bijgevolg werden de mogelijkheden onderzocht en nagerekend door Ney en Partners en Triconsult. Hieruit werd geconcludeerd dat de funderingen van de bestaande buitenmuren verstevigd moeten worden dmv. gekoppelde wortelpalen (ca. 360 stuks). De funderingen en stabiliteit van de nieuwe ondergrondse laag wordt gevormd door een diepe slibwand die op 2 m afstand aan de binnenzijde van de buitenmuren in de grond gedreven wordt.

Ook wat de buitenmuren betreft kunnen we concluderen dat de optie om een ondergrondse laag toe te voegen en de implicaties ervan technisch mogelijk is mits het verstevigen van de bestaande funderingen.

Het onderzoek naar de technische haalbaarheid van de ingrepen was een eerste stap, maar het werd al snel duidelijk dat hier zeer specifieke voorschriften en uitvoeringsmethodes aan verbonden gingen zijn. Ook het prijskaartje dat er aan vast hangt is allerminst te onderschatten.

3. Restauratiemethode en aandachtspunten

Na de nodige vooronderzoeken, werd een volledige uitvoeringsmethode uitgewerkt door Callebaut-architecten en dit gebeurde in samenspraak met verschillende specialisten in de staalsector (zowel qua herstel van onderdelen als behandeling van staal).

De werken aan de staalconstructie zijn verspreid over meerdere fasen: in een eerste fase gebeurt het demontagewerk systematisch per travee en gaat het gepaard met een secure inventarisatie van alle onderdelen van de bestaande constructie. Elk element wordt genummerd met plaatjes volgens een inventarisatiesysteem. De genummerde onderdelen worden op plannen uitgetekend, die opgemaakt en gebruikt zullen worden bij demontage en hermontage. Er zal tevens een stockage plan opgemaakt worden. De opmaak van een exact positioneringsplan met gps-matige aanduiding van de assen van de kolommen is tevens van cruciaal belang aangezien het de bedoeling is dat alle elementen na behandeling

teruggeplaatst worden in exact dezelfde positie en opstelling. Bij hermontage zullen de kolommen van de staalstructuur verankerd worden aan wachtstaven die uitsteken uit de nieuwe betonvloer. Bovendien is elk element onderhevig aan kleine vervormingen door inwerking van windkracht, maar ook door onderlinge interactie. In functie van de nieuwe bestemming heeft de constructie maar een tolerantie van 2 %: dit is functie van het toekomstige sarking dak met sandwichpanelen. Indien nodig (tolerantie 2 %) worden de kolommen in het atelier uitgelijnd en rechtgetrokken.

Hermontage zonder voorafgaande exacte inventarisatie en identieke terugplaatsing zou een te groot risico inhouden zodat het volledige systeem niet meer in elkaar te puzzelen is en dat bijgevolg toch alles vernieuwd zou moeten worden. Bij uitvoering zal dan de restauratie architect erop toezien dat de inventarisatie nauwkeurig gebeurt. De gedemonteerde onderdelen worden onmiddellijk naar demontage aan een 1^e controlemoment onderworpen en daarna worden de te behandelen onderdelen getransporteerd naar het staalatelier of onmiddellijk naar het straal- en behandelings atelier.

Simultaan met de werken aan het staal in de ateliers wordt ter plaatse de nieuwbouw en de restauratie van het monument (buitenmuren, dakwerken e.d.) vervolledigd. Daarna wordt het behandelde staal teruggebracht ter plaatse voor hermontage.

In het staalatelier ondergaan de stalen elementen verschillende behandelingen en controles, waaronder het vernieuwen en herstellen van stalen onderdelen, eventueel uitlijnen en rechttrekken, het ultrasoon testen van de klinknagels (op corrosie) e.d. De te vernieuwen onderdelen benaderen qua afmetingen zo goed mogelijk de bestaande, aangezien de originele afmetingen vaak niet meer op de markt te verkrijgen zijn. (bv. Huidig UPN260 wordt aangepast naar bestaande U 250 door ziel uit te halen en opnieuw te lassen.)

Na de nodige aanpassingswerken worden alle bestaande onderdelen corrosiewerend behandeld: eerst wordt er gestraald tot op blank staal (stralingsgraad SA2.5). De nieuwe onderdelen worden niet gestraald, maar gewapperd (stralingsgraad SA1). Daarna worden alle onderdelen gemetaliseerd dmv. het thermisch aanbrengen van een zink-aluminium legering. Na de metalisatielaag wordt in het atelier een corrosiewerend verfsysteem aangebracht bestaande uit een sealer en een tussenlaag met 2 componenten epoxyverf met polyamide verharder gepigmenteerd met een hoog gehalte aan ijzerglimmer (dikte 60 micron). De eindlaag wordt pas aangebracht na hermontage van het geheel, dit om alle bouten, klinknagels, kleine aanpassingen en beschadigingen mee te kunnen nemen in 1 beweging. De eindlaag wordt aangebracht dmv. spuiten en bestaat uit een polyurethaanverf op basis van acrylaatharsen en isocyaanverharder met een droge laagdikte van 60 micron. De voorziene laagdikte van de verschillende lagen dienen telkens gecheckt na aanbrenging en droging dmv. een laagdiktemeter (magnetische methode).

4. Interventie en consequentie

De voorgestelde methode kende nog geen precedentes in België waardoor voor de technisch vooronderzoeken en uitwerking van de uitvoeringsmethode heel wat onbekend terrein moest verkend worden. Het initiële restauratievoorstel bleek na grondig vooronderzoek ism. verscheidene onderzoekinstanties, universiteiten, gespecialiseerde bedrijven en aannemers een technisch haalbare methode die tegelijk ook een technisch duurzame optie blijkt te zijn (behoud van materiaal, integrale beschermende behandeling,...). Dit neemt niet weg dat de integrale demontage en hermontage van het geheel een zeer drastische interventie omvat. Het is enkel de toekomst die definitief uitsluitsel zal kunnen geven over de voorgestelde ingreep. Tot dan echter kunnen de Montevideo pakhuizen een bron van discussie zijn die interessante inzichten kunnen opleveren voor gelijkaardige projecten in de toekomst.

ADRESSENLIJST SPREKERS

Eric Jan Brans
Rothuizen van Doorn 't Hooft Architecten
Architecten Stedenbouwkundigen
Postbus 29
NL-4330 AA MIDDELBURG
T +31 (0) 118 65 37 37
F +31 (0) 118 61 59 12
M +31 (0)
bej@rdh.nl

Bert Maes
Ecologisch Adviesbureau Maes
Achter Clarenburg 2
NL-3511 JJ UTRECHT
T +31 (0) 30 23 02 804
maes.dool@planet.nl

Marc Vanderauwera
Architectenbureau Marc Vanderauwera
Wijtham 10
BE-3020 HERENT
T +32 (0)494 48.58.28
fb106623@skynet.be

Hilde De Clercq
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK)
Jubelpark 1
BE-1000 BRUSSEL
T +32 (0)739 68 41
F +32 (0)732 01 05
M +32 (0)497 76 84 72
hilde.declercq@kikirpa.be

Karen Minsaer
Consulent archeologie
Stad Antwerpen
Stadsontwikkeling
Kloosterstraat 15
BE-2000 ANTWERPEN
Tel +32 3 232 92 08
GSM +32 494 999 865
Fax +32 3 232 92 08
karen.minsaer@stad.antwerpen.be
www.antwerpen.be

Sander Peters
Verstraete & Vanhecke
Fotografielaan24
BE-2610 WILRIJK (ANTWERPEN)
T +32 (0) 3 829 04 00
F +32(0) 3 828 08 06
speters@V-v.be

Anke Hacquebord
TNO Bouw en Ondergrond
Postbus 49
NL-2600 AA DELFT
T +31 (0) 8 886 62342
F +31 (0) 15 276 30 16
anke.hacquebord@tno.nl

Wouter Callebaut
Ir. Architect - zaakvoerder
CALLEBAUT- ARCHITECTEN bvba
Kantoor:
Prinsenmolenstraat 17b
BE-9890 GAVERE
Maatschappelijke zetel:
Belgiëlaan 54
BE-9051 GENT
Tel. +32 9 362 51 52
Fax +32 9 362 47 34
GSM +32 486 35 20 63
www.callebaut-architecten.be

BESTUURSLEDEN

Voorzitter Prof.ir. R. van Hees
Building and Systems
Business Unit of TNO Built
Environment and Geosciences
Bezoekadres:
Van Mourik Broekmanweg 6
NL-2628 XE DELFT
Postadres:
P.O. Box 49
NL-2600 AA DELFT
Tel.: + 31 (0)15 276 31 64
Fax: + 31 (0)15 276 30 17
GSM: + 31 (0)6 518 333 73
Rob.VanHees@tno.nl



Secretariaat A. (Ton) J.M. Bunnik
A. Bloemaerthoek 11
NL-4907 RD OOSTERHOUT
T +31 (0)162 471 840
F +31 (0)162 471 841
M +31 (0)6 21558 950
E ton.bunnik@wta-nl-vl.org



Penningmeester Hilde De Clercq
Koninklijk Instituut voor het
Kunstpatriomium (KIK)
Jubelpark 1
B-1000 BRUSSEL
T +32 (0)739 68 41
F +32 (0)732 01 05
M +32 (0)497 76 84 72
E hilde.declercq@kikirpa.be



Leden Dr.ir. Wijnand Freling
Zandberglaan 31 a
NL - 4818 GH BREDA
Tel.: + 31 (0)76 521 16 83
Fax: + 31 (0)76 521 21 37
GSM: + 31 (0)6 203 610 41
wvj.freling@inter.nl.net

Dr.ir. Henk L. Schellen
T.U.Eindhoven
Faculteit Bouwkunde
Vertigo 06H17
NL – 5600 EINDHOVEN
Tel.: + 31 (0)40 247 2651
Fax: + 31 (0)40 243 8595
GSM: + 31 (0)651763001
h.l.schellen@bwk.tue.nl

TU/e technische universiteit eindhoven

Prof.dr.ir. Luc Schueremans
Dept. Burgerlijke Bouwkunde
Laboratorium Reyntjens
Kasteelpark Arenberg 40 bus 2448
B - 3001 HEVERLEE
Tel.: + 32 (0)16 32 16 79
Fax: + 32 (0)16 32 19 76
Luc.schueremans@bwk.kuleuven.be



Ing. A.J. [Bert] van Bommel
Coördinerend adviseur monumenten
Atelier Rijksbouwmeester
IPC 420, Postbus 20952
NL-2500 EZ 'S-GRAVENHAGE
Bezoekadres
Oranjevuitensingel 90
NL-2511 VE 'S-GRAVENHAGE
T: +31 70 339 47 89
F: +31 70 339 49 09
GSM: +31 61 509 37 49
bert.vanbommel@minvrom.nl
www.rijksbouwmeester.nl



Rijksgebouwendienst
Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Prof.dr.ir. Dionys Van Gemert
Dept. Burgerlijke Bouwkunde
Laboratorium Reyntjens
Kasteelpark Arenberg 40 bus 2448
B - 3001 HEVERLEE
Tel.: + 32 (0)16 32 16 71
Fax: + 32 (0)16 32 19 76
Dionys.vangemert@bwk.kuleuven.be



Ir. Yves Vanhellemont
WTCB- CSTC
Avenue Pierre Holoffe 21
B - 1342 LIMETTE
Tel.: + 32 (0)2 655 77 11
Fax: + 32 (0)2 653 07 29
Yves.vanhellemont@bbri.be



Vlaams Innovatienetwerk

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 renovatie en instandhouding van het gebouwenpatrimonium. Van die kennis zou de bouwrenovatiemarkt 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 wetenschappers en praktijkdeskundigen georganiseerd, waar een specifiek probleem inzake onderhoud van gebouwen en duurzaamheid van gebruikte bouwmaterialen en methoden zeer intensief wordt onderzocht. In studiewerkgroepen op onder meer het terrein van **houtbescherming, oppervlaktetechnologie, metselwerk, natuursteen, statische/dynamische belastingen van constructies, versterking en consolidatie, monitoring** worden kennis en ervaringen uitgewisseld.

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. Zij worden in brede kring verspreid door middel van publicaties in de vakpers en in het WTA-tijdschrift “International Journal for Technology and Applications in Building Maintenance and Monument Preservation” gepubliceerd dat aan alle leden 4x 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. Hiertoe biedt de Nederlands-Vlaamse tak van 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 contact opnemen.

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

A. Bloemaerthoek 11
NL - 4907 RD OOSTERHOUT
T +31 (0) 162 471 840
F +31 (0) 162 471 841
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 bus 2448
3001 Heverlee
Tel. : +32 (0)16 32 16 54
Fax : +32 (0)16 32 19 76
e-mail : Kristine.Loonbeek@bwk.kuleuven.be

COLOFON

Concept en eindredactie
WTA Nederland - Vlaanderen

© WTA en Auteurs 2009

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

De auteurs dragen zorg dat hun bijdrage geen inbreuk op auteursrechten inhoudt. Zij dragen de rechten op hun bijdrage over aan WTA NL/VL.

Foto's: - Marc Vanderauwera, Architectenbureau Marc Vanderauwera
- Karen Minsaer, Stad Antwerpen
- Anke Hacquebord TNO-B en O
- Wouter Callebaut, Callebaut Architecten bvba

Uitgever

WTA NEDERLAND - VLAANDEREN

© 2009 ISBN/EAN: 978-90-79216-05-5

Nr	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	2003	90-76132-14-3
19b	Surface and structural consolidation of masonry		
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 (Hoe) is het mogelijk?	2004	90-76132-17-8
24	Monumenten en water	2005	90-76132-18-6
25	Monitoring en Diagnose	2005	90-76132-19-4
25a	CD MDDS Damage Atlas	2005	geen
26	Valorisatie en Consolidatie van Monumentale Betonconstructies	2006	90-76132-20-8
27	Restauratie en onderhoud van monumentale gebouwen	2006	ISBN-10: 90-76132-21-6
			ISBN-13: 978-90-76132-21-1
28	Restauratie, onderhoud en beheer van monumenten	2007	ISBN/EAN: 978-90-76132-22-8
29	Herbestemming van Religieus Erfgoed	2007	ISBN/EAN: 978-90-79216-01-7
30	Zout en behoud? (nieuwe ontwikkelingen)	2008	ISBN/EAN: 978-90-79216-02-4
31	Beton behouden – theorie in de praktijk gezet	2008	ISBN/EAN: 978-90-79216-03-1
32	Ondergrondse Monumenten: Zichtbaar - Onzichtbaar	2009	ISBN/EAN: 978-90-79216-04-8
33	Interventies en hun consequenties	2009	ISBN/EAN: 978-90-79216-05-5
	CD/MDDS Schadeatlas: € 10,00		

Informatie: zie website www.wta-nl-vl.org