



**Materialen en technieken  
in historische metselwerkconstructies  
tussen 1830 en 1945**

Laura  
Le Noir



**Materialen en technieken in  
historische metselwerkconstructies  
tussen 1830 en 1945**

Laura Le Noir

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van  
Master of Science in de ingenieurwetenschappen: architectuur  
(architectuurontwerp en bouwtechniek)

De auteur geeft toelating deze masterproef voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de masterproef te kopiëren voor persoonlijk gebruik. Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met de betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van de resultaten uit deze masterproef.



promotor: prof. dr. ir.-arch. Nathan Van Den Bossche  
begeleider: Klaas Calle

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw  
voorzitter: prof. dr. ir. Arnold Janssens  
Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur  
academiejaar 2016-2017

## Abstract

Nagenoeg de helft van de bakstenen gebouwen opgetrokken voor de 20ste eeuw beschikt nog over gevels in hun originele toestand. De manier waarop deze gevels zijn opgebouwd verschilt enorm met de huidige bouwpraktijk, niet alleen architectonisch maar ook op het gebied van materiaaltoepassing en wijze van uitvoering. Negentiende en twintigste eeuwse gebouwen schieten dan ook vaak tekort aan de huidige verwachtingen van de bewoners en gebruikers. De wensen en eisen voor het binnenklimaat komen steeds hoger te liggen wat maakt dat meer en meer gebouwen moeten aangepast worden.

De renovatie, het herstel en het onderhoud van historische gebouwen dienen bepaald te worden aan de hand van de specifieke kenmerken van de constructie. Vooral voor het bouwfysisch conformeren van gebouwen met erfgoedwaarde is specifieke kennis over de opbouw en materiële aard van het metselwerk essentieel. Een energetische renovatie zorgt immers voor gewijzigde fysische omstandigheden van de 'oorspronkelijke' materialen van het gebouw. Die wijziging in omstandigheid kan een verbetering inhouden, maar evengoed ongewenste effecten teweegbrengen.

Bij bestaande gebouwen wordt men vaak geconfronteerd met grote onzekerheden over deze oorspronkelijke materialen. Hoe is de muur opgebouwd en wat zijn de materiaaleigenschappen? Vaak is het niet gekend wat men juist aan het renoveren is, en bijgevolg ook niet wat de risico's zijn. Wanneer voor historische gevels een (ingrijpende) (energetische) renovatie wordt overwogen, blijkt dat er in praktijk nagenoeg geen duidelijke richtlijnen zijn. Renovatiestrategieën worden al te vaak via trial-and-error op erfgoed uitgeprobeerd, of ze worden toegepast op basis van ervaringen vanuit andere projecten. De beperkte kennis over de constructie zelf vormt de basis voor deze problematische aanpak. In België is bijna geen documentatie omtrent de opbouw van massieve metselwerkconstructies voorhanden. Er bestaan geen overzichtswerken met plannen van historische gebouwen, er zijn nagenoeg geen publicaties die het exemplarisch karakter van een specifiek project overstijgen. Bovendien is het ook voor stabiliteits-technische aspecten, brandveiligheid, akoestiek etc. van belang om inzicht te hebben in historische bouwmethodes.

Dit onderzoek heeft als doel te achterhalen hoe 19de- en 20ste-eeuwse gevels typisch zijn opgebouwd. Welke materialen werden gebruikt? Welke onregelmatigheden of schadepatronen komen voor? Zijn er uiterlijke kenmerken, dateringen, geografische aspecten enz. die een bepaald type gevel doen vermoeden? Deze scriptie heeft kortom de ambitie een duidelijk gestructureerd naslagwerk te bieden dat kan dienen als handboek om de Vlaamse historische gevel te doorgronden. Voor dit onderzoek liggen zowel literaire als materiële bronnen aan de basis. Informatie werd verworven in een studie van traktaten, handboeken, bestekken en andere publicaties, aangevuld en vergeleken met planmateriaal en onderzoeksrapporten van bestaande gebouwen.

## English abstract

Nearly half of the brick buildings built before the 20th century still dispose of facades in their original state. The way these facades are built differs greatly from current building practice, not just architectural but also in terms of material use and manner of execution. Therefore, nineteenth and twentieth century buildings often don't meet the current expectations of their residents and users. The indoor climate requirements and demands are becoming increasingly high, which means more and more buildings need to be adapted and renovated.

The renovation, repair and maintenance of historical buildings should be determined by the specific characteristics of the construction. When physically conforming buildings with heritage value, specific knowledge about the structure of the masonry and the nature of the materials is essential. After all, an energetic renovation changes the physical conditions of the 'original' materials of the building. This change in circumstance can yield an improvement, but it might as well cause undesirable effects.

In practice, we often face great uncertainties about these original materials. How is the facade constructed and what are the characteristics of the materials? In many cases people don't exactly know what they are renovating, and therefore underestimate the implications of the renovation. When a (significant) (energetic) renovation of historical facades is being considered, there are nearly no clear guidelines. Renovation strategies are too often applied by trial and error, or based on experiences from other projects. The limited knowledge of the construction itself forms the foundation of this problematic approach. In Belgium there is hardly any documentation about the construction techniques of massive brickwork constructions. There are no general review essays with plans of historical buildings, there are virtually no publications that transcend the exemplary character of a particular project. Moreover, it is also important for stability-technical aspects, fire safety, acoustics, etc. to have insight view into historical building methods.

The purpose of this dissertation is to find out how 19th and 20th century facades are typically constructed. What kind of materials were used? Which irregularities or damage patterns occur? Are there any external features, datings, geographic aspects etc. which suggest a certain type of facade? In short, this thesis has the ambition to provide a clearly structured reference work that can serve as a guidebook in order to better understand the Flemish historical facade. The research was built on both literary and material sources. Information is obtained in a study of treaties, manuals, scripts and other publications, supplemented and compared with plan material and research reports of existing buildings.

## Inhoud

<b>0. STATUS QUAESTIONIS</b>	<b>1</b>	<b>3. VERWERKING VAN DE MATERIALEN</b>	<b>39</b>
Greep uit de bestaande literatuur	2	Verband	40
Doelstelling	3	Basisprincipes	40
Methodologie	4	Gesneden bakstenen	42
Literaire bronnen	5	Muurdikte	46
Materiële bronnen	6	Kunst van het metselen	48
<b>1. BAKSTEEN IN BELGIË</b>	<b>9</b>	Voorschriften, regels en aanbevelingen	48
Een Belgische traditie sinds de 13de eeuw	10	Navoegen	52
Geschiedenis van de baksteen in België	10	<b>4. SAMENSTELLING VAN MORTELS</b>	<b>55</b>
Productie van baksteen tot 1800	12	Bindmiddel	56
Voegwerk	14	Kalk	56
Ontwikkelingen in de baksteensector sinds de industriële revolutie	15	Puzzolaan	58
Mechanisatie en industrialisatie	15	Cement	60
Stromingen in de Belgische baksteenarchitectuur van de 19de en 20ste eeuw	18	Aggregaat	61
Van draagstructuur naar bekledingsmateriaal	20	Toeslagstoffen	62
<b>2. MATERIALITEIT VAN DE BAKSTEEN</b>	<b>23</b>	Mortelsoorten en indicaties voor hun dosering	63
Een goede baksteen	24	Luchthardende mortel	63
Lokale baksteen	27	Hydraulische mortel	63
Kleisoorten in België	27		
Afmetingen	32		
Geperforeerde baksteen	34		

<b>5. TECHNISCHE EN DECORATIEVE DETAILLERING</b>	<b>69</b>
Gevels in gemengd metselwerk	70
Natuursteen om te bouwen	71
Bekleding uit natuursteenplaten	71
Architectonische elementen inherent aan de gevel	73
Plint en basement	73
Ramen en deuren	73
Horizontale en verticale ‘versterkingen’	75
Puntgevels	76
Kroonlijsten	78
Dakrand van een plat dak	79
Verankering van muren en vloeren	80
Riem	80
Muurankers	81
Bepoistering	82
Op basis van kalk	82
Op basis van gips	83

<b>6. BESCHERMING TEGEN WATER EN VOCHT</b>	<b>87</b>
Regenwater	88
Lijsten en waterkeringen	88
Bescherming tegen het indringen van vocht	88
Vroege spouwmuren	89
Condens	92
Grondwater	93
Opstijgend vocht	93
Keldermuren en -vloeren	94
<b>7. CASES</b>	<b>99</b>
Algemene statistieken	100
Chronologisch geordende fiches	101
<b>X. SLOT</b>	<b>165</b>
Nawoord	166
Dankwoord	167

**Status quaestionis**



*Om een idee te geven van de reeds bestaande onderzoeken en hun inhoud, komen in de status questionis enkele publicaties aan bod met betrekking tot historische bouwmethodes. Aan de hand hiervan wordt de doelstelling van deze masterproef toegelicht. Tot slot wordt verduidelijkt hoe dit onderzoek juist tot stand is gekomen.*

## GREEP UIT DE BESTAANDE LITERATUUR

### **Biografie van de baksteen, 1850-2000**

*Ronald Stenvert (2012), Zwolle*

Dit boek gaat over baksteen toegepast in de periode 1850-2000. Kleigebbruik, bakproces, soorten, maten en constructies vormen de opmaat. De nadruk wordt gelegd op de verwerking van baksteen nadat de stenen de fabriekspoort hebben verlaten. De samenhang tussen de fabrikanten, hun producten, de architecten en de verwerking van de producten vormen de bouwstenen van wat een kleine cultuurhistorie van de Nederlandse baksteen genoemd zou kunnen worden met biografische aspecten.<sup>1</sup>

### **Historisch metselwerk: instandhouding, herstel en conservering**

*Meerdere auteurs, redactie door Michiel van Hunen (2012), Zwolle*

De instandhouding van historisch metselwerk vormt een fascinerend thema dat van belang is voor iedereen in de monumentenzorg, in de architectuur, in de metsel- en voegbranche en in de wetenschappelijke advisering. In deze uitgave gaat het over de cultuurhistorische en de technologische aspecten van herstel en conservering van historisch metselwerk. Aan de orde komen onder andere: verschijningsvormen van bakstenen, historische afwerkklagen, cultuurhistorische waardering, productie en eigenschappen van baksteen, mechanisch en bouwfysisch gedrag, het samenstellen van mortels en behandeling tegen vochtoverlast.<sup>2</sup>

### **Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur**

*Piet Bot (2009), Alphen*

Piet Bot, medewerker van het Nederlandse Openluchtmuseum, ontdekte in de praktijk van zijn dagelijkse werk dat kennis van bouwmaterialen heel beperkt en bovendien verspreid en moeilijk toegankelijk is. Dit geldt dan in het bijzonder voor de grote verscheidenheid aan bouwmaterialen die ontwikkeld werd en op de markt kwam in het

derde kwart van de 19de eeuw en de eerste helft van de 20ste eeuw. Vooral vanwege de toenemende belangstelling voor jongere monumenten is dit praktisch bruikbaar vademecum nuttig en zinvol voor de bouwkundige praktijk. Voor het juiste historische inzicht vormt kennis van deze bouwmaterialen immers belangrijke ijkpunten.<sup>3</sup>

### **Uit de klei, in verband: Bouwen met baksteen in het graafschap Vlaanderen 1200-1400**

*Vincent Debonne (2015), Leuven*

Dit doctoraat onderzoekt de introductie en verspreiding van baksteenarchitectuur in het graafschap Vlaanderen in de 13de en 14de eeuw. De bouwarcheologie van bestaande gebouwen en de archeologische en iconografische informatie van reeds verdwenen monumenten liggen hiervoor aan de basis. Aan de hand van een analyse van bouwtechnieken, typologieën en architecturale vormen wordt geconcludeerd dat baksteen het medium was waarmee de gotiek geïntroduceerd werd in Vlaanderen.<sup>4</sup>

### **Post-war building materials in housing in Brussels, 1945-1975**

*Stephanie Van de Voorde, Inge Bertels & Ine Wouters (2015), Brussel*

Tijdens de naoorlogse periode nam het aantal woningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest sterk toe. Maar deze ooit zo moderne woningen blijven niet eeuwig jong. Hoe kan of moet een naoorlogs gebouw op een verantwoorde manier worden gerenoveerd of aangepast zonder te raken aan de elegantie en levendigheid van het originele ontwerp? Dit boek en bijhorende website zijn opgevat als basisinstrument om een licht te werpen op de ontwikkeling en de toepassing van innovatieve bouwmaterialen en -technieken in de woningbouw in Brussel in de periode 1945-1975. Ze kunnen worden gehanteerd door een ruime groep belanghebbenden om typische naoorlogse materialen te herkennen en te valoriseren in renovatie- en restauratieprojecten.<sup>5</sup>

## DOELSTELLING

Het doel van deze scriptie is achterhalen hoe 19de- en 20ste-eeuwse gevels typisch zijn opgebouwd. Welke materialen werden gebruikt? Welke onregelmatigheden of schadepatronen komen voor? Zijn er uiterlijke kenmerken, dateringen, geografische aspecten enz. die een bepaald type gevel doen vermoeden?

In Nederland is reeds heel wat gepubliceerd omtrent de bouwmaterialen en bouwtechnieken van jonge monumenten. In het vademecum van Piet Bot kan van elk mogelijk materiaal teruggevonden worden waar het vandaan kwam, hoe het werd gemaakt en gebruikt en wanneer het juist op de markt kwam in Nederland. Specifiekere kennis en inzichten inzake baksteenmetselwerk kan men terugvinden in 'Biografie van de baksteen' en 'Historisch metselwerk'. Deze boeken verschenen ter gelegenheid van een symposium omtrent historisch metselwerk en belichten zowel de cultuurhistorische als bouwtechnische en materiële aspecten van baksteen. Al deze publicaties zijn heel specifiek op de Nederlandse architectuur gericht en hoewel België hier en daar wordt vermeld,

kunnen deze bevindingen toch niet zomaar ook voor ons land worden aangenomen. De spouwmuur bijvoorbeeld, was al twee eeuwen een gangbare bouwpraktijk in Nederland op het moment dat het in België zijn doorbraak kende.

Een Belgische of Vlaamse variant van de net vernoemde publicaties blijft voorlopig uit. Er zijn wel gelijkaardige boeken en onderzoeken maar deze handelen telkens over een oudere of jongere periode uit de geschiedenis. Met deze scriptie wordt een aanzet gegeven tot onderzoek naar de opbouw van massieve metselwerkconstructies uit de voorbije twee eeuwen. De kennis die hierin wordt opgebouwd zou kunnen fungeren als achtergrondkennis of parameters bij verder onderzoek naar massief metselwerk. In hygrothermische studies bijvoorbeeld, kan het steenverband een invloed hebben op het vochttransport doorheen een muur. Deze scriptie ambieert kortom een duidelijk gestructureerd naslagwerk te bieden dat kan dienen als handboek om de Vlaamse historische gevel te doorgronden. Maar natuurlijk moet dit gekaderd worden binnen de beperkte tijdsperiode en mogelijkheden van een masterproef.

## METHODOLOGIE

Aanvankelijk was het de bedoeling om deze scriptie voornamelijk op te bouwen aan de hand van systematisch gedocumenteerde casestudies. Het verzamelen van praktijkvoorbeelden ging echter heel wat moeizamer dan verwacht waardoor een andere aanpak zich opdrong.

Casestudies werden niet alleen gezocht bij een groot aantal architecten en aannemers maar ook verscheidene onderzoeksinstituten, overheidsinstanties, professoren en onderzoekers van andere Vlaamse universiteiten werden gecontacteerd. De respons hierop was mager, minder dan de helft van de vijftigtal aangeschreven personen heeft ook daadwerkelijk geantwoord. Uit de cases die op deze manier toch verkregen werden, bleek bovendien dat er een grote diversiteit zat in het soort informatie en documentatie dat van elk gebouw voorhanden was. De meest interessante praktijkvoorbeelden bleken enerzijds diegene waarvan gedetailleerde onderzoeksrapporten gemaakt zijn en anderzijds diegene waarvan we beschikken over de oorspronkelijke plannen en bestekken. Een combinatie van beiden was optimaal. Dergelijke onderzoeksrapporten waren echter heel ontoegankelijk omdat het verspreiden ervan verboden wordt door auteurs- en eigendomsrechten. Om ze te bemachtigen zou bij elke afzonderlijke opdrachtgever schriftelijke toestemming moeten gevraagd worden. In archieven plannen en bestekken opzoeken uit de 19de en 20ste eeuw was dan weer een enorm tijdrovende en omslachtige bezigheid.

Het leek dus niet langer realistisch om een sluitend verhaal op te bouwen louter op basis van praktijkvoorbeelden. De leidraad voor deze scriptie werd voortaan gezocht in literatuur uit de onderzoeksperiode zelf. In een aantal archieven en bibliotheken werden traktaten en handboeken verzameld waarin de toenmalige bouwpraktijk gedetailleerd

staat beschreven. Deze werken zijn geschreven in klassiek Frans en bijzonder lijk. Alle informatie omtrent baksteenmetselwerk werd eruit gefilterd, het vakjargon zo zorgvuldig mogelijk vertaald en de tekeningen en tabellen gereproduceerd. De informatie die hieruit resulteerde, werd uiteindelijk in vijf grote thema's gegoten: de materialiteit van de baksteen, de samenstelling van de mortels, het verwerken van de materialen en de uitvoering van het metselwerk, de technische en decoratieve detaillering en tot slot de bescherming tegen water en vocht.

Vervolgens werd getracht alle informatie uit de casestudies terug te koppelen naar deze literatuurstudie. Binnen de vijf thema's wordt de kennis uit de handboeken en traktaten vergeleken en aangevuld met de informatie uit de praktijkvoorbeelden. De tendensen die uit de materiële bronnen naar voor kwamen, werden gelinkt aan de primaire literaire bronnen en waar mogelijk werden voorzichtige conclusies getrokken. We moeten er ons immers van bewust zijn dat grote nuances gepaard gaan met de gehanteerde methodiek. Zowel de steekproef aan praktijkvoorbeelden als de keuze voor handboeken en traktaten brengt informatie voort die niet exhaustief mag beschouwd worden voor de Vlaamse bouwpraktijk in de 19de en 20ste eeuw.

De vijf thema's die uit het onderzoek volgden, werden elk in een hoofdstuk ondergebracht. Deze informatie dient geplaatst te worden tegen het verleden en de ontwikkeling van de baksteen in een bredere context. Om die reden wordt in een inleidend hoofdstuk kort aandacht besteed aan de geschiedenis van baksteenmetselwerk in België. Hier wordt eveneens de afgebakende periode van dit onderzoek gemotiveerd. In een laatste hoofdstuk worden alle casestudies tot slot verzameld en kort samengevat.

## Literaire bronnen

De zoektocht naar primaire literaire bronnen ving aan in de bibliotheek van het Agentschap Onroerend Erfgoed in Brussel. De catalogus van deze bibliotheek bevat duizenden publicaties over bouwkundig, archeologisch en landschappelijk erfgoed in Vlaanderen en Europa. Naast de recente werken vind je er ook een antiquarische collectie en specialistische werken over onroerend erfgoed.<sup>6</sup> Voor de periode 1830-1945 waren een tiental handboeken en traktaten omtrent metselwerk voorhanden. Ongeveer de helft hiervan werd geschreven door Belgische auteurs, de overige werken werden gepubliceerd in Frankrijk, Nederland, Duitsland en Engeland. Daarnaast werd ook gezocht naar andere Belgische auteurs of andere werken van de reeds ontdekte auteurs in het archief van de Universiteit Gent en in de online raadpleegbare Bibliothèque nationale de France.

Het resultaat telt uiteindelijk vijf werken in de vorm van negen boeken, met publicatiedata die de hele onderzoeksperiode bestrijken. Enkel uit de oorlogsjaren en het interbellum werden geen geschikte bronnen gevonden. De inhoud en structuur van deze vijf publicaties stemt grotendeels overeen waardoor het raadplegen van andere handboeken

en traktaten vermoedelijk slechts in beperkte mate extra informatie zou opleveren. Mede gezien de korte tijd voor dit onderzoek werd dus de afweging gemaakt om niet verder te zoeken naar gelijkaardige werken in andere bibliotheken en archieven.

### **Materiële bronnen**

Voor deze scriptie werden in totaal dertig casestudies verzameld. Acht cases hiervan zijn afkomstig van studiebureaus en onderzoeksinstituten. De kennis over de opbouw en materialen van deze acht gebouwen kwam hoofdzakelijk voort uit laboratoriumproeven en kernboringen. In twee gevallen waren ook de originele plannen en bestekken voorhanden. De rondvraag bij overheidsinstellingen leverde zes cases op waarvan hoofdzakelijk planmateriaal en enkele keren ook een onderzoeksrapport werd overhandigd. Tijdens archiefonderzoek kwamen dan weer vijf interessante cases in de vorm van gedetailleerde plannen en bestekteksten naar boven. De overige elf cases werden verworven bij een restauratiebedrijf en een architectuur- en ingenieurskantoor gespecialiseerd in restauratie. Deze casestudies omvatten meer algemene informatie en vaststellingen. Een algemeen overzicht met de spreiding in tijd, ruimte en typologie van alle cases wordt grafisch weergegeven in het hoofdstuk 'Casestudies'.

1. Stenvert, R. (2012), p12 en achterflap
2. van Hunen, M., et al. (2012), achterflap
3. Bot, P. (2009), p6-7
4. Debonne, V. (2015), p1
5. Van de Voorde, S., Bertels, I. & Wouters, I. (2015), achterflap
6. Agentschap Onroerend Erfgoed. (sd). *Bibliotheek*. Geraadpleegd van <https://www.onroerenderfgoed.be/nl/diensten/bibliotheek/>



*Baksteen vormde eeuwenlang het belangrijkste bouw materiaal van ons land en is nog steeds beeldbepalend voor de architectuur in onze steden en dorpen. In dit inleidende hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de geschiedenis van de baksteen in België tot ongeveer de 19de eeuw. Vanaf het midden van de 19de eeuw voltrekken zich in de baksteennijverheid belangrijke ontwikkelingen met aangepaste producten tot gevolg. Deze ontwikkelingen worden iets uitgebreider toegelicht aangezien zij de aanleiding zijn voor de afgebakende periode van dit onderzoek. De exacte grenzen van het tijdsinterval worden gelegd op 1830 en 1945. Na zijn onafhankelijkheid zette de jonge staat België volop in op kunst en architectuur om zijn bestaansrecht te legitimeren. Na WOII was de spouwmuurconstructie reeds uitgegroeid tot standaard bouw methode.*

## EEN BELGISCHE TRADITIE SINDE DE DERTIENDE EEUW

### Geschiedenis van de baksteen in België

Wanneer het eerste bakstenen gebouw in België werd opgetrokken, is moeilijk uit te maken. Het staat echter vast dat de Romeinen de baksteen en dakpan introduceerden in het noorden van Europa. Het steenbakken werd toen enkel toegepast door het leger waardoor de plaatselijke bevolking de techniek nooit echt heeft begrepen. Na de val van het Romeinse rijk verdween de kunst van het steenbakken dan ook enkele eeuwen om in de hoge middeleeuwen weer op te duiken in de Polders.<sup>1</sup>

Algemeen wordt aangenomen dat de baksteen terug in Vlaanderen verscheen rond 1200. Het is niet bekend wie de technologie van de baksteenproductie terug introduceerde en waar deze voor het eerst opnieuw werd toegepast. Wel staat vast dat dankzij de gedrevenheid van de religieuze gemeenschappen het gebruik van baksteen zich razendsnel verspreidde. De gotiek wordt dan ook niet toevallig sterk met baksteen geassocieerd. Een baksteen van goede kwaliteit werd als onverslijtbaar aanzien. Bouwen in baksteen betekende bouwen voor de eeuwigheid.<sup>2</sup>

De eenvoud van zijn grondstoffen en fabricatie samen met zijn modulaire karakter en zijn diversiteit in vorm en kleur, gaf de baksteen oneindige toepassings- en decoratiemogelijkheden. De middeleeuwse bouwindustrie kende een echte revolutie en de kloosterordes in onze gewesten waren de eerste grote promotoren van dit nieuwe bouw materiaal. In de grote religieuze bouwkoorts die tussen de 12de en 14de eeuw heerste, vermenigvuldigden abdijen en kloosters zich zeer snel en ook een groot aantal boerderijen en schuren werd in baksteen opgetrokken.<sup>3</sup>

Terwijl de kloosters het leven en de economie op het platteland domineerden, waren de steden in handen van gilden en handelaars. Zij lieten prestigieuze gebouwen oprichten om hun macht te onderstrepen en te rivaliseren met de kerken en kastelen. Naast belangrijke openbare gebouwen en stadsversterkingen werd baksteen ook ingezet voor

infrastructurele werken zoals waterputten, bruggen, wegen, kaaimuren en rioleringen. De bouwindustrie was in de Middeleeuwen naast de textielindustrie ongetwijfeld de belangrijkste economische bedrijvigheid.<sup>4</sup>

Baksteen begon het stadsuitzicht meer en meer te overheersen sinds bouwen in brandbare materialen aan het begin van de 15de eeuw werd verboden. In de 16de, 17de en 18de eeuw groeiden de Lage Landen zo uit tot het belangrijkste centrum voor bouwen in metselwerk. De bruinrode bakstenen muren in combinatie met lichtkleurige natuursteen vormden voortaan een traditionele stijl in de Brabantse architectuur. De huizen in de steden hadden een smalle straatgevel met een typische getrapte punt en lange diepe plattegronden. Deze prominente gemetselde puntgevels ontwikkelden zich tot een ingewikkeld aantal vormen en patronen zoals geprofileerde traveeën en rolornamenten. Ze zijn in België populair gebleven tot het begin van de 19de eeuw. Enkel de meest prestigieuze gebouwen werden tijdens de renaissance en barok voorzien van een hele gevel uit natuursteen. De ruwbouw van deze gebouwen werd wel voornamelijk uit baksteen opgetrokken.<sup>5</sup>

Op het platteland heeft het gebruik van baksteen zich later doorgezet dan in de steden. De overgang van bouwen met het vakwerksysteem naar bouwen met baksteen verliep in verschillende stappen, parallel met het groeiend probleem om hout te vinden. Voor een eenvoudige boer was het echter niet makkelijk aan bakstenen te komen. De meeste bakstenen boerderijen uit die tijd waren dan ook kloosterhoeven of vestingboerderijen. Bouwen in landelijke gebieden verschilde in een aantal opzichten van bouwen in de stad. Er waren geen stedenbouwkundige regels en er was minder neiging om prestige en rijkdom te etaleren via architectuur. Op het platteland waren de steenbakkers over het algemeen rondreizende ambachtslieden die werkten in groepen van een tiental personen. Zij verkochten hun diensten aan boeren of kasteelheren, die hen aarde en brandstof leverden. Na de voltooiing van het project werden deze tijdelijke steenbakkerijen gewoon achtergelaten. Er is in België dan ook geen enkele streek te vinden waar geen plattelandsteenbakkerijen hebben gestaan.<sup>6</sup>



figuur 1. De abdij Ten Duinen in Koksijde (eerste helft 13de eeuw) wordt gezien als één van de oudste toepassingen van baksteenarchitectuur in Vlaanderen.



figuur 2. De tiendschuur van het klooster van Ter Doest in Lissewege is een van de kenmerkende vroege voorbeelden van de toepassing van baksteen (1275).



figuur 3. De Korenlei en Graslei vormden tot de 18de eeuw de haven in Gent waar vooral graan uit Noord-Frankrijk werd aangevoerd. Verschillende panden herinneren sterk aan die activiteiten en weerspiegelen de bloei van de Gentse ambachten.

#### Productie van baksteen tot 1800

De steenbakkerijen uit de middeleeuwen knoopten niet direct aan bij de Romeinse traditie. De Romeins-Belgische bakstenen waren gemaakt van vette klei en hadden doorgaans een platte vierkante vorm. Ze waren 3 tot 9 cm hoog en tot wel 50 cm lang. De middeleeuwse bakstenen verschilden fundamenteel van de Romeinse voorbeelden. Boven de vette klei werd leem verkozen, afkomstig uit minder diepe aardlagen. Het liet hen toe om dikkere bakstenen te maken die gemakkelijker te drogen waren en beter bestand bleken tegen vriesweer. Leem was echter moeilijker te bewerken, wat de onregelmatige vormen van middeleeuwse bakstenen verklaart. De bakstenen hadden een compactere vorm met een lengte van ongeveer twee maal de breedte. De lengte van de vroegste bakstenen kon boven de 30 cm uitkomen. De dikte van de stenen is aanvankelijk nog relatief groot ten opzichte van de andere maten. Vanwege hun relatie met de kloosters raakten deze vroege, grote bakstenen in de literatuur bekend als kloostermoppen of moefen.<sup>7</sup>

De baksteenproductie was een seizoensgebonden bezigheid die veel mankracht vereiste. Het seizoen voor de steenbakkers liep van maart tot oktober. Tijdens de winter werden klei en leem uitgegraven, tegelijkertijd met het inzamelen van de brandstof. De Polderstreek, waar in de Middeleeuwen de baksteen opnieuw werd ontdekt, was rijk aan turf, de ideale brandstof voor baksteenovens. De klei werd de hele winter in hopen opgeslagen waardoor de structuur verbeterde en plantaardige resten verteerden of uitgestoten werden. Na de winter werd de klei met veel water gekneet en bewerkt. Een afgepaste hoeveelheid, eventueel van te voren in los zand gerold, werd met geweld in een natte houten vormbak geslaan waarna de vorm de overtollige klei met een strijkhout afschraapte.

Het bezanden kon ook gebeuren door zand in de vormbak te strooien. Het drogen vond vervolgens plaats in open lucht: de vormbakken lagen plat in de droogplaats en werden na enige tijd rechtgezet. Afhankelijk van de weersomstandigheden, waren de bakstenen na tien tot veertien dagen droog genoeg om te bakken.<sup>8</sup>

De gedroogde stenen werden over het algemeen gebakken in veldovens die keer per keer werden opgevuld, opgestookt, afgekoeld en leeggehaald. Het geheel was een soort enorme brandstapel. De ovens zelf waren van ongebakken stenen gemaakt waarvan de buitenkant soms met modder was bedekt. In de langswanden van de oven bevonden zich stookopeningen. Binnenin werden alle stenen op hun kant gestapeld met daartussen uitsparingen voor de brandstof, waardoor verticale lagen van gedroogde stenen zich afwisselden met lagen turf. Het vuur werd opgestookt in tunnels die in de onderste steenlagen waren gevormd. De ongelijkmatige warmtespreiding in deze ovens zorgde voor stenen met zeer ongelijke hardheden, waardoor de bakstenen moesten uitgesorteerd worden in partijen van gelijke kwaliteit.<sup>9</sup>

In het Waasland en de Rupelstreek werd een speciale baktechniek ontwikkeld in koepelvormige ovens die 'paapovens' werden genoemd. Bakstenen werden er zo in opgestapeld dat ertussen veel ruimte overbleef. De verwarming gebeurde via enkele deurtjes en de rook ontsnapte langs gaten in de koepel. Deze ovens maakten helderrood gekleurde stenen maar men kon de stenen ook een donkerblauw uiterlijk geven door de gaten op het einde van het bakproces te sluiten.<sup>10</sup>

Tot aan het begin van de 19de eeuw werden vrijwel alle bakstenen op traditionele wijze met de hand gevormd. Afgezien van geografische concentratie en schaalvergroting veranderde er nauwelijks iets in de baksteenproductie in België.<sup>11</sup>

Vanaf de 14de eeuw werden de bakstenen steeds kleiner. De dikte was zo ver afgenomen dat deze ongeveer de helft van de breedte bedroeg. Deze geoptimaliseerde verhouding van lengte, breedte en dikte (4:2:1) is ook de verhouding die de baksteen tegenwoordig heeft, rekening houdend met de voegdikte. Redenen voor de verkleining van de baksteen liggen voor de hand. Het bakken van grote bakstenen kostte veel droogtijd, vergde veel energie en vereiste veel vakmanschap om ze goed 'gaar' te bakken. Bij kleinere producten neemt de kwaliteit van de steen toe en kan de metselaar deze makkelijker verwerken. Bovendien zijn kleinere stenen ook geschikt voor het bouwen van eenvoudige woonhuizen met relatief dunne muren.<sup>12</sup>



figuur 4. Miniatuur van een pannbakkerij uit de Wenceslas-Bijbel, geschreven in 1402 en 1403.

Bij de veranderingen in baksteenformaten traden sterke regionale verschillen op. Diverse steden beslisten om de afmetingen te normaliseren en schreven verschillende standaardmaten voor: op een muur, meestal de gevel van het stadhuis, werden de mallen bevestigd met de toegestane afmetingen zodat iedereen de gelijkvormigheid van zijn product kon nameten. De 14de en 15de eeuw is ook de periode waarin meer regelmatige metselverbanden opkwamen.<sup>13</sup>

### Voegwerk

Door de eeuwen heen werden bakstenen gelegd in mortel op kalkbasis, meestal bestaande uit een mengsel van schelpkalk en zand. Hierbij konden nog andere stoffen worden toegevoegd, zoals bijvoorbeeld gemalen tufsteen (tras) voor een meer waterdichte specie. Bij het metselen van middeleeuwse constructies werden de stenen van de binnenzijde met een overmatige hoeveelheid specie, ofwel 'vol en zat', gemetseld. De overtollige mortel werd dan in de binnenparementen over de stenen uitgestreken. De buitenzijde daarentegen werd 'platvol' gevoegd zodat de voegen gelijk vielen met het oppervlak van de stenen. Door de langzame verharding van kalkmortel kon de metselaar de voegen achteraf nog nabewerken. Zo werd in het midden van de dikke lintvoegen met een spijker een horizontale streep getrokken. Het gaf de gevel een strakker uitzicht en drukte de mortel goed aan tegen de steen.<sup>14</sup>

Met het kleiner worden van de baksteenformaten nam ook de voeg in dikte af. Bovendien werden de kalkmortels vetter en minder grof als gevolg van verbeteringen in de techniek van het maken van kalk. Om een strakker beeld te geven aan de nog niet maatvasten stenen, werden snij- en knipvoegen toegepast. De voegen staken iets uit ten opzichte van de stenen en werden los gesneden van de steen door er boven en onder met een spijker langs te gaan. Bij knipvoegen steekt de mortel nog meer vooruit dan bij snijvoegen.<sup>15</sup>



figuur 5. Detail van het middenschip van de 15de eeuwse Heilig-Kruiskerk in Sint-Kruis-Winkel (deelgemeente van Gent).

## ONTWIKKELINGEN IN DE BAKSTEENSECTOR SINDS DE INDUSTRIËLE REVOLUTIE

### Mechanisatie en industrialisatie

Tussen 1800 en 1900 vonden de grootste veranderingen in de productie van bakstenen uit de geschiedenis plaats. Een gigantische bevolkingstoename en veranderingen in de manier waarop materialen vervaardigd en vervoerd werden, zorgden voor een enorme vraag naar baksteen en een grote vooruitgang in de toepassingsmogelijkheden ervan. Baksteen was alomtegenwoordig en werd steeds uitbundiger in de architectuur toegepast. Het steenbakken ontwikkelde zich van een handenarbeid tot een gemechaniseerde industrie. Die drang naar mechanisatie vond plaats in alle drie de fasen van het productieproces: de kleivoorbereiding, het vormen en het bakken. De veranderingen in het metselen van de bakstenen waren verfijnder. De allerbelangrijkste was het toenemend gebruik van cement in mortels.<sup>16</sup>

Eén van de eerste bruikbare machines voor het kneden, fijn malen en zuiveren van klei was de Hollandse kleimolen. Deze 17de eeuwse uitvinding werd aangedreven door een paard en was tot het midden van de 19de eeuw het enige technische hulpmiddel. In het buitenland werden wel enkele 'modder'vormmachines gemaakt, maar zij waren nooit succesrijk. De meeste uitvinders concentreerden zich daarom op ofwel de methode van het vormbakpersen ofwel de methode van het strengpersen. Beiden technieken hebben ook hun toepassing gevonden in België.<sup>17</sup>

Vanaf de 19de eeuw werd bij ons het kneden en vormen soms vervangen door het mechanisch samenpersen van droge leemachtige aarde. De leem werd vermalen en onder enorme druk in de vormbak geperst. Na het drogen en het bakken waren de bakstenen wel regelmatig van vorm maar vertoonden veel scheurtjes. De zogenaamde boerenbakstenen die uit deze vormbakpers voortkwamen, werden van mindere kwaliteit beschouwd maar bleken toch bijzonder duurzaam te zijn. Hun wijdverbreide gebruik heeft het uitzicht van onze landelijke gebouwen sterk bepaald.<sup>18</sup>

Al sinds de eerste decennia van de 19de eeuw ontstond ook het strengpersproces voor het maken van bakstenen. Een rechthoekige streng klei werd gevormd met een doorsnede die overeenkomt met de lengte en breedte van het steenformaat. Daarna werden plakken afgesneden ter dikte van de steen. Pas rond 1860 werd deze methode in België toegepast, het was de variant bedacht in 1854 door de Berlijnse machinefabrikant Schlickeysen die in de Vlaamse steenbakkerijen werd geïntroduceerd. De mobiele, liggende strengpers was gebaseerd op de kleimolen, waarmee de steenbakkers reeds vertrouwd waren, en kon daarom in een keer de voorbereiding en de vorming van de klei uitvoeren.<sup>19</sup>

Naast de vormbakpers en de strengpers kwam in het begin van de 20ste eeuw in België ook de zogenaamde 'Saint-Hubert' op de markt. Dit was een droogpers waarin twee soorten klei werden gemengd en door toevoeging van zo weinig mogelijk water, gevormd werden tot bakstenen.<sup>20</sup>



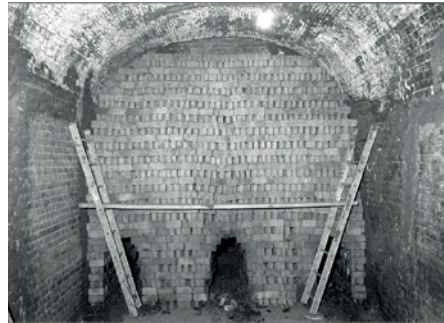
figuur 6. Foto uit 1900 van de steenmakerstafel met twee afdragers, de steenmaker en een opzetter.



figuur 7. Foto uit 1901 met rechts de droogloodsen en links de behuizing van de arbeiders tussen de paapovens.



figuur 8. Foto van een klampoven met rieten dak. Twee arbeiders wakkeren het vuur aan met blaasmolens.



figuur 9. Foto van de binnenkant van een paapoven.



figuur 10. Luchtfoto van het gehucht Noeveren in Boom, genomen tussen 1962 en 1965. Elke schoorsteen is verbonden met een rechthoekige Hoffmann-oven met een capaciteit van 1,2 miljoen stenen. Per oven was 8 à 9 km aan droogloodsen nodig om het continue bakproces gaande te houden. Daarnaast zijn ook enkele klampovens op de foto te zien.

Wanneer in 1832 het kanaal tussen Willebroek en Charleroi werd voltooid, verkregen de steenbakkers in de Rupelstreek een versterkte positie die later ook zorgde voor enkele technologische vernieuwingen in de steenbakkerijen. Via dit kanaal kon men immers gemakkelijk steenkool aanvoeren. Het gebruik van steenkool had op zijn beurt de vervanging van de traditionele plattelandsoven door de 'klampoven' - een oven met vier muren en een dak - tot gevolg. De bakstenen die hierin gemaakt werden, waren harder en beter bestand tegen slijtage. Ze werden voornamelijk gebruikt voor constructies die een hoge mate van weerstand vereisten.<sup>21</sup>

De klampoven was net zoals de veldoven een periodieke oven. De bakstenen werden in de oven geplaatst wanneer deze koud was om vervolgens de temperatuur op te drijven tot gloeihitte. Op deze temperatuur werden de bakstenen gedurende enkele dagen gebakken waarna de oven terug afgekoeld werd tot een temperatuur waarbij men de stenen veilig kon weghalen. Deze cyclus duurde in totaal enkele weken en beperkte dus danig het aantal stenen dat kon worden gebakken. Als alternatief hiervoor werden tijdens de industriële revolutie enkele ovens ontwikkeld met een continu bakproces.<sup>22</sup>

De ringoven bijvoorbeeld, uitgevonden door de Duitser Hoffmann in 1860, kende zeer snel succes. Deze oven bestond uit een ringvormige galerij waarin men via deuren in de buitenmuur de stenen kon opstapelen en weghalen. De kolen konden naar binnen worden gegooid door een aantal gaten in de koepel en de afvoergassen werden neerwaarts naar de schoorsteen afgevoerd via met ventielen geregelde leidingen. Het vuur bewoog in een constante beweging rond de oven waardoor in één segment een gloeiende hitte heerste terwijl het ene segment ernaast afgekoeld werd en het andere opgewarmd. Elders in de ring werden op dat zelfde moment stenen geladen of gelost. Om de beperkte capaciteit van de ronde Hoffmann-oven te vergroten werd het grondplan vanaf ongeveer 1870 verlengd tot een ovaalvormige of rechthoekige oven. Deze laatste stond internationaal bekend als de Belgische oven.<sup>23</sup>

Rond 1870 vond de Deen Otto Bock een nieuwe bakmethode voor de baksteen uit: de tunneloven. Het principe was een rondlopend gesloten ovenkanaal waarin de stenen in vuurvaste wagens op rails door de tunnel werden gereden. De bijzonder ingewikkelde constructie van deze oven vertraagde zijn ingebruikname in onze steken. Pas een eeuw later werd hij algemeen in gebruik genomen in België.<sup>24</sup>

Naast het continue proces van de ring- en tunneloven was ook het systeem van de neerwaartse rookafvoer een enorme efficiëntieverbetering ten opzichte van de oude veld- en klampovens. Het loste immers grotendeels het probleem van de ongelijkmatige warmtespreiding op waardoor het merendeel van de stenen voortaan wel over dezelfde kwaliteit beschikte.<sup>25</sup>

Het probleem van het droogproces kende geen echt innovatieve oplossing. De bakstenen werden nog steeds met de hand op de droogbanen gelegd en na ongeveer twee weken op hun kant gezet. Gezien de alsnog groter wordende productie, werden de droogruimtes wel steeds verder uitgebreid en gerationaliseerd. Naast de investering in machines en ovens vereiste de industriële productie van bakstenen ook de aankoop van grote stukken



grond. Enerzijds als kleireserves en anderzijds om het drogen van de stenen een plaats te geven. Pas toen men ook de dakpanproductie ging mechaniseren en industrialiseren werden er meer gesofisticeerde droogplaatsen uitgedacht.<sup>26</sup>

Ondanks alle vernieuwingen bleef onze zeer welvarende baksteenindustrie tot de Tweede Wereldoorlog een sector waarin handenarbeid primeerde. Het aantal arbeiders bleef bijzonder groot en ook vele kinderen werden ingezet.<sup>27</sup>

### Stromingen in de Belgische baksteenarchitectuur van de 19de en 20ste eeuw

De sterk veranderende samenleving in de 19de eeuw vond niet gemakkelijk een specifieke architectuurstijl. Een romantische idealisering van het verleden, nationalismen en industriële vernieuwingen stonden aan de wieg van een veelheid aan imitaties en eclectische mengvormen. Bij deze neo-stijlen ging baksteen in al zijn facetten een grote rol spelen. De bijzondere aandacht die werd besteed aan het metselwerk was een esthetisch gevolg van de steeds regelmatigere wordende bakstenen.<sup>28</sup>

Binnen de verschillende 19de eeuwse tendenzen kende de neogotiek het meeste succes in ons land. Het werd vanaf de jaren 1840 sterk aangemoedigd door de Koninklijke Commissie voor Monumenten en hun grootschalige restauratiewerken van gotische monumenten. In 1884, nadat de katholieken in de regering een meerderheid hadden behaald, kreeg de neogotiek het statuut van 'nationale stijl' en werd hij geïntroduceerd in nieuwe bouwprogramma's zoals stations en postkantoren.<sup>29</sup>

Als reactie op de stijleenheid die zo ontstond, werd meer en meer in de eclectische stijl gebouwd. Het eclecticisme speelde in op de spectaculaire ontwikkeling van de monumentale stadsarchitectuur vanaf 1860 en beleefde hierdoor een nooit geziene bloei tijdens de tweede helft van de 19de eeuw. Het kent op dit gebied ongetwijfeld zijn hoogtepunt in het meest ambitieuze gebouw van België, het Justitiepaleis van Poelaert in Brussel (1866-83).<sup>30</sup>

Naast de neogotiek en het eclecticisme vormden ook gebouwen uit de Vlaamse renaissance een belangrijke inspiratiebron. Het gebruik van het stilistische vocabularium van de renaissance uit de oude Nederlanden drukte de wil uit om te ontsnappen aan de verfransing van de cultuur. In het laatste kwart van de 19de eeuw werden zo talrijke stadhuisen gebouwd in de Vlaamse neorenaissancestijl.<sup>31</sup>

Al vrij vroeg ontstond de drang om te breken met de traditie van de imitatie. De art nouveau kwam voort uit de zoektocht naar een kenmerkende uitdrukkingvorm voor de industriële maatschappij en vormde een uitstekend middel om de Belgische identiteit te bevestigen. De plastische behandeling van de gevel bereikte een hoogtepunt in duizenden particuliere woningen en beleggingspanden langs de nieuwe straten en lanen die aan het einde van de 19de eeuw in Brussel waren aangelegd.<sup>32</sup>

Sinds de opkomst van de art nouveau werden slapende technieken als het glazuren en smoren van baksteen weer wakker geschud en de traditionele stijl van baksteen afgewis-



figuur 11. De wijk Zurenborg in Antwerpen is gebouwd op het einde van de 19de eeuw en een representatief voorbeeld van de stijlen uit die periode. De art nouveau-stijl werd gecombineerd met een uitbundig eclecticisme van verschillende historische stijlen zoals de gotiek, barok en Vlaamse renaissance.

seld met zandsteen werd vervangen door een spel van veelkleurige, vaak geëmailleerde bakstenen. De ambachtelijke natuursteenontginning kon immers niet tegemoetkomen aan de groeiende vraag van een naar vooruitgang strevende eeuw. Bovendien werd de verdwijning van natuursteen versneld door het gebruik van cementeringen. De langwerpige en regelmatige baksteen speelde ook een fundamentele decoratieve rol in de art nouveau.<sup>33</sup>

Naast het smeedijzer en gewalst staal, dat in de art nouveau harmonieus gecombineerd werd met baksteen, zag de 19de eeuw ook de opkomst van een geduchte concurrent voor de baksteen, namelijk het gewapend beton. Als alternatief voor de constructie van gewelven, boden de baksteenproducenten vloerplaten van gewapende baksteen aan. Ze werden rond 1907 op de Belgische markt gebracht en kenden onmiddellijk succes. Maar het gebruik van beton ontwikkelde zich ook zeer snel en bracht voordelen mee qua kostprijs en fabricatie waartegen de baksteenindustrie steeds moeilijker kon concurreren.<sup>34</sup>

Met de opkomst van de modernistische architectuur in het interbellum verdwenen ornamenten om plaats te maken voor sobere en geometrische vormen. De nieuwe architectuur opende ongekende technische perspectieven. Vrij plan, kolommen, constructies met platte daken, eenheid in gevelmateriaal, raamkozijnen met weinig profiel, grote glazen oppervlakten, stilistische soberheid en het gebruik van nieuwe materialen gaven vorm aan deze veranderingen.<sup>35</sup>

## Van draagstructuur naar bekledingsmateriaal

Een belangrijke vernieuwing in de baksteenwereld was de spouwmuur. Door deze nieuwe manier van bouwen is de functie van het metselwerk veranderd van een constructief bouw materiaal naar een decoratieve buitenschil.

Het idee een buitenmuur uit te voeren in twee los van elkaar staande delen was niet nieuw. In Nederland is een ontwerptekening uit 1666 voor een huis in Amsterdam teruggevonden waarin alleen de voorgevel als onvolledige spouwmuur ontworpen werd. Het oudste Nederlandse gebouw met spouw, de oranjerie Berbice in Voorschoten, dateert uit 1695. Welk gebouw in België voor het eerst met een (gedeeltelijke) spouw werd uitgevoerd, is niet bekend. Wel is geweten dat vroeg in de 19de eeuw enkele patenten werden aangevraagd voor gelijkaardige ideeën. Toch zou de spouwmuur pas in het interbellum zijn langzame doorbraak kennen.<sup>36</sup>

Die kwam er in eerste instantie om te kunnen voldoen aan de groeiende vraag naar goedkope woningen. Aan het begin van de 20ste eeuw werd voor een woning een 30 cm dikke bakstenen muur nog als een uitstekende bescherming tegen vocht en een goede thermische isolatie aanzien. De bouw van een woning in anderhalfsteense muren vraagt echter heel wat bakstenen en werkuren. Om dezelfde “kwaliteiten” te behouden en de kostprijs te drukken, werd het principe van de spouwmuur algemeen toegepast.<sup>37</sup>

Waarom de spouwmuur in België pas zo laat zijn ingang vond blijft een groot vraagteken. De enige mogelijke reden die kan worden aangehaald is onze architectuurstijl. Het was echter technisch onmogelijk om een neogotisch of art nouveau gebouw met spouwmuren uit te voeren. De tendens naar een sobere architectuur met grote regelmatige muuropervlakten vergemakkelijkt deze toepassing. Met de invoering van de spouwmuur zagen de architecten zich genoodzaakt om bepaalde verfijningen en praktijken op te geven. Tegelijk moesten de steenbakkers hun productenassortiment uitbreiden aangezien het verschil tussen parementsteen en gewone baksteen steeds groter werd. Bovendien trokken de grote muurvlakken ook meer aandacht op de kleur en de schakeringen van de baksteen zelf.<sup>38</sup>

1. Campbell, J.W.P. (2016), p78  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p9
2. Coomans, T. & van Royen, H. (2008), p1  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p10
3. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p10
4. Beernaert, B. (2003), p6  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p13
5. Campbell, J.W.P. (2016), p165  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p16
6. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p19
7. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p10 en 13  
Stenvert, R. (2012), p17
8. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p13 en 19  
van Hunen et al. (2012), p15
9. Bot, P. (2009), p59  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p13  
van Hunen et al. (2012), p16
10. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p36
11. Campbell, J.W.P. (2016), p206  
van Hunen et al. (2012), p15
12. van Hunen et al. (2012), p18-19 en 23
13. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p14  
van Hunen et al. (2012), p18-19 en 23
14. Bot, P. (2009), p115-116  
van Hunen et al. (2012), p22
15. Bot, P. (2009), p116
16. Campbell, J.W.P. (2016), p202
17. Bot, P. (2009), p57  
Campbell, J.W.P. (2016), p207  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p19
18. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p19
19. Bender, W. (2006), p15  
Bot, P. (2009), p62  
Campbell, J.W.P. (2016), p208  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p25
20. Bot, P. (2009), p63
21. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p22
22. Campbell, J.W.P. (2016), p212
23. Campbell, J.W.P. (2016), p212  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p22 en p25
24. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p22
25. Campbell, J.W.P. (2016), p210
26. Bot, P. (2009), p62  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p25
27. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p25
28. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p20 en 26
29. Van Loo, A.; Dubois, M.; Strauven, F. & Poulain, N. (2003), p25
30. Van Loo, A.; Dubois, M.; Strauven, F. & Poulain, N. (2003), p27-28
31. Van Loo, A.; Dubois, M.; Strauven, F. & Poulain, N. (2003), p32
32. Van Loo, A.; Dubois, M.; Strauven, F. & Poulain, N. (2003), p33
33. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p19-20 en 28
34. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p29-32
35. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p29-32
36. Peirs, G. (1979), p182  
Kooij, B. (2013), p2-3
37. De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p32
38. Peirs, G. (1979), p182



In de 19de eeuw zijn duizenden steenbakkerijen actief geweest in België. Naargelang de plaats van fabricatie konden de kwaliteit en afmetingen van de bakstenen enorm variëren.

Architecten, aannemers en bouwheren moesten dan ook kwalitatieve bakstenen kunnen onderscheiden van de minder goede. In wat volgt worden enkele aanwijzingen verzameld in dit opzicht. Na een beschrijving van de toenmalige ideale baksteen worden tal van voorbeelden gegeven van lokale bakstenen die al dan niet aan dit ideaal voldeden.

## EEN GOEDE BAKSTEEN

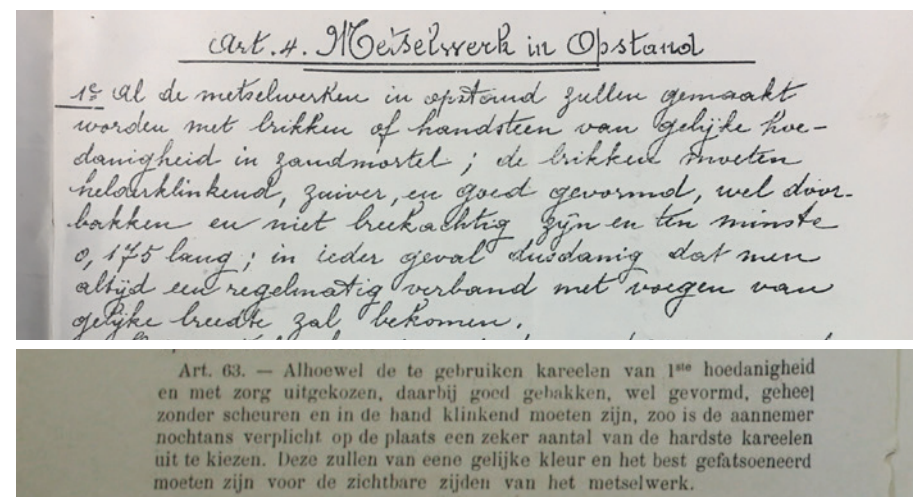
Aan het eind van de 19de eeuw werden in de meeste steden en gemeenten in België de bakstenen nog met de hand gemaakt en gebakken in veldovens. Deze 'briques ordinaires' werden vooral gebruikt in lokale bouwwerken waardoor de steenbakkerijen meestal tijdelijk van aard waren. Over het algemeen waren deze bakstenen van middelmatige kwaliteit.<sup>1</sup>

De 'briques spéciales' daarentegen werden gemaakt in geavanceerdere steenbakkerijen en stonden bekend als bakstenen van uitstekende kwaliteit. De stenen werden in grote getallen gevormd onder hoge druk en gebakken in permanente ovens. In 1895 kon men gemechaniseerde steenbakkerijen in Vlaanderen vinden langs de Rupel (Boom, Hemiksem, Rumst, Bazel), langs de Schelde (Merelbeke, Oudenaarde), langs de Nete (Duffel), in Veurne en in Stekene.<sup>2</sup>

Een goede baksteen moest perfect gevormd zijn, met scherpe randen en gladde vlakken zonder oneffenheden. De 'cuisson' was één van de meest essentiële kwaliteiten van de baksteen omdat hiervan zijn hardheid en resistentie afhing. Stenen die te zacht gebakken waren, waren broos, poreus en dikwijls vorstgevoelig. Bakstenen die te hard gebakken waren, vertoonden gesinterde randen en hechttten moeilijk aan de mortel. Om stenen van gebrekkige kwaliteit er toch goed te laten uitzien, werd tijdens het drogen soms een mengeling van silicazand en gemalen klinker op de bakstenen gestrooid. Na het bakproces verkregen de stenen zo een glasachtig laagje waardoor ze schijnbaar van goede kwaliteit waren maar binnenin bleven ze sponsachtig en weinig resistent.<sup>3</sup>

Om te testen of een baksteen was vervaardigd uit homogene klei, moest hij een helder geluid maken wanneer hij met een hard voorwerp werd geslagen. De klei moest bestaan uit fijne, dicht op elkaar gepakte korrels en mocht geen enkel element bevatten dat atmosferisch afbreekbaar of reactief is. Het gebeurde wel eens dat bakstenen brokjes kalk bevatten die vochtigheid uit de lucht absorbeerden en daardoor de stenen deden

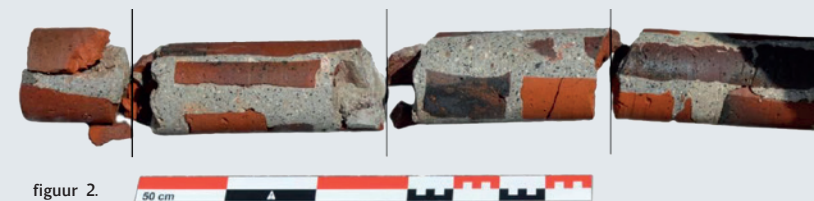
barsten of splijten. Verder werd een baksteen soms aan een soort waterabsorptietest onderworpen om te verzekeren dat hij goed kon weerstaan aan weersinvloeden en vorst-dooicycli.<sup>4</sup>



figuur 1. Fragmenten uit de bestekken van de woning P. Voorhoof in Lier (1939-1940) (boven) en het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890) (onder) omtrent de eisen aan de bakstenen.

De kleur van de bakstenen was een ander kenmerk dat een goede kwaliteit kon aangeven, maar kleuren varieerden naargelang de streek van herkomst. Elke streek had zo een karakteristieke nuance die de kwaliteit van de steen aanduidde. In het algemeen werden onder de rode bakstenen de donkere bruinrode stenen als de beste beschouwd. Wanneer de bakstenen zichtbaar bleven in de gevel, hechtte men bovendien ook veel belang aan de uniformiteit in kleur van de stenen.<sup>5</sup>

In de parochiekerk in Deerlijk (1868-1869) werd doorheen de hele muur éénzelfde type baksteen gebruikt met een rode tot donkerrode gevlamde kleur. Tijdens laboratoriumonderzoeken leken de onderlinge verschillen in materiaaleigenschappen van de bakstenen op het eerste zicht klein. Toch kon men de bakstenen op basis van de meest voorkomende poriëndiameter in twee verschillende groepen opdelen. Naast de poriëndiameter bleek ook de kleur van de stenen heel kenmerkend te zijn voor elke groep.<sup>6</sup>



figuur 2.



figuur 3.

Het type oranje tot lichtrode bakstenen heeft gemiddeld kleinere poriën en daardoor een iets hogere snelheid van capillaire wateropname. De groep met donkerdere tot zwartgevlamde bakstenen beschikte gemiddeld over grotere poriën en een lagere snelheid van capillaire wateropname. Bovendien is de totale hoeveelheid water dat als gevolg van capillariteit wordt opgenomen bij het lichtgekleurde type opvallend hoger dan bij de donkere bakstenen.<sup>7</sup>

De lichtgekleurde bakstenen hebben dus duidelijk meer kans om beschadigd te worden ten gevolge van vorst-dooicycli dan de donkergekleurde. Door hun poriënstructuur nemen ze immers niet alleen meer water op, ze houden het ook makkelijker vast. Hierdoor vertraagt de droogsnelheid van de baksteen en blijft hij langer nat. Het lijkt er kortom op dat de parochiekerk in Deerlijk voorgaande kleurentheorie bevestigt.

Het verband tussen de kleur van een baksteen en zijn poriënstructuur kan verklaard worden door het feit dat beide eigenschappen bepaald worden door het bakproces van de stenen. Onderzoek heeft reeds aangetoond dat de gemiddelde poriëndiameter steeds groter wordt naarmate de baktemperatuur stijgt. Kleine poriën verdwijnen immers ten gevolge van het smelten en samenvloeien van de kleideeltjes terwijl grotere poriën gevormd worden door gassen die willen ontsnappen.<sup>8</sup>

Het was evenwel zeldzaam om stenen te vinden die aan alle opgesomde kwaliteiten voldeden. Architecten en aannemers moesten bijgevolg een keuze maken tussen de stenen die deze kwaliteiten het meest benaderden. In verzorgde constructies werden de beste en mooiste bakstenen uitgesorteerd voor het parement, de overige werden gebruikt voor de massa van de muur en de binnenmuren.<sup>9</sup>

De parementstenen van een constructie zijn nochtans niet per definitie de meest kwalitatieve. Naast de materiaaleigenschappen van de steen waren esthetiek en kostprijs ook doorslaggevende parameters in de keuze voor de meest geschikte gevelsteen.



figuur 4. Rode en blauwe paepenstenen



figuur 5. Klampsteen

## LOKALE BAKSTEEN

Baksteen is een relatief zwaar product, de transportkosten waren hoog en om voor de hand liggende redenen heeft men eeuwenlang voor het bouwen de 'lokale' of 'ordinaire' baksteen gebruikt. Na de tweede wereldoorlog zijn honderden van deze lokale steenbakkerijen verdwenen als gevolg van de economische en technologische revolutie en de daarmee gepaard gaande schaalvergroting van de bedrijven. De maatschappelijke structuur die de bouwheer met beperkt budget verplichtte om enkel lokale producten te gebruiken verdween geleidelijk aan.<sup>10</sup>

Toch blijft ons architectuurlandschap nog sterk beheerst door gebouwen die zijn opgetrokken uit lokale baksteen, zoals bijvoorbeeld de gele baksteen van Brugge en de polderstreek, de bruine veldovensteen van de Haspengouwse dorpen, de purperrode baksteen van de Maaskant, enz. Het is echter wel opvallend dat vanaf 1900 patriciërs-woningen, die noodgedwongen uit lokale bakstenen werden opgebouwd, opgefleurd werden door het gebruik van kleine hoeveelheden natuursteen of baksteen in afwijkende kleuren van andere herkomst.<sup>11</sup>

### Kleisoorten in Vlaanderen

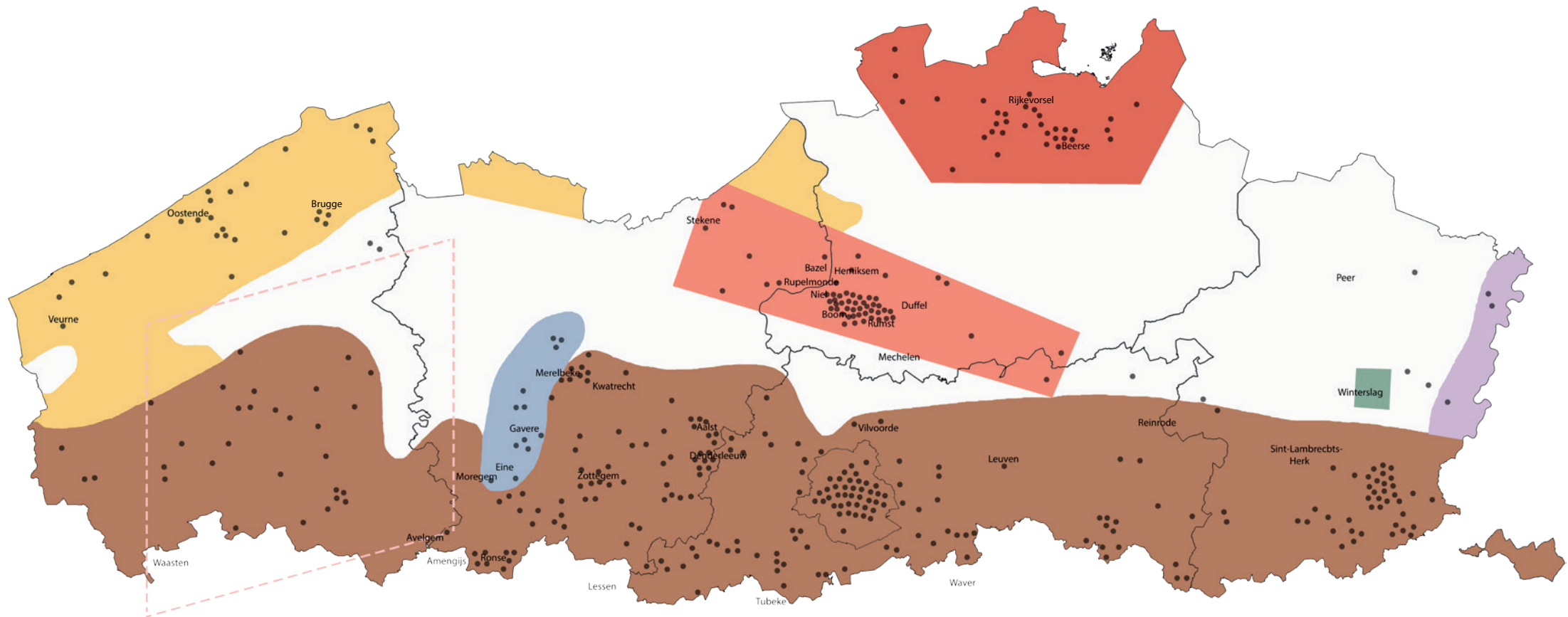
In België zijn veel verschillende klei- en leemsoorten te vinden die gebruikt werden voor het maken van bakstenen en elk hun specifieke eigenschappen bezatten.<sup>12</sup>

#### *Boomse klei*

Boomse of Rupeliaanse klei vindt men in het Land van Waas, de noordelijke oever van de Rupel en de streek van de Nete en de Demer. De belangrijkste steenbakkerijen van België bevonden zich in deze regio, meer bepaald aan de samenvloeiing van de Schelde en de Rupel, in de gemeenten Boom, Niel, Hemiksem, Rupelmonde, enz. De bakstenen uit deze steenbakkerijen waren compacter, beter gevormd en beter gebakken dan de meerderheid van de bakstenen uit andere steenbakkerijen in het land.<sup>13</sup>

De paepensteen was de klassieke baksteen uit deze streek. Voor een handgevoerde baksteen was hij bijzonder regelmatig en tamelijk klein van formaat. De steen was helderrood van kleur, maar door hem te 'smoren' in de paapoven kon hij ook in een diepblauwe kleur verkregen worden. De paepensteen was echter gevoelig aan regendoorslag aangezien hij niet bijzonder hardgebakken was. Toch werd deze weinig duurzame baksteen dikwijls als parementsteen gebruikt.<sup>14</sup> De blauwe variant was een geliefd middel voor het vormgeven van decoratieve lijsten in gevels.

Sinds het midden van de 19de eeuw werd in de Rupelstreek ook klampsteen vervaardigd. Deze steensoort bestond in meerdere kwaliteiten maar was over het algemeen beter gebakken en genuanceerder van kleur dan de paepensteen. De klampsteen uit Rupelmonde was veeleer vorstgevoelig waardoor hij volgens sommige architecten en aannemers enkel geschikt was voor funderingsmetselwerk. De klampsteen uit Boom, Niel en Hemiksem was veel minder gevoelig voor vorst-dooicycli maar was toch ook



figuur 6. In 1938 telde België zowat 1000 steenbakkerijen en produceerde per jaar ongeveer 3 miljard bakstenen. De stippen op de kaart tonen de spreiding van de Vlaamse steenbakkerijen in 1950. Toen telde ons land nog 600 steenbakkerijen waarvan zich een vijftigtal in de directe omgeving van Brussel bevonden.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <span style="color: red;">■</span> Kempische klei | <span style="color: purple;">■</span> Alluviale klei van de Maas  | <span style="color: pink;">■</span> Ieperiaanse klei |
| <span style="color: orange;">■</span> Boomse klei | <span style="color: blue;">■</span> Alluviale klei van de Schelde | <span style="color: brown;">■</span> Leem            |
| <span style="color: yellow;">■</span> Polderklei  | <span style="color: green;">■</span> Leisteen                     |  |

niet volledig vorstbestendig te noemen.<sup>15</sup> De klampsteen werd veelvuldig gebruikt voor zowel funderingsmetselwerk als het kernmetselwerk en de parementen van gevels. Voor de parementstenen werden dan dikwijls de donkere grijsrode klampstenen uitgesorteerd. Naast de paepensteen en klampsteen kon in deze streek ook nog de derdeling, kleynesteen en putsteen verkregen worden. De derdeling was een 'brique ordinaire'. Samen met de kleynesteen werd hij veeleer voor bestratingen gebruikt. Naast zijn kleine afmetingen werd de kleynesteen ook gekenmerkt door scherpe randen, aangezien hij werd gevormd door de klei te snijden met een mes. De putsteen was wigvormig en diende voor het metselen van bogen en gewelven.<sup>16</sup>

Rond de eeuwwisseling kwam de zogenaamde machiensteen op de markt. Deze baksteen werd gevormd met de strengpers en gebakken in ringovens.<sup>17</sup> Hij was vooral geliefd voor het optrekken van het kernmetselwerk en funderingen.

In de steenbakkerijen langs de Nete werden ook Boomse bakstenen gemaakt die vernist waren in mat of blinkend zwart en bruin.<sup>18</sup>

De steenbakkers uit het Land van Waas en de Rupelstreek hebben van oudsher hun producten ook ver buiten hun eigen streek verkocht, zodat men bij Boomse baksteen eigenlijk niet van 'lokale' baksteen kan spreken. De stenen werden gebruikt over heel het land voor publieke gebouwen en verzorgde constructies. Vooral in Antwerpen, Leuven, Mechelen, Brussel, Gent en Dendermonde waren deze stenen zeer populair. In Brussel waren de Boomse bakstenen ook gekend als 'brique du canal'.<sup>19</sup>

#### *Kempische klei*

Kempische klei bakt helder tot donkerrood. De steenbakkers waren er sinds lang gespecialiseerd in het produceren van gevelstenen. Sinds het einde van de 19de eeuw werd de Kempische baksteen ook uitgevoerd naar andere Vlaamse streken.<sup>20</sup>

#### *Polderklei*

Polderklei is behoorlijk rijk aan kalk, vooral aan de Westkust. Hierdoor kregen de

bakstenen uit de kuststreek een typische gele of geelachtige kleur. In de Polders werden de stenen hoofdzakelijk gebakken in veldovens. De bakstenen die hieruit voortkwamen, waren van middelmatige kwaliteit en werden slechts gebruikt voor constructies met weinig belang. Voor verzorgde werken gebruikte men de stenen uit Veurne, Boom en Rupelmonde. De bakstenen in Veurne werden tevens uit polderklei vervaardigd, maar dan wel machinaal. Deze stenen stonden bekend als bakstenen van excellente kwaliteit. Ze zijn veelvuldig gebruikt in Oostende, Ieper, Nieuwpoort en natuurlijk Veurne zelf.<sup>21</sup>



figuur 7. Detail van de gevel van de Onze-Lieve-Vrouw ter Duinenkerk in Oostende (1929).

#### Leem

In de leemstreek - Zuid-Vlaanderen, Henegouwen, Brabant en Haspengouw – bevonden zich vroeger honderden veldsteenbakkerijen die bakstenen vervaardigden uit de bovenste leemlaag. Deze stenen werden gemaakt met een steenpers en hadden een ruw oppervlak. De kleurschakeringen varieerden van donkerrood tot purperachtig. Om een sterk rode kleur te bekomen werden de ovens gestookt met hout. De oudere bakstenen uit deze streek, die iets groter van formaat waren en met de hand gevormd werden, noemde men ‘Spaanse stenen’.<sup>22</sup>

In Brussel werden bakstenen uit leem vervaardigd met heel variabele kwaliteit. Dikwijls was de klei te rijk aan zand en niet genoeg gezuiverd en fijngemalen. Ondanks hun gevoelige structuur boden deze bakstenen wel goed weerstand tegen slagregen. Desalniettemin waren ze te slecht gevormd om als parentsteden te dienen. Bakstenen van vergelijkbare kwaliteit kon men vinden in Vilvoorde, Aalst, Leuven, Denderleeuw en de meeste plaatsen in Brabant.<sup>23</sup>



figuur 8. Detail van de Koninklijke ijskelders in Brussel (1875 en 1894)

De steenbakkerijen van Reinrode (Bekkevoort) produceerden bakstenen die wel goed gevormd waren, maar weinig resistentie hadden omdat ze niet hard genoeg gebakken werden. De stenen die er op een behoorlijke temperatuur gebakken werden, waren wel heel resistent maar dan weer sterk vervormd. Bakstenen van Reinrode werden meestal gebruikt in Hasselt en Diest. De stenen die in Hasselt zelf (Sint-Lambrechts-Herk) werden geproduceerd, waren over het algemeen van zeer middelmatige kwaliteit, sponsachtig, niet egaal en broos.<sup>24</sup>

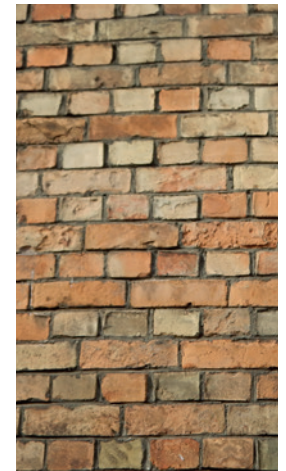
Voorbeelden van steenbakkerijen waar men wel heel kwalitatieve bakstenen uit leem kon vinden, zijn Kwatrecht, Avelgem en Zottegem. Deze stenen waren vorstbestendig en goed gevormd waardoor ze ideaal waren als gevelsteen.<sup>25</sup>

In Zuid-Vlaanderen en Henegouwen is onder de leemlaag aan de oppervlakte een zeer dikke Ieperiaanse kleilaag te vinden. Men is echter pas relatief recent begonnen met het ontginnen van deze vette kleisoort. In historische gebouwen is baksteen uit zuiver Ieperiaanse klei dus eerder zeldzaam.<sup>26</sup>

#### Alluviale klei

In België worden enkel nog bakstenen gemaakt uit klei van rivieralleen langs de Boven-Schelde, de zogenaamde ‘Scheldesteen’, en langs de Beneden-Maas, in de streek van Maaseik. Het staat echter vast dat vroeger ook de alluviale klei van andere rivieren, onder meer van de Leie, voor het fabriceren van baksteen werd gebruikt. Alluviale klei is vaak kalkhoudend waardoor de baksteen geelachtig genuanceerd is. Enkel langs de oevers van de Maas was de steen zuiver rood.<sup>27</sup>

De belangrijkste steenbakkerijen langs de Schelde waren die in Merelbeke en Oudenaarde (Eine). Deze stenen stonden over het algemeen bekend als zeer kwalitatieve parentsteden. Ze waren heel broos maar zeer vorstbestendig, goed gevormd en hechtten goed met de mortel. Ook de bakstenen uit Gavere hadden een goede reputatie.<sup>28</sup>



figuur 9. Detail van de gevel van de Leopoldskazerne in Gent (1890-1905).

#### Leisteen

In Winterslag, een stadsdeel van Genk, werden ooit bakstenen gemaakt uit leisteen. Leisteen of kleischalie is versteende klei en kan overvloedig teruggevonden worden ten zuiden van de Samber en Maas. Fijngemalen kon het dienen als grondstof voor baksteen. Het fijnmalen van leisteen was een dure bewerking maar indien de leisteen koolstofhoudend was, had men veel minder brandstof nodig voor het bakken van de stenen. In ons land is deze baksteensoort eerder zeldzaam, al hebben de kolenmijnen in hun glorie tijd relatief veel bakstenen uit dit materiaal geproduceerd.<sup>29</sup>

Natuurlijk werden ook bakstenen vervaardigd in steden en gemeenten die niet in één van de vorig vermelde gebieden lagen. Over het algemeen produceerden deze steenbakkerijen weinig kwalitatieve producten. De bakstenen uit Peer en omstreken bijvoorbeeld, werden omschreven als sponsachtig, vorstgevoelig, slecht gebakken, slecht gevormd, fragiel en van variabele dimensies. Bovendien bevatten ze een grote hoeveelheid kiezelstenen. Op de kaart is te zien dat tegen het midden van de 20ste eeuw nog weinig steenbakkerijen in deze witte zones actief waren.<sup>30</sup>

Plaats van fabricatie	dimensies (mm)			Plaats van fabricatie	dimensies (mm)		
	lengte	breedte	dikte		lengte	breedte	dikte
<b>Boom, Niel, Rumst en de oevers van de Rupel</b>				<b>Eine (deelgemeente Oudenaarde)</b>	220	108	54
klampsteen	190	87 à 90	47	Gavere	215	105	55
	185	90	45 à 50	Moregem	220	110	55
	180	80	47	Waasten (bij Wervik)	210	100	50
paepensteen	180	85	45	Avelgem	215	110	60
derdeling	150	73	38	Amengijs en Orroir	215	105	55
	165	75	40	Ronse	215	100	57
kleynesteen	135	60	35	Kwatrecht	213	100	55
	135	65	32	Zottegem	215	105	55
<b>Rupelmonde</b>				Lessen	230	110	55
klampsteen	190	90	47	Brussel en omgeving: Vilvoorde, Leuven, Aalst, Denderleeuw, etc.	200	95	53 à 58
<b>Duffel (Deux-Nèthes)</b>				Mechelen	200	95	53 à 58
model 1	220	110	60	Tubeke	200	95	50
model 2	180	85	50	Waver	220	115	57
model 3	220	106	54	Reinrode (Bekkevoort)			
model 4	230	105	70	oude vorm	195	97	47
model 5	230	105	65	nieuwe vorm	177	90	45
model 9	135	65	35	Sint-Lambrechts-Herk (deelgemeente Hasselt)	240	115	60
Stekene (bij Sint-Niklaas)	185	90	40	Peer, Hechtel-Eksel, Wijchmaal	200	100	50
Beerse	200	97	50	Rijnformaat	180	88	50
Rijkvorsel	210	100	40	vechtformaat	210	10	40
Veurne	215	100	55				
Oostende	220	110	60 à 65				
Brugge	210	100	50				
Merelbeke	220	110	50				
	220	105	50				

figuur 10. Tabel met de karakteristieke afmetingen van bakstenen volgens hun plaats van herkomst. De blauwe waarden zijn afmetingen afgeleid uit de casestudies.

## Afmetingen

De wezenlijke afmetingen van Belgische bakstenen varieerden enorm naargelang de plaats van fabricatie. De grootste bakstenen waren afkomstig uit Sint-Lambrechts-Herk nabij Hasselt, de kleinste (en duurste) waren die van de Rupelstreek. In Duffel werden dan weer op aanvraag bakstenen van elke gewenste verhouding gemaakt.<sup>31</sup>

Deze grote variatie aan afmetingen en verhoudingen bracht heel wat moeilijkheden met zich mee. In metselwerkconstructies bestaande uit zowel baksteen als natuursteen bijvoorbeeld, hing de hoogte van elke natuursteen af van de dikte van de baksteen en voeg. Of wanneer men voor de parementen een ander type baksteen verkoos dan voor het

kernmetselwerk, moesten deze types onderling wel compatibel zijn om een samenhangend verband te kunnen realiseren. Aan het eind van de 19de eeuw werd daarom druk geijverd voor het overschakelen naar één uniform type baksteen of voor het regulariseren van de voornaamste types die toen werden gebruikt.<sup>32</sup>

In 1881 bijvoorbeeld werd door M. E. Descamps een baksteentype voorgesteld met afmetingen 200 x 97 x 50 mm<sup>3</sup>. De baksteen moest goed hanteerbaar zijn zodat de metselaar hem met één hand kon vastnemen en plat leggen. Toch moest de steen een voldoende groot oppervlak hebben zodat de voegen in het metselwerk niet te dominant werden en het geheel nog aangenaam was voor het oog. Daarnaast mocht de baksteen geen dikte hebben groter dan 60 mm om geen moeilijkheden te creëren tijdens het vormen en bakken. Bakstenen met deze voorgestelde afmetingen werden toen mechanisch gemaakt in Beerse en zijn omgevingen.<sup>33</sup>

Tijdgenoot P. Combaz was dan weer geneigd om iets zwaardere stenen als uniform type in te voeren. Hij hechtte er ook belang aan dat de breedte van een baksteen gelijk was aan twee keer de dikte plus een voeg zodat de stenen ook op hun zij in verband konden gemetseld worden. Deze manier van metselen was nochtans vrij uitzonderlijk. De ideale verhouding voor een baksteen was volgens hem 230 x 110 x 50 mm<sup>3</sup> met een voeg van ongeveer 10 mm. Daarnaast stelt hij nog een aantal andere aanvaardbare maten voor: 270 x 130 x 60 mm<sup>3</sup>, 250 x 120 x 55 mm<sup>3</sup> en 210 x 100 x 45 mm<sup>3</sup>.<sup>34</sup>

Geen van beide voorstellen heeft echter gehoor gevonden in de steenbakkerijen.

De toren van de Christus-Koningkerk in Brugge (1931) vormt een mooi voorbeeld van de gebreken die kunnen optreden bij het gebruik van verschillende baksteenformaten. In de gevels van de toren hebben de bakstenen van het kernmetselwerk (240 x 110 x >50 mm<sup>3</sup>) grotere afmetingen dan de parementstenen (210 x 100 x 50 mm<sup>3</sup>). Hierdoor is de gevel opgetrokken in twee bladen zonder enig onderling verband.<sup>35</sup>



figuur 11.

Het gebrek aan verband tussen de twee muurdelen heeft in dit geval een invloed op het vochttransport doorheen de muur. Beide bakstenen absorberen zeer snel, terwijl de mortel die hen scheidt, erg weinig poreus is. De stootvoeg vormt zo een barrière om vocht door te geven waardoor de bufferende werking van de hele muur niet optimaal aangesproken wordt en het buitenparement kwetsbaarder wordt voor vorst.<sup>36</sup>

Op basis van de laboratoriumproeven kon daarnaast ook aangenomen worden dat de parementbakstenen aan een hogere temperatuur gebakken zijn dan de kernbakstenen. De grotere maat van de kernbakstenen is waarschijnlijk ook een oorzaak van hun grotere heterogeniteit. De keuze voor een kernmetselwerk in grotere en minder hardgebakken bakstenen is dus waarschijnlijk een economische keuze geweest.<sup>37</sup>



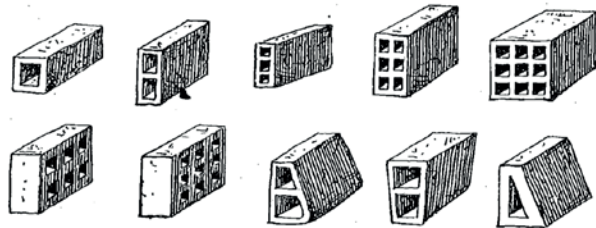
## GEPERFOREERDE BAKSTEEN

In vele constructies kregen muren en gewelven dimensies die ver buiten proportie waren met de krachten die ze moesten ondergaan. Geperforeerde bakstenen hebben een relatief licht gewicht voor hun grote afmetingen en waren dus ideaal in dergelijk geval.<sup>38</sup>

Het gebruik van geperforeerde bakstenen was echter veel minder wijdverspreid dan dat van gewone bakstenen. Vooral voor civiele constructies waren ze heel populair. Naast hun lichtheid en regelmatigheid werden ze ook geprezen omwille van hun betere hechting met de mortel, betere thermische isolatie en betere vochtwering. Metselwerk in geperforeerde bakstenen werd uitgevoerd zoals gewoon metselwerk. Alleen moest de metselaar er goed op letten dat de mortel de holten niet volledig zou vullen.<sup>39</sup>

Deze bakstenen werden steeds gevormd door een strengpersmachine uit een minder vette en beter gezuiverde klei. Het aantal, de afmetingen en de situering van de holten kon enorm uiteenlopen aangezien ze gemakkelijk veranderd werden door een kleine wijziging in de machine. De dimensies van de geperforeerde stenen waren enorm variabel maar over het algemeen gaf men ze de afmetingen van gewone bakstenen zodat ze hiermee konden gecombineerd worden in het metselwerk.<sup>40</sup>

In 1895 werden geperforeerde bakstenen in België gemaakt langs de Nete, in Duffel, en langs de Samber, in Lobbes. Daarnaast werden ook veel geperforeerde bakstenen geïmporteerd vanuit Parijs, meer bepaald vanuit de fabriek van de gebroeders Borie, die ze zouden uitgevonden hebben. Deze geperforeerde bakstenen stonden bij ons bekend als 'briques Borie'.<sup>41</sup>



figuur 12. Tekeningen van mogelijke vormen van geperforeerde bakstenen

In het bestek van de woning Dr. E. Bouwens in Lier (1907) werden ter decoratie van de voor- en achtergevel witte en lichtgele bakstenen voorgeschreven: "De voorgevel in witte brikken van Silezie welke zullen voortkomen van het huis Geldens te Nieuwpoort."<sup>42</sup>

Ook in het bestek voor de Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930) komt een wit-grijze silezisteen terug. Uit de kernboringen bleek dat deze baksteen een strengperssteen is met twee rijen van vijf perforaties. De steen heeft de afmetingen 180 x 88 x 50 mm<sup>3</sup> en de perforaties hebben een doorsnede van 23 x 23 mm<sup>2</sup>, wat voor een totaal percentage aan perforaties van 33% zorgt.<sup>43</sup>



figuur 13.

Wat 'silezie' juist betekent of inhoudt is onduidelijk. Silezië is een streek in Polen, waar in het begin van de 20ste eeuw een belangrijke baksteenproductie bestond. Het zou kunnen dat gevelstenen ingevoerd werden uit deze streek of dat gevelstenen werden gemaakt met klei ingevoerd uit Silezië, al lijkt dit beide vrij exceptioneel.<sup>44</sup>

Naast de Provinciaal Technische Scholen werden ook nog geperforeerde bakstenen teruggevonden in de Onze-Lieve-Vrouw ter Duinenkerk in Oostende (1929), het gemeentehuis van Vorst (1934-1938) en de Fierensblokken in Antwerpen (1938-1939). Het valt op dat deze bakstenen steeds als parementsteen werden gebruikt en zelden voorkomen in het kernmetselwerk, in tegenstelling tot onze huidige bouwpraktijk. Daarnaast kan ook opgemerkt worden dat het bouwjaar van deze gebouwen zich steeds aan het einde van de onderzochte periode situeert.



figuur 14. Onze-Lieve-Vrouw ter Duinenkerk



figuur 15. Gemeentehuis Vorst



figuur 16. Fierensblokken

1. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p4
2. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p4
3. Combaz, P. (1895), Vol. 2, p187-188
4. Combaz, P. (1895), Vol. 2, p187
5. Demanet, A. (1889), 84
6. Demanet, A. (1889), 75-77
7. Demanet, A. (1889), 75-77
8. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p11
9. Demanet, A. (1889), 75-77
10. Demanet, A. (1889), 75-77
11. Demanet, A. (1889), 75-77
12. Demanet, A. (1889), 75-77
13. Demanet, A. (1889), 75-77
14. Demanet, A. (1889), 75-77
15. Demanet, A. (1889), 75-77
16. Demanet, A. (1889), 75-77
17. Demanet, A. (1889), 75-77
18. Demanet, A. (1889), 75-77
19. Demanet, A. (1889), 75-77
20. Demanet, A. (1889), 75-77
21. Demanet, A. (1889), 75-77
22. Demanet, A. (1889), 75-77
23. Demanet, A. (1889), 75-77
24. Demanet, A. (1889), 75-77
25. Demanet, A. (1889), 75-77
26. Demanet, A. (1889), 75-77
27. Demanet, A. (1889), 75-77
28. Demanet, A. (1889), 75-77
29. Demanet, A. (1889), 75-77
30. Demanet, A. (1889), 75-77
31. Demanet, A. (1889), 75-77
32. Demanet, A. (1889), 75-77
33. Demanet, A. (1889), 75-77
34. Demanet, A. (1889), 75-77
35. Demanet, A. (1889), 75-77
36. Demanet, A. (1889), 75-77
37. Demanet, A. (1889), 75-77
38. Demanet, A. (1889), 75-77
39. Demanet, A. (1889), 75-77
40. Demanet, A. (1889), 75-77
41. Demanet, A. (1889), 75-77
42. Demanet, A. (1889), 75-77
43. Demanet, A. (1889), 75-77
44. Demanet, A. (1889), 75-77



*In de parementen van massief metselwerk is steeds een duidelijk patroon van strekken en koppen te herkennen. Hoe de bakstenen van het kernmetselwerk geschikt zijn en welke dikte de muur zou hebben valt er echter niet uit af te leiden. In wat volgt wordt verduidelijkt hoe het steenverband precies werd uitgewerkt in de diepte van de muur en welke diktes typisch aan de dragende muren van een woning werden gegeven. Daarnaast komt ook aan bod hoe men bij het bouwen van metselwerkconstructies juist te werk moest gaan teneinde een verzorgde en kwalitatieve constructie te bekomen.*

## VERBAND

Elk verband had tot doel een sterke verweving van baksteen en mortel te verkrijgen zodat het geheel een zo groot mogelijke kracht kon opnemen. Continuïteit in de opgaande voegen moest zoveel mogelijk vermeden worden - zowel in de lengte als in de diepte van de muur - aangezien hiervan de kracht van het verband afhing. Bijvoorbeeld in het geval van differentiële zettingen in de ondergrond of constructie zelf, zijn scheuren geneigd zich een weg naar boven te zoeken langs de voegen. Hoe groter de onderbreking van de opgaande voegen, hoe schuiner de breuk zich zal voortplanten en hoe groter de resterende weerstand van de gescheurde wand zal zijn.<sup>1</sup>

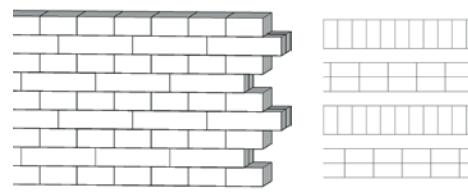
### Basisprincipes

Om een goede verbinding te verkrijgen verschilt de schikking van de stenen volgens de dikte van de muur. In muren van een kopse steen dik zijn reeds heel wat manieren mogelijk om de bakstenen te combineren. De meest gebruikte waren het kruisverband, het Engels verband (wat we vandaag het staand verband noemen) en het Vlaams verband. Om vooraf genoemde redenen werd in België echter bijna uitsluitend in kruisverband gebouwd.<sup>2</sup>

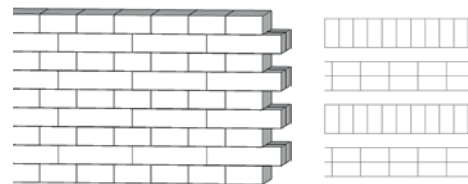
In het kruisverband wordt een laag van enkel koppen steeds afgewisseld met een laag van enkel strekken. De opgaande voegen van de koppenlagen vallen steeds op een vierde van de strekken en liggen telkens op dezelfde verticalen. De opgaande voegen van de strekken daarentegen verspringen telkens een halve strek bij de ene strekkenlaag ten opzichte van de daaropvolgende. De voegen van de strekkenlagen bevinden zich dus niet allemaal op dezelfde verticalen. Door de bakstenen op deze manier te combineren ontstaan getrapte schuine lijnen in de voegen die onderling telkens onder dezelfde hoek kruisen. De mate van regelmatigheid van dit onbeperkt aantal kruisen is een indicatie van de meer of mindere zorg die besteed is aan de uitvoering van het verband.<sup>3</sup>



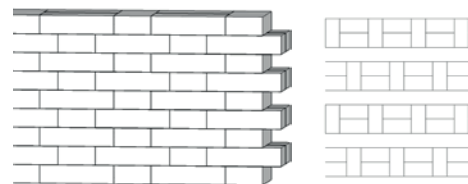
figuur 1. Kruisverband in de Sluismeesterwoning in Antwerpen (1908) (boven) en de Leopoldskazerne in Gent (1890-1905) (onder).



figuur 2. Kruisverband in aanzicht en plan



figuur 3. Staand verband in aanzicht en plan



figuur 4. Vlaams verband in aanzicht en plan



figuur 5. Staand verband in de woning J. Van Schoote in Gent (1905).



figuur 6. Vlaams verband in het Provinciaal Instituut voor Tuinbouwonderwijs in Mechelen (1927-1930).

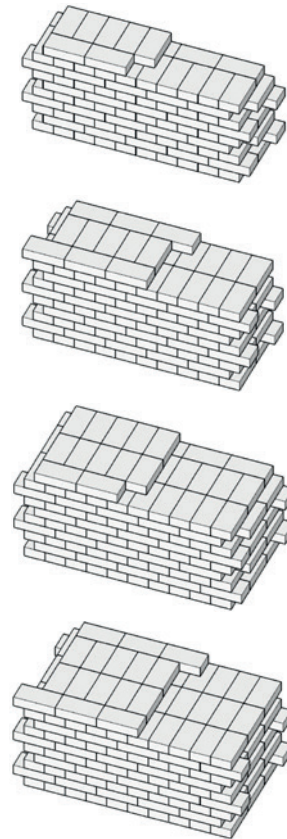
Voor het metselen van muren dikker dan een kopse steen kunnen oneindig veel baksteencombinaties gemaakt worden. Ook hier ging de voorkeur steeds uit naar het kruisverband omdat dit verband in alle richtingen de beste verbinding zou verzekeren.<sup>4</sup>

Een anderhalfsteense muur werd gevormd door twee kruisverbanden in elkaar te verweven. Een strekkenlaag aan de ene kant van de muur bevindt zich op dezelfde hoogte als een koppenlaag aan de andere kant van de muur en omgekeerd.<sup>5</sup>

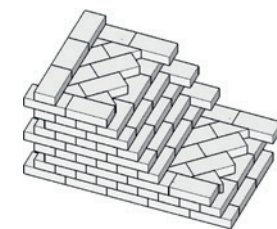
Wanneer een muur een dikte had van twee stenen of meer, werden de twee parementen opgetrokken in kruisverband en de tussenruimte opgevuld met bakstenen in koppenrichting. De voegen van deze kopse stenen liggen steeds in het midden van de bakstenen in de lagen erboven en eronder. Deze vulling werd steeds 'vol en zat' gemetseld zodat de mortel goed alle gaten opvulde en de materialen volledig omhulde. In hele dikke muren nam men soms ook de voorzorg om in een aantal lagen, meestal om de vijf of zes, de opvullende bakstenen diagonaal te leggen zodat de continuïteiten in de voegen nog meer worden gebroken.<sup>6</sup>

### Gesneden bakstenen

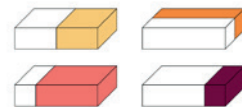
Op de punten waar een muur stopt of van richting verandert, moesten enkele speciale schikkingen toegepast worden om de verbinding tussen de aangrenzende verbanden zo goed mogelijk te vormen. In het kruisverband kon een goede aaneenschakeling enkel verkregen worden door enkele van de laatste stenen te verkleinen tot halve stenen, klezoren (één vierde van een strek), drieklezoren (drie vierden van een strek) of klisklezoren (halve kop). Halve stenen en drieklezoren kon men in de parementen positioneren maar voor klezoren en klisklezoren was dit onaanvaardbaar. Een dergelijke constructie werd immers zwakker en minder duurzaam geacht. In de regel moest het gebruik van dermate dunne baksteensegmenten zoveel mogelijk vermeden worden omdat men geloofde dat ze een nadelig effect hadden op het gehele metselwerk.<sup>7</sup>



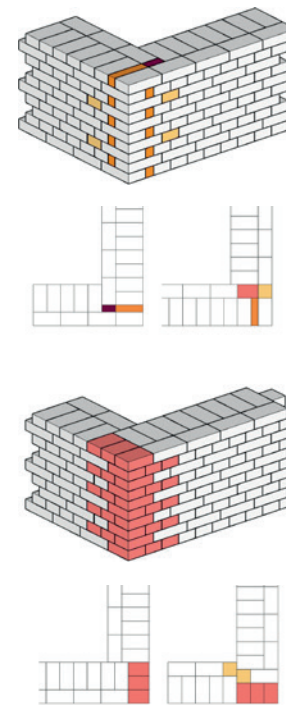
figuur 7. Kruisverband volgens de dikte van de muur.



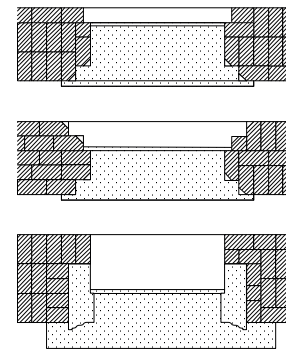
figuur 8. Opvulling met diagonaal geplaatste bakstenen.



figuur 9. Halve steen, klisklezoor, klezoor en drieklezoor



figuur 10. Mogelijke hoekoplossingen in het kruisverband.



figuur 11. Mogelijke schikkingen van de bakstenen ter hoogte van een raamopening.

Ter illustratie: een eenvoudige rechte hoek kon gevormd worden door de laatste volledige stenen te verschuiven tot op de hoek en de gaten die zo ontstonden in de parementen op te vullen met klisklezoren en halve stenen. Een meer solide hoekoplossing elimineerde het gebruik van klezoren en klisklezoren door de hoeken te vormen met drieklezoren. Hoewel de laatste methode ten sterkste werd aanbevolen, verkoos men bijna altijd de hoekoplossing waarbij het kleinste aantal stenen moest gesneden worden.<sup>8</sup> Behalve op de hoeken was het gebruik van gesneden bakstenen ook nodig in tal van andere constellaties zoals ontmoetingen en kruisingen van muren, geprofileerde wanden en omlijstingen, pilasters, raam- en deuropeningen, enz. Elk van deze gevallen vormde een ruimtelijke puzzel die specifieke voorwaarden en problemen met zich mee bracht. Het uitdenken ervan werd overgelaten aan de bekwame metselaar.<sup>9</sup>

Gevels met een dikte groter dan een steen werden echter niet altijd volgens de regels van de kunst opgetrokken. In het voorgaande hoofdstuk kwam reeds de toren van de Christus-Koningkerk in Brugge (1931) aan bod. Op de eerste verdieping zijn de gevels er twee en een halve steen, ofwel 58 cm, dik. Het parement werd opgetrokken als een steense muur en tegen het anderhalf steense kernmetselwerk 'geplakt' met een laag mortel.<sup>10</sup> In de woning J. Van Schoote in Gent (1905) werd een gelijkaardige opbouw vastgesteld. De ongeveer 30 cm dikke gevels bestaan er achtereenvolgens uit een steense kernmuur, een cementering en een half steens parement in staand verband van strekken en halve stenen.<sup>11</sup>

Ook in andere cases zijn zaken opgevallen die een dergelijke opbouw doen vermoeden. In het weeglokaal van de hippodroom van Watermaal-Bosvoorde (1900) bijvoorbeeld zijn de buitenparementen in Vlaams verband opgetrokken terwijl aan de binnenkant van de gevels een verband te zien is uit alternerend koppenlagen en strekkenlagen. In de woning A. Boone in Gent (1897) zijn dan weer duidelijk twee naast elkaar staande steense muren zichtbaar in de vrijgemaakte deuropening. Tevens met elkaar verbonden door middel van een laag mortel. De gevel is op het gelijkvloers in totaal 44cm dik, net zoals staat getekend in de plannen van de bouwaanvraag. De kans dat het binnenste blad later werd toegevoegd, is dus klein.

Deze manier van bouwen zou net zoals bij de Christus-Koningkerk kunnen voortkomen uit enkele economische overwegingen. Voor de parementen van gevels verkoos men zeer vaak een mooiere en kwalitatievere baksteen dan voor de kern van de muur, maar alle gebruikte baksteentypes moeten natuurlijk wel over dezelfde dimensies beschikken om een coherent verband te kunnen verwezenlijken. Daarnaast brengt het metselen van dikke muren ook een zekere complexiteit in het schikken van de stenen met zich mee, bijvoorbeeld ter hoogte van de raam- en deuropeningen. Door de gevel in twee muurdelen op te trekken kunnen deze bouwknopen reeds heel wat vereenvoudigd worden, wat ook de kost aan werkuren en vakmanschap zou kunnen drukken.



figuur 12. Christus-Koningkerk in Brugge



figuur 13. Weeglokaal van de hippodroom van Watermaal-Bosvoorde

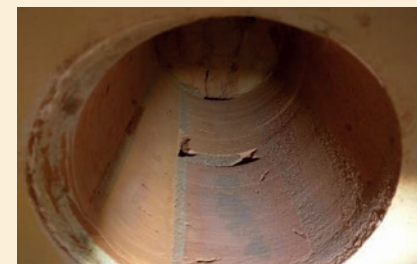
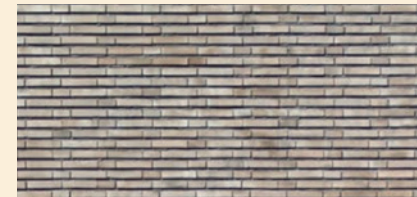


figuur 14. woning A. Boone in Gent

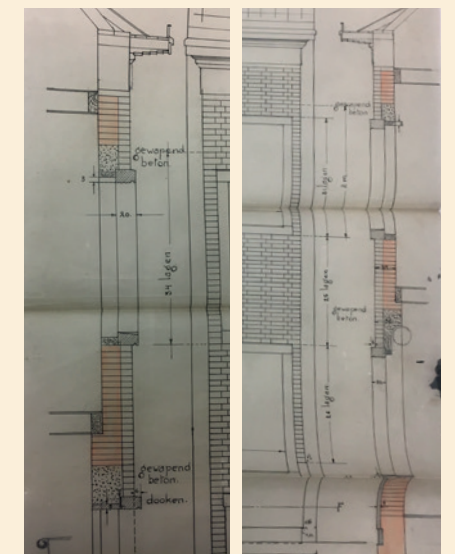
De opbouw van twee andere, meer modernistische, cases sluit aan bij voorgaand principe. In de Fierensblokken in Antwerpen (1938-1939) en de woning P. Voorhoof in Lier (1939-1940) zijn de ongeveer 30 cm dikke gevels opgebouwd uit een steense muur waarvoor een parement in halfsteens sierverband werd geplaatst. Het parementblad heeft in beide gevallen het doel om de draagstructuur van goedkopere kernbaksteen en betonnen balken een mooiere en meer weersbestendige afwerking te geven.

In de Fierensblokken werd bovendien een zeer smalle spouw (0,5 tot 1 cm) gelaten tussen het parement en de kern. Al heeft deze spouw hier absoluut geen waterkerende functie. Het gevelmetselwerk is per verdieping opgebouwd en rust op het betonskelet. Hoewel in het bestek staat geschreven dat de parementstenen met "de nodige speciale gegalvaniseerde ijzertjes" moesten vastgemaakt worden, werden geen spouwhaken gebruikt. Het is echter wel mogelijk dat deze ankertjes zich in de betonnen balken bevinden die tegen de parementstenen werden aangestort.<sup>12</sup>

De opbouw van de woning P. Voorhoof vertoont grote gelijkenissen met de Fierensblokken. In de gevel is hetzelfde sierverband te zien, op de gedetailleerde geveldoorsnede zijn duidelijk twee aansluitende muurdelen getekend en ook uit het bestek blijkt dat de parementstenen met zinken haakjes vast te ankeren waren aan het kernmetselwerk.<sup>13</sup>



figuur 15. Fierensblokken in Antwerpen



figuur 16. Woning P. Voorhoof in Lier

## Muurdikte

Welke dikte aan een gevel werd gegeven, hing af van het aantal verdiepingen van het gebouw, de aard van de gebruikte materialen, de lokale gebruiken en de regelgeving voor bepaalde typologieën.<sup>14</sup> Voor woningen werden in verschillende handboeken en traktaten enkele indicaties gegeven betreffende de dikte van het metselwerk in de meest eenvoudige gevallen van de praktijk.

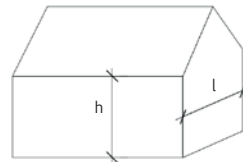
In zijn meest zuivere vorm bestaat een woning uit vier muren en een dak, waarvan werd aangenomen dat de hellingen volledig op de langse wanden rusten. Met het oog op brandgevaar, geluidvoortplanting en verzwakking van de muur, werd in de steden over het algemeen vermeden om de houten plankenvloeren te verankeren in de gemeenschappelijke muren. Het gewicht van de vloeren kwam dus steeds terecht op de voor- en achtergevel. Enkel op de benedenverdieping rustte de vloer meestal op de extra dikte van de ondergrondse muren, die in het verlengde van de funderingen lagen.<sup>15</sup>

Voor een stadswoning met de puntgevel aan de straatzijde, werd de dikte van deze puntgevel bijna uitsluitend bepaald door het aantal verdiepingen van het gebouw en nam zijn omvang bijgevolg af naar boven toe. Aan het begin van elke verdieping werd steeds een terugsprong gemaakt, gaande van enkele centimeters tot wel 10 cm. Voor dragende binnenmuren parallel met de puntgevels werd hetzelfde principe gehanteerd, al waren deze muren doorgaans iets dunner dan de gevels.<sup>16</sup>

Bij het bepalen van de dikte van de langse wanden, kwam een formule ( $d_1$ ) te pas. Voor een dubbele woning - waarin de ruimte tussen de vier buitenmuren opgedeeld werd door een binnenmuur parallel aan en even hoog als de langse wanden - werd deze formule lichtelijk aangepast ( $d_2$ ). De berekende dikte gold dan niet alleen voor de langse buitenmuren maar ook voor de langse binnenmuur.<sup>17</sup>

$$d_1 = (l+h)/24$$

$$d_2 = (l+h)/48$$



Deze formules bepaalden een afmeting die rekening hield met het scheuren, bezwijken of omvallen van de constructie. Factoren die niets te maken hadden met de draagkracht van het geheel, vergden vaak veel grotere diktes. Trillingen die ontstaan door het slaan met deuren bijvoorbeeld, waren heel goed voelbaar in muren dunner dan 50 cm. Een belangrijkere factor was thermische isolatie. Een voldoende grote geveldikte was hoofdzakelijk gewenst om een koele temperatuur te behouden in de zomer en een aangename warmte in de winter.<sup>18</sup>

In de literaire bronnen wordt aan een woning lager dan 18m in het algemeen een dikte gegeven van 45 à 50 cm voor de gevels en 40 à 45 cm voor de voornaamste dragende binnenmuren. Voor aanzienlijkere herenhuizen en landhuizen met grote ruimtes, gaf

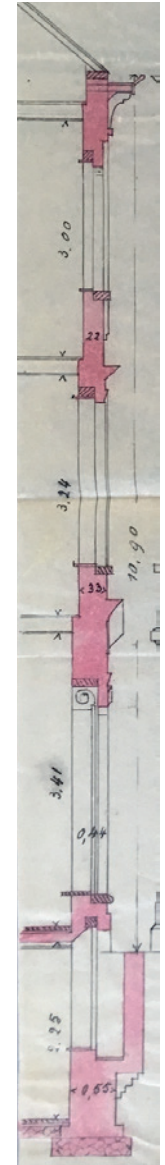
men de gevels in regel een dikte van 70 à 80 cm en de draagmuren 45 à 50 cm. In één enkele bron werden specifiekere indicaties met iets grotere waarden in een tabel opgesteld (figuur 17). Hierbij werd ervan uitgegaan dat het metselwerk goed werd opgebouwd met kwalitatieve materialen. Wanneer de materialen en hun verwerking te wensen overlieten, zoals vaak het geval was bij grote constructies op het platteland, werden de gevels zwaarder uitgevoerd.<sup>19</sup>

aanwijzingen voor muren van gewone woningen met 3 à 4 bouwlagen	gevels (m)	draagmuren (m)	verdiepingshoogte (m)
funderingsmetselwerk	0,75 à 1,00	0,75 à 0,85	
kelder muren	0,55 à 0,80	0,50 à 0,65	minimum 2,20
muren gelijkvloers	0,55 à 0,66	0,45	3,60 à 5,00
muren 1ste verdiep	0,45 à 0,55	0,33 à 0,45	3,00 à 4,25
muren 2de verdiep	0,45	0,33	2,80 à 3,50
muren 3de verdiep	0,33 à 0,45	0,22 à 0,33	2,80
muren 4de verdiep	0,33	0,22	2,60

figuur 17. Tabel met indicaties voor de dikte van de dragende muren van een woning volgens L. Cloquet (1911).

De woningen uit de casestudies hebben op het gelijkvloers een gevel van gemiddeld 40 à 45 cm dik. De kleinste waarde werd teruggevonden in de woning J. Rathé in Gent (1915). De gevel is er op het gelijkvloers 33 cm dik en versmalt op het eerste en tweede verdiep tot 28 cm.<sup>20</sup> De grootste waarde voor gevels op het gelijkvloers bedraagt 50 cm en komt voor in de Sluismeesterwoning in Antwerpen (1908) en het kasteel van Regelsbrugge in Aalst (1935).<sup>21</sup>

Gezien de grote diversiteit in baksteenformaten werden dikwijls plannen opgemaakt waarin de afmetingen van de gevels niet correspondeerden met de dimensies van de te gebruiken bakstenen. Muren werden daarom soms dikker of dunner uitgevoerd dan oorspronkelijk de bedoeling was of men maakte gebruik van gesneden bakstenen en te brede of te nauwe voegen om toch de gewenste dikte te bekomen.<sup>22</sup>



figuur 18. Geveldoorsnede van de woning A. Boone in Gent (1897).

## KUNST VAN HET METSELEN

### Voorschriften, regels en aanbevelingen

De degelijkheid van metselwerkconstructies hing niet enkel af van de goede kwaliteit van de materialen, maar ook van de zorg die besteed werd aan de verwerking van de mortel en bakstenen. Om een verzorgde constructie te bekomen, moest de metselaar zich aan enkele voorschriften en regels houden.<sup>23</sup>

Omwille van hun waterabsorberende eigenschap, werden bakstenen steeds nat gemaakt alvorens ze in de constructie werden verwerkt. Iedere metselaar moest hiervoor een emmer water bij zich hebben waarin hij de bakstenen onderdompelde vooraleer ze op hun plaats te zetten. In praktijk werd vaker gebruik gemaakt van een gieter om de pas gelegde stenen te besproeien. In grote werken werden hiervoor zelfs brandslangen aangewend. Bakstenen die niet genoeg verzadigd waren, absorbeerden immers een deel van het vocht uit de mortel dat erg noodzakelijk was voor de goede verharding van de voegen. De voegen zouden hierdoor in de loop der tijd kunnen verpulveren in plaats van dezelfde hardheid te verkrijgen als de baksteen. Hetzelfde effect kon optreden wanneer een slecht geplaatste baksteen werd geherpositioneerd zonder daarbij de oorspronkelijke mortel weg te halen en te vervangen door nieuwe.<sup>24</sup>

De bakstenen werden over het algemeen 'vol en zat' gemetseld. Met een truweel werd een dikke laag goed vloeibare mortel uitgestreken over de vorige laag stenen. Hierin werd de baksteen gewreven en aangedrukt tot hij een stabiele positie had ingenomen en de voeg zijn minimum dikte had bereikt. Voor de massa van de muur was het belangrijk dat dit met de hand gebeurde en niet door met het truweel op de baksteen te slaan, zoals metselaars dat dikwijls deden. Op die manier hechtten de baksteen immers minder goed aan de mortel dan wanneer hij met de hand werden aangedrukt en de mortel uit alle voegen liep. De methode van de metselaars werd evenwel getolereerd voor de parementstenen aangezien het moeilijk was de zichtbare voegen op de andere manier verzorgd af te werken.<sup>25</sup>



figuur 19. Vol en zat metselen

Een andere methode die voor het vormen van de parementen werd aangewend, was het metselen op houten latjes. Op de plaats waar de voegmortel hoorde te komen werd een dunne houten stok geplaatst die na het leggen van de bakstenen weer werd weggehaald. Zo verkreeg de lintvoeg exact zijn gewenste dikte en hoefde men de voegen niet uit te krabben alvorens ze op te voegen. In verzorgd metselwerk oversteeg de dikte van de voegen geen 10 mm. De ideale afmeting was nog kleiner en lag tussen de 6 en 8 mm.<sup>26</sup>

Water wordt in metselwerk opgenomen door capillaire zuiging en 'vrije' stroming via naden en holten. Wanneer in een constructie kieren tussen baksteen en mortel voorkomen of holten en scheuren met elkaar in verbinding staan, kan vocht min of meer vrij door het metselwerk stromen. Dit gebeurt onder invloed van de zwaartekracht of over- en onderdruk ten gevolge van wind.<sup>27</sup>

Vol en zat metselen is essentieel voor een goed en volledig contact tussen mortel en baksteen. Een niet vakkundige uitvoering van deze techniek kan een oorzaak zijn van spleten en holten in het metselwerk waardoor de kans op waterdoorslag door de gevel vergroot. Heel wat historische gebouwen zijn slordig gemetseld. In de vier kernboringen van de toren van de Onze-Lieve-Vrouw Middelaerskerk in Turnhout (1929-1931) bijvoorbeeld, zijn talrijke lokale holtes te zien die wellicht ook hun aandeel hadden in het vochttransport doorheen de gevel.<sup>28</sup>



figuur 20.

Alle muren van het gebouw moesten gelijktijdig en steeds tot dezelfde hoogte worden opgebouwd. Er mocht bovendien nooit meer dan vijf lagen in één keer gemetseld worden. Bij elke vijf lagen begon men met het metselen van kleine piramiden op de hoeken en in het midden van de muren, met een tussenafstand van ongeveer 6 m. Door middel van een schietlood en winkelhaak werd nauwkeurig nagegaan of deze piramiden zich op de exacte plaats binnen het verband bevonden. Met een regel en waterpas werd gecontroleerd of de vijf lagen van deze piramides perfect horizontaal waren en de juiste dikte hadden. Vervolgens werden de muurdelen tussen deze piramides opgebouwd langs een koord die werd gespannen tussen enkele profielen waarop de verdeling van alle lagen stond aangeduid. In het kruisverband was de compositie van de voegen ook gemakkelijk in één oogopslag te controleren door de regelmaat van de kruisen in het geheel na te gaan.<sup>29</sup>





figuur 21. Foto van de werf van het Bisschoppelijk seminarie aan de Reep in Gent (1911-1913).

Het aangewezen seizoen voor het optrekken van metselwerk was midden april tot midden oktober. Constructies opgericht in de maanden buiten deze periode waren dikwijls aangetast door vorst. Tijdens de winter werden werven daarom gestaakt om in de lente de werken terug te hernemen. Voor deze onderbreking werd de constructie aan de bovenkant afgedekt met matten en planken. Bij de herneming werd alvorens verder te bouwen, het metselwerk eerst grondig geïnspecteerd en schoon gemaakt. Alle ongewenstheden werden weggehaald en de gebrekkige voegen werden uitgekraabd en opnieuw opgevuld. De enige werven die wel werden verdergezet in de winter waren die van metselwerkconstructies opgetrokken met cementmortel.<sup>30</sup>

Verder golden nog tal van andere vuistregels en aanbevelingen. Gesneden bakstenen bijvoorbeeld, mochten nooit met de gesneden kant in het parement zichtbaar zijn omdat deze zijde opmerkelijk veel sneller sleet dan de oorspronkelijke oppervlakken van de baksteen. De gesneden kant beschikte immers niet over het natuurlijk geglazuurd laagje dat de bakstenen verkregen tijdens het bakken.<sup>31</sup>

Een ander voorbeeld betreft de behandeling van de zuidelijk en westelijk georiënteerde gevels. In België komt statistisch gezien de wind het vaakst uit het zuidwesten met bovendien de grootste gemiddelde windsnelheden. Gevels met deze oriëntatie worden bijgevolg vaker en heviger blootgesteld aan slagregen. Het werd dan ook sterk aangeraden om deze parementen in sterk hydraulische mortel op te richten, terwijl voor de andere gevels doorgaans normale mortel werd gebruikt. Bovendien werden ook de beste bakstenen voor deze parementen voorbehouden.<sup>32</sup>



figuur 22. Foto van de werf van het Bisschoppelijk seminarie aan de Reep in Gent (1911-1913).

*W<sup>e</sup> Het metselwerk zal met de meeste zorg worden uitgevoerd, volgens al de regelen der kunst alsook volgens de aanduidingen van den bouwmeester.*  
*3<sup>e</sup> Voor het metselwerk der binnenparementen zal men de beste en schoonste bakken uitkiezen; men zal in het metselwerk niet werken dan met vallende tanden en ten hoogste tien lagen tot dat alle muren rondom zijn bijgewerkt.*  
*4<sup>e</sup> Alle metselwerken moeten gelijktijdig opgehaald worden, geen muren mogen achter gelaten worden.*  
*5<sup>e</sup> Men zal altijd het metselwerk goed te lood zetten, bij aldien het tegenovergesteld bevonden wordt*

Art. 74. — Om, gedurende wintertijd, het doordringen van nat in de metselij te voorkomen, zal de aannemer gehouden wezen, te zijner tijd, deze werken te dekken met vijf lagen klampsteen van droge kareelen en stroo, alsook door aan elkander genagelde planken, kapsgewijs en aan beide zijden van de muren overstekende.

De aannemer zal zich voor dit werk gedragen naar de bijzondere bevelen en aanduidingen van het bestuur der werken, zonder uit dezen hoofde eenige hoegenaamde vergoeding te kunnen vorderen.

Art. 75. — De aannemer zal al de metselwerken door de vorst of eenige andere welkdanige oorzaak beschadigd, afbreken en weder opbouwen. Hij zal daarvoor geene schadeloosstelling kunnen eischen.

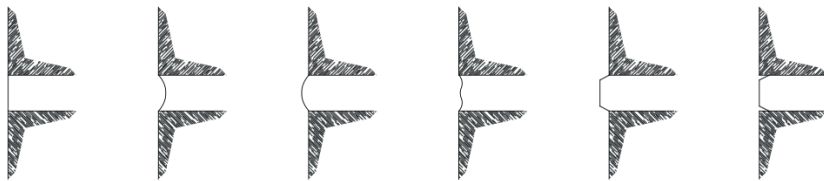
figuur 23. Fragmenten uit de bestekken van de woning P. Voorhoof in Lier (1939-1940) (boven) en het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890) (onder).

## Navoegen

Wanneer voor het metselwerk geen afdekking met pleister of dergelijke voorzien was, moesten de voegen mooi en degelijk worden afgewerkt. Van zodra de mortel genoeg consistentie had om druk zonder veel wijken te dulden, werd met een fijn en dik truweel in een krachtige en vloeiende beweging op de vol en zatte voegen gedrukt. Dit gebeurde gezamenlijk met de vooruitgang van het metselen en werd in bestekken beschreven als onmiddellijk platvol voegen. De voegen konden hierbij al dan niet worden bijgevuld met een voegmortel.<sup>33</sup>

Voor meer verzorgde constructies verkoos men een andere aanpak. Met een haak werd de legmortel uit de voegen geschrapt tot een diepte van ongeveer 2 cm. Vervolgens werden de voegen uitgespoeld en opnieuw gevuld met een zekere hoeveelheid voegmortel. Meestal was deze voegmortel wat hydraulischer en van een andere kleur dan de legmortel. Tot slot werd de voegmortel op dezelfde manier aangedrukt en glad gemaakt. Het navoegen gebeurde meestal pas na de voltooiing van de werken.<sup>34</sup>

Tijdens het glad maken van de mortel kon men verscheidene vormen en profileringen aan de voegen geven. Soms werden de voegen lichtjes naar binnen gebogen of stonden ze net bol ten opzichte van de bakstenen. Deze eerste manier was het gemakkelijkst om uit te voeren maar werd noch mooi, noch duurzaam geacht. De bolle voegen werden dan weer te veel blootgesteld aan water. De vorm die over het algemeen werd toegepast is een combinatie van de twee vorige. Af en toe werd ter decoratie voldoende mortel aangebracht in de voegen om een lichte uitkraging ten opzichte van de bakstenen te vormen. De randen van deze geknipte voegen werden netjes afgesneden met een lat en mes. Helaas waren ze weinig bestand tegen de tijd.<sup>35</sup> In de cases komt ook regelmatig een voegafwerking terug die (Hollands) snijwerk wordt genoemd. De randen van deze voegen werden op dezelfde manier afgewerkt als de knipvoegen alleen vertrok men hierbij van platvolle voegen in plaats van een uitkraging.



figuur 24. Verschillende manieren om voegen af te werken. Van links naar rechts: platvolle voeg, holle voeg, bolle voeg, golvende voeg, knipvoeg en snijvoeg.



figuur 25. Combinatie van een platvolle stootvoeg en horizontale schaduwvoeg in de woning F. Collard in Gent (1934).



figuur 26. Verdiepte voeg in het Provinciaal Instituut voor Tuinbouwonderwijs in Mechelen (1927-1930).



figuur 27. Golvende voeg in de Sluismeesterwoning in Antwerpen (1908).



figuur 28. Gesneden voeg in de Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930).

1. Demanet, A. (1861), p216-217  
Demanet, A. (1889), p92
2. Demanet, A. (1889), p115
3. Demanet, A. (1861), p216-217  
Demanet, A. (1889), p115
4. Demanet, A. (1889), p115
5. Demanet, A. (1889), p115
6. Demanet, A. (1861), p217  
Demanet, A. (1889), p115-116  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p91
7. Demanet, A. (1889), p107
8. Demanet, A. (1861), p218
9. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p91
10. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
11. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij DomusArte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
12. J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1 mei 2017
13. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53
14. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p200
15. Burniat, P. (2012), p47  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p259
16. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p259-260  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p200
17. Demanet, A. (1889), p175-176
18. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p260
19. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p260  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p200  
Demanet, A. (1889), p177
20. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1914/C/34
21. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016  
Stadsarchief Aalst, Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers, nr.1281
22. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p369
23. Demanet, A. (1889), p109
24. Demanet, A. (1861), p220  
Demanet, A. (1889), p113-114
25. Demanet, A. (1889), p113  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p329
26. Demanet, A. (1889), p113
27. van Hunen et al. (2012), p152-154
28. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
29. Demanet, A. (1861), p220  
Demanet, A. (1889), p119  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p329
30. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p96  
Demanet, A. (1861), p226
31. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p329
32. Demanet, A. (1861), p220
33. Demanet, A. (1889), p168  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p330
34. Combaz, P. (1895), Vol. 2, p89-90  
Demanet, A. (1889), p169  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p330-331
35. Combaz, P. (1895), Vol. 2, p89-90  
Demanet, A. (1889), p169  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p331



*Hoewel (Portland)cement in moderne constructies het belangrijkste bindmiddel is, zijn historische gebouwen en monumenten hoofdzakelijk opgebouwd met kalkgebonden mortel. Pas vanaf het einde van de 19de eeuw worden steeds vaker cementmortels toegepast. Mortel is een essentieel onderdeel van historisch metselwerk. Een groot deel van de degelijkheid van een constructie hangt af van de goede kwaliteit van de leg- en voegmortel. In dit hoofdstuk worden alle verschillende soorten leg- en voegmortel besproken, alsook de bindmiddelen, aggregaten en toeslagstoffen waaruit ze zijn opgebouwd.*

## BINDMIDDEL

Mortel is een plastisch, deegachtig materiaal samengesteld uit één of meer bindmiddelen, aggregaten, water en toeslagstoffen. Het bindmiddel was vroeger meestal kalk, vaak aangevuld met cement of puzzolanen als toeslagstof. In de loop van de eerste helft van de 20ste eeuw evolueerde het cement van toeslagstof bij kalkmortels tot een volwaardig bindmiddel. Naast de klassieke kalkmortel, leemmortel en gipsmortel, vormde de cementmortel zo een nieuwe hoofdsoort, terwijl de leemmortel op zijn beurt van het toneel verdween. Leemmortel, simpelweg vervaardigd uit aangemoderde leem of klei, werd enkel gebruikt in constructies op het platteland. De instandhouding van dergelijk metselwerk werd verzekerd door het geheel in te smeren met een kalkmengsel. Gips was in België veel te duur om te dienen als voeg- of legmortel. Het werd gebruikt voor de uitvoering van decoratielijsten, als afdichting, voor de fabricatie van stucwerk of voor het imiteren van marmer.<sup>1</sup>

### Kalk

Kalk is een stof die verkregen wordt door het branden van kalkhoudende gesteenten of schelpen bij heel hoge temperaturen. In de 19de en 20ste eeuw werd in België vrijwel uitsluitend steenkalk geproduceerd aangezien in ons land bijna onuitputtelijke hoeveelheden kalksteen voorradig zijn waaruit men kalk van uitstekende kwaliteit kon vervaardigen.<sup>2</sup>

De kluiten gebrande kalk die uit de oven komen, worden ongebluste kalk genoemd. Overgoten met water of blootgesteld aan vochtige lucht, absorbeert de ongebluste kalk zeer snel. Hierbij komt veel warmte vrij, de kalk zwelt, barst en valt uiteindelijk in elkaar als een wit, fijn en droog poeder. Deze gebluste kalk kan nog een grote hoeveelheid water opnemen, die het poeder dan reduceert tot een min of meer dikke brij.<sup>3</sup>

Kalk bekomen door het branden van kalkstenen is zelden puur. Witte marmers zijn de

enige gesteenten die een min of meer zuivere kalk kunnen voortbrengen. Alle andere leveren een mengeling op met vreemde stoffen zoals silicium, magnesium, aluminium, ijzer, enz. Deze stoffen kunnen inert zijn of ze kunnen de eigenschappen van kalk in aanwezigheid van water sterk beïnvloeden, naargelang de verhouding tussen deze stoffen en de vrije kalk. Zo verschaft elke soort kalksteen een ander type kalk volgens zijn samenstelling en eigenschappen.<sup>4</sup>

Over het algemeen wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten bindmiddelen. Een luchthardend bindmiddel verhardt langzaam aan de lucht door een reactie tussen koolzuur (CO<sub>2</sub>) en de vrije kalk in de mortel. Hiertoe behoren luchthardende kalk en gips. Hydraulische bindmiddelen verharden door een chemische reactie met water en zijn dus in staat te verharden onder water. Hydraulische kalk en cement maken deel uit van deze groep. Zowel luchthardende als hydraulische kalk werden nog verder geclassificeerd op basis van chemische compositie en volgens enkele praktische karakteristieken.<sup>5</sup>

### Luchthardende kalk

Luchthardende kalk komt voort uit min of meer pure kalksteen of kalksteen die inerte materialen bevat op het gebied van hydrauliteit. Vermengd met water tot een deegachtige massa verhardt het beetje bij beetje, beginnend aan de buitenkanten en geleidelijk dieper naar het centrum van de massa toe. Afgeschermd van koolzuur kan de pasta oneindig lang bewaard worden.<sup>6</sup>

Luchtkalk werd meestal onderverdeeld in twee categorieën: vette en magere kalk. Vette kalk werd gemaakt van bijna zuivere kalksteen en loste helemaal op in water. Bij het blussen konden temperaturen vrijkomen tot wel 300 graden. Magere kalk bestond voor 50 tot 67% van zijn gewicht uit vreemde stoffen zoals magnesium, ijzer en zand. Aangelengd met water bleven deze vreemde stoffen achter als een onoplosbaar residu. Bij het blussen kwam slechts geringe warmte vrij. Soms werd ook nog een derde categorie onderscheiden die zich ergens tussen de twee vorige bevond. De kalk uit de tussencategorie omvatte ongeveer 25 tot 33% van zijn gewicht aan inerte stoffen.<sup>7</sup>



**figuur 1.** In Chercq, een deelgemeente van Doornik, bevinden zich nog acht oude kalkovens langs de oever van de Schelde. De constructie is helemaal door bossen overwoekerd.

kalksteen bestaande uit (in delen)		geeft na het branden een bindmiddel	bestaande uit (in delen)		condities van het blussen		verharding van het bindmiddel vermengd met water na	
calcium-carbonaat	klei (Si en Al)		kalk	hydrauliserende stoffen	waterabsorptie (# keer gewicht)	zwellings (# keer volume)		
100	0	kalk	vet	100	0	2,5 à 3,25	2,5 à 3,5	
100	0		mager	100	0	1,25 à 2	1,5 à 2,25	
100	12,4		zwak hydraulisch	100	22	2,75 à 3	3,15 à 3,36	1 tot meerdere maanden
100	20,5		gemiddeld hydraulisch	100	36	2 à 2,5	2,25 à 3	6 tot 20 dagen
100	25		bijzonder hydraulisch	100	44	1,25 à 1,5	1,5 à 2	2 tot 4 dagen
100	29,9		gelimiteerd	100	53	-	-	zeer snel
100	37	cement	zwak	100	63	-	-	1 tot 2 dagen
100	56,3		normaal	100	100	-	-	enkele uren
100	156,4		energiek	100	273	-	-	15 à 20 min
100	509,8		puzzolaan	100	900	-	-	1 tot 20 dagen*

figuur 2. Tabel met de criteria op basis waarvan een bindmiddel werd geclassificeerd.

\* Puzzolaan vermengd met vette kalk in eender welke verhouding, de snelheid van verharding hangt af van hoe energiek het puzzolaan is.

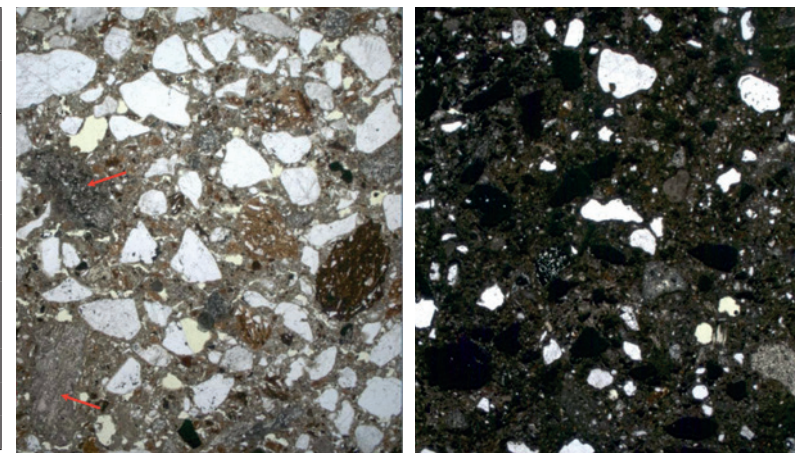
### Hydraulische kalk

Vanaf de kalksteen voor ongeveer 10% uit kleimineralen zoals silicium en aluminium bestaat, bekomt men na het branden een hydraulische kalk. Deze werd geklasseerd volgens het aandeel hydrauliserende stoffen en de snelheid waarmee de verharding onder water plaatsvond. De onderverdeling ging van zwak hydraulische over (gemiddeld) hydraulische tot bijzonder hydraulische kalk. De bijzonder hydraulische kalk werd ook waterkalk genoemd. Als laatste werd ook gelimiteerde kalk onderscheiden. Deze kalk bluste zich niet en verhardde zeer snel zowel aan de lucht als onder water. Deze eigenschappen karakteriseerden ook cement maar het belangrijke verschil tussen beide was dat cement steeds harder en consistent werd in de tijd, terwijl gelimiteerde kalk vrij snel zijn cohesie verloor en uiteindelijk in stof viel. Dit effect werd aan een soort late blussing toegeschreven. Gelimiteerde kalk werd dus niet gebruikt in de bouwsector.<sup>8</sup>

De grootste productiecentra van Belgische kalk bevonden zich in Doornik en Luik. Bijna alle hydraulische kalk werd vervaardigd uit Doornikse kalksteen die naast calciet ook uit klei, ijzeroxide en kwarts bestaat. Van dit heel hard blauw-zwart gesteente werd op relatief grote schaal kalk van uitstekende kwaliteit geproduceerd. Luikse kalksteen was daarentegen een grondstof voor luchthardende kalk. Deze pure kalksteen met weinig bijmengingen is beter gekend als Limburg mergel en werd hoofdzakelijk gewonnen in Visé nabij de Maas.<sup>9</sup>

### Puzzolaan

Puzzolanen zijn van oorsprong vulkanische producten die rijk zijn aan silicium en aluminium. Ze gaan echter geen enkele reactie aan met water waardoor ze niet in staat



figuur 3. Detail van twee verschillende voegmortels van de Veeartsenijschool in Anderlecht (1903-1909). Links is duidelijk gemalen baksteen te zien (bruine kleuren), de pijlen wijzen op enkele kalknodules. De zwarte vlekken rechts zijn hoogovenslakken.

zijn om op zichzelf een bindmiddel te vormen. In combinatie met vette kalk daarentegen, bezitten ze de eigenschap om het bindmiddel hydraulisch te maken en verharden ze onder invloed van water. De snelheid van verharding van het kalk-puzzolaanmengsel hing af van de onderlinge verhouding en de graad van energie van de materialen.<sup>10</sup>

Puzzolanen zijn afkomstig van de flanken en toppen van bijna alle uitgedoofde en actieve vulkanen. In België zijn geen natuurlijke puzzolanen te vinden. De enige soort die in ons land gebruikt werd, importeerde men vanuit de Eifelregio in Duitsland en was bijgevolg zeer duur. Dit krachtige roodgrijze puzzolaan, bekend onder de naam tras, werd ontgonnen in de omgeving van Andernach, aan de Rijn. Gezien zijn hoge kostprijs werden al snel synthetische puzzolanen met dezelfde kwaliteiten vervaardigd.<sup>11</sup>

Bijna alle synthetische puzzolanen hebben als basis gebrande klei. Pure klei werd voor het branden vermengd met kalk of kalkrijke klei, steeds volgens een gepaste dosering. Zo verkreeg men een samenstelling analoog aan die van de natuurlijke puzzolanen, die ook op dezelfde manier op kalk reageerde. Alleen waren deze reacties niet zo regelmatig en aanhoudend. De beste puzzolanen waren dan ook de natuurlijke, gevolgd door het puzzolaan verkregen door het branden van natuurlijk kalk- en siliciumrijke klei en tenslotte het puzzolaan bekomen door het branden van een mengeling van kalk en klei. Daarnaast bestonden veel goedkope maar over het algemeen zwakke puzzolanen: vermalen baksteen en dakpan, steenkoolas en hoogovenslak.<sup>12</sup>

De steenkoolas van Doornik was een gekend en veelgebruikt puzzolaan. Het bestond uit een mengeling van kleine fragmenten hydraulische kalk en assen van magere steenkool gebruikt voor het bakken van kalksteen. De asfragmenten waren echter behoorlijk groot waardoor ze zich gemakkelijk losmaakten van de mortel en holten creëerden die leidden tot een snellere degradatie van de voegen.<sup>13</sup>

In de loop van de 19de eeuw leidde de opkomst van cement en uiteindelijk Portlandcement tot een geleidelijke daling in het gebruik van kalk-puzzolaan bindmiddelen.<sup>14</sup>

## Cement

Cement wordt op dezelfde manier geproduceerd als kalk, alleen bestaat de te branden kalksteen voor een groot deel uit kleimineralen of werd hij er artificieel mee vermengd. Het poeder hoeft niet geblust te worden en verhardt zeer snel nadat het in contact is gebracht met water. De meest energieke varianten verhardten zo snel dat er amper tijd rest om het materiaal te verwerken.<sup>15</sup>

Het cement dat sinds het begin van de 19de eeuw in België veeleer werd gebruikt, stond bekend als het Romeins cement van Antwerpen. Met Romeins cement werd een bindmiddel bedoeld, verkregen door het matig branden van zeer kleihoudende kalksteen. Deze kleirijke kalksteen kon men vinden in de miocene grondlagen aan de monding van de Rupel. Het betrof hier meer bepaald het afzettingsgesteente mergel, dat na het branden een cement voortbracht van uitstekende kwaliteit.<sup>16</sup>

In 1872 werd in ons land de eerste portlandcementfabriek opgericht te Morlanwelz-Confrestu in Henegouwen. Portlandcement is een artificieel mengsel van kalksteen en klei dat op hoge temperatuur gebrand wordt en in uitgeharde toestand gelijk op de natuursteen uit de omgeving van Portland in Engeland. In België werd dit cement artificieel portlandcement genoemd vermits er nog andere cementsoorten op de markt waren - afkomstig van het branden van kalkhoudende leisteen - waarvan de chemische samenstelling gelijkaardig was aan die van porlandcement. Dit cement werd bijgevolg natuurlijk portlandcement genoemd.<sup>17</sup>

De productie van zowel natuurlijk als artificieel portlandcement concentreerde zich aan het begin van de 20ste eeuw in vijf grote centra: het gebied van Doornik, de omstreken van Bergen, langs de Schelde en de Rupel, in de streek rond Visé en nabij Turnhout. In 1913 bedroeg de productie van de Belgische portlandcementfabrieken 1,2 miljoen ton. In 1925 was deze hoeveelheid reeds gestegen tot 2,65 miljoen ton. Omdat natuurlijk portlandcement niet dezelfde homogeniteit vertoonde en zijn eigenschappen minder constant waren, werden deze fabrieken tegen WOII omgebouwd om het 'echte' portlandcement te produceren.<sup>18</sup>

Hoogovencement was een bindmiddel op basis van slak, een restproduct van de ijzerindustrie. Een mengsel bestaande uit gemalen slakken, water en zoutzuur werd gebrand en nadien weer fijn gemalen tot cement. Vanaf 1927 werd in België hoogovencement geproduceerd.<sup>19</sup>



figuur 4. Eerste pagina van de norm NBN 130 voor hoogovencement uit 1949

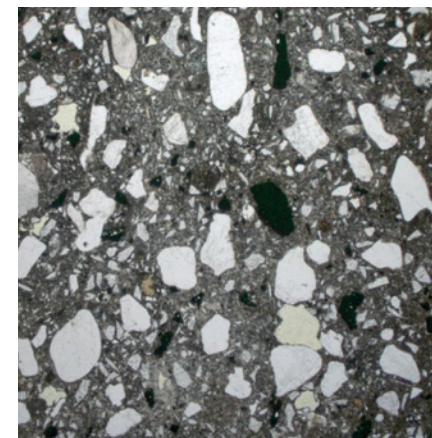
## AGGREGAAT

In mortel heeft zand de rol van inerte materie. Economisch gezien heeft het als doel het volume van de mortel te doen toenemen zodat kan bespaard worden op het veel duurdere bindmiddel. Bovendien verdeelt het zand de kalk en zorgt het voor een grotere porositeit en luchtpermeabiliteit, wat de verharding bevordert. Zijn aanwezigheid vermindert daarnaast ook de krimp tijdens het drogen en voorkomt bijgevolg scheuren in de voegen. De invloed van zand op de hardheid en consistentie van de mortel is dus flagrant, ondanks het feit dat het geen enkele chemische reactie op kalk uitoefent.<sup>20</sup>

Over het algemeen werd zand gekozen met een gemiddelde korrelgrootte. Te grof zand verdeelde de kalk niet goed en te fijn zand maakte de mortel niet poreus genoeg. Toch was dat middelgrote zand niet altijd de beste optie voor elke kalksoort. Voor bijzonder hydraulische kalk ging de voorkeur uit naar fijn zand, gevolgd door zand met ongelijke korrels en als laatste optie grof zand. Gemiddeld hydraulische kalk werd het best vermengd met zand met ongelijke korrels, tweede keuze was fijn zand en tenslotte grof zand. Voor mortels op basis van vette kalk prefereerde men grof zand, gevolgd door zand met ongelijke korrels en uiteindelijk fijn zand.<sup>21</sup>

Voor alle mortels gold wel dat het zand best bestond uit hoekige ruwe korrels in plaats van afgeronde en dat het zo zuiver mogelijk moest zijn. Een mortel vervaardigd met gewassen zand zou een dubbel zo grote weerstand hebben ten opzichte van dezelfde mortel met ongewassen zand.<sup>22</sup>

Naast de korrelgrootte en korrelvorm kon men zand verder speciëren volgens zijn oorsprong (groevezand, rivierzand, zeezand, schelpzand, ...) en volgens zijn aard (kwartzand, kalksteen-zand, zavel, ...).<sup>23</sup> Al deze zandsoorten werden gebruikt voor het aanmaken van mortels. Deze grote variëteit blijkt ook uit de casestudies.



figuur 5. Detail van een voegmortel van de Veeartsenijsschool in Anderlecht (1903-1909). Als aggregaat werd middelgroot zand en kalksteenpoeder gebruikt.

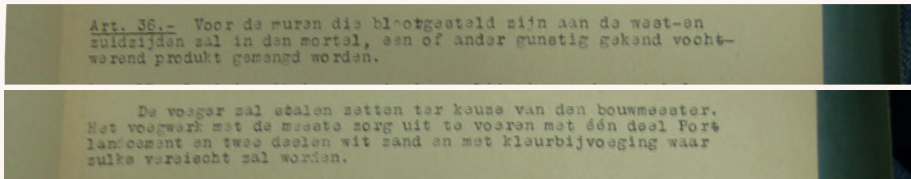


figuur 6. Detail van een legmortel van de Veeartsenijsschool in Anderlecht (1903-1909). De kalkmortel werd aangemaakt met fijn kwartzand en vertoont in dit monster enkele kalknodules.

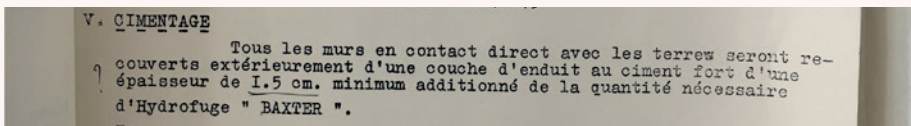
## TOESLAGSTOFFEN

Voegen konden heel wat schade oplopen wanneer ze werden blootgesteld aan vorst alvorens ze twee of drie maanden oud waren. In ons klimaat waren enkel de kalkmortels verwerkt in de periode van mei tot september, goed bestand tegen de vrieskou. Cementmortel was dan weer resistenter tegen vorst. Om deze resistentie nog te vergroten werd soms een zekere hoeveelheid zeezout toegevoegd aan het aanmaakwater om de vriestemperatuur van de mortel te verlagen. Bij Portlandcement werd weleens zoutzuur of soda vermengd. Deze vermengingen hadden echter als nadeel dat ze zoutuitbloeiingen in het metselwerk veroorzaakten.<sup>24</sup>

Andere toeslagstoffen die in de bestekteksten van enkele casestudies voorkomen zijn kleurstoffen en vochtwerende producten. Waaruit deze stoffen juist bestaan valt er niet uit af te leiden.



Fragmenten uit het bestek van de Fierensblokken in Antwerpen (1938-1939).



Fragment uit het bestek van het kasteel van Regelsbrugge in Aalst (1935).

## MORTELSOORTEN EN INDICATIES VOOR HUN DOSERING

Hydraulische kalk of cement, vermengd met water tot een deegachtige massa, vormt een mortel die evengoed verhardt aan de lucht als onder water. Vette kalk gemengd met puzzolanen geeft analoge resultaten. In praktijk werden mortels echter zelden samengesteld uit dermate simpele ingrediënten. Meestal bestonden ze uit een mix van verschillende stoffen in verschillende proporties. Zo kon men ogenschijnlijk mortels vormen met elke graad van hydrauliteit of mortels met een bepaalde hydrauliteit op oneindig veel manieren verkrijgen. Toch was het niet om het even op welke wijze mortels werden samengesteld. Een natuurlijk hydraulische kalk werd bijvoorbeeld veel duurzamer bevonden dan een mengeling van luchthardende kalk en puzzolanen met gelijke proporties. Of bij bepaalde omstandigheden, zoals bijvoorbeeld ondergronds metselwerk, leverden slechts een klein aantal combinaties de gewenste resultaten.<sup>25</sup>

### Luchthardende mortel

Voor een eenvoudige mortel op basis van vette kalk was het genoeg om de kalk met zuiver zand te vermengen en de mortel met zo weinig mogelijk water aan te maken. De hoeveelheid zand kon voor 10 volumedelen kalk variëren van 5 tot wel 23 volumedelen, wat neerkomt op een kalk-zandverhouding van 2:1 tot 1:2,3. Voor grote werken werd de beste dosering bepaald door eerst na te gaan hoeveel holten zich tussen het te gebruiken zand bevonden om daarop de hoeveelheid kalk af te stemmen. Maar over het algemeen werd de verhouding kalk-zand genomen op 1:1 voor mortels van de beste kwaliteit en 1:2 of 1:1,5 voor mortels van gewone kwaliteit.<sup>26</sup>

Luchthardende kalk werd enkel gebruikt voor het optrekken van binnenmuren. Mortels op basis van magere kalk kwamen zelden of nooit voor.<sup>27</sup>

### Hydraulische mortel

#### Hydraulische kalkmortel

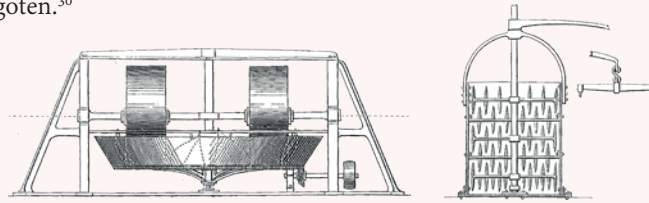
Gewone hydraulische mortel is samengesteld uit zand en sterk of zwakke hydraulische kalk. De mortel was gemakkelijk te maken en de kwaliteit van zijn samenstellende delen gemakkelijk te controleren. Daarom genoot hij een sterke voorkeur boven alle andere soorten, tenzij een snelle verharding vereist was. Tot in de 20ste eeuw werd als legmortel bijna uitsluitend hydraulische kalkmortel gebruikt. De dosering werd bepaald zoals die van luchthardende mortel en had dus meestal een kalk-zandverhouding van ongeveer 1:1 of 1:2.<sup>28</sup>



figuur 7. Detail van de gevel in hydraulische kalkmortel van de Sluismeesterwoning in Antwerpen (1908).

### Zandmortel

In een vijftal bestekken werd voor het metselen van de bakstenen een zogenaamde zandmortel voorgeschreven. Uit de recepten blijkt dat deze zandmortel telkens een hydraulische kalkmortel is die bestaat uit de helft Doornikse waterkalk en de helft grof rivierzand. Enkel in het bestek van de Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930) werd een derde van het rivierzand vervangen door “klampassche of smisassche”.<sup>29</sup> Ditzelfde recept komt verder in het bestek ook terug als broyeurmortel. Een broyeur was een machine die, vooral op grote werven, gebruikt werd voor het mengen van mortels. In de meeste gevallen werd mortel aangemaakt door alle droge ingrediënten op een stenen of betonnen vloer te vermengen. In deze berg werd vervolgens een kuil gemaakt waarin het nodige water werd gegoten.<sup>30</sup>



figuur 8. Machines voor het aanmaken van mortel. Links de “plettermolen”, rechts de broyeur.

### Trasmortel, asmortel of mortel met een ander puzzolaan

Zowel luchthardende als hydraulische kalk kon men met eender welk puzzolaan vermengen om een mortel met een grotere hydraulischeiteit te bekomen. De dosering geschiedde over het algemeen volgens dezelfde principes als de kalkmortels. Alleen werd het zand gedeeltelijk of volledig vervangen door de puzzolanen. Er waren bijgevolg heel wat verschillende combinaties mogelijk. In onderstaande tabel worden een aantal gebruikelijke recepten opgelijst.<sup>31</sup> Uit de casestudies blijkt dat trasmortel en asmortel bijzonder populair waren voor het metselen van de funderingen en ondergrondse muren. Daarnaast komen ze ook voor als leg- en voegmortel.

kalk vette	hydraulische	tras	steen- koolas	gebrande klei, leem, schist, basalt,...	zand	verhouding kalk t.o.v. an- dere stoffen
	1	1				1 : 1
1	3	2				1,5 : 1
	3	2			3	1 : 2
	3	1				1 : 1,33
	1		1			1 : 1
	1		1		1	1 : 2
	3		1		2	1 : 1
	2		1		1	1 : 1
	1			2		1 : 2
	2			1	1	1 : 1

figuur 9. Tabel met gebruikelijke puzzolaanmortelrecepten, alle hoeveelheden zijn uitgedrukt in volumedelen. De roosgekleurde doseringen kwamen ook terug in de cases.

### Bastaardmortel

In bastaardmortel is het bindmiddel een mengeling van kalk (luchthardend of hydraulisch) en cement. Cement werd vaak als een soort puzzolaan bij kalkmortel gemengd, als alternatief voor bijvoorbeeld tras.<sup>32</sup>

Pas net voor het metselen werd het cement bij de kalkmortel gevoegd. Dit had als voordeel dat geen mortel verloren ging in het geval de werken vertraging opliepen. Gewone kalkmortel kon immers langer bewaard worden dan bastaardmortel. De doseringen werden daarom vaak uitgeschreven in het aantal volumedelen cement ten opzichte van een zeker aantal volumedelen kalkmortel. Deze verhouding kon variëren van 1:4 tot 1:15, naargelang de gewenste graad van hydraulischeiteit en de graad van hydraulischeiteit van de kalkmortel.<sup>33</sup>

Uit de onderzochte mortelmonsters van enkele casestudies bleek bastaardmortel een totale bindmiddel-zandverhouding te hebben van ongeveer 1:1, 1:1,5 en 1:2, wat overeenstemt met de gangbare verhouding van het bindmiddel ten opzichte van de andere stoffen. In twee bestekken kon ook de onderlinge verhouding kalk-cement worden afgeleid. Voor drie bastaardmortels werd evenveel kalk als cement voorgeschreven. In één bastaardmortel bestond het bindmiddel voor twee derden uit kalk en één derde uit cement.



figuur 10. Detail van de gevel in bastaardmortel van de toren van de Christus-Koningkerk in Brugge (1931).



figuur 11. Detail van de gevel in cementmortel van de Onze-Lieve-Vrouw ter Duinenkerk in Oostende (1929).

### Cementmortel

Cementmortel is samengesteld uit cement en zand in een verhouding die kon variëren van 1,5:1 tot 1:2,5. Mortels met deze doseringen zouden ondoordringbaar zijn voor water. Wanneer deze ondoordringbaarheid niet noodzakelijk was, kon men cement-zandverhoudingen tot 1:3,5 hanteren. In de casestudies komen inderdaad steeds de verhoudingen 1:2 en 1:3 naar voor wanneer het mortelrecept in de bestekteksten staat beschreven. Soms werd in cementmortel ook tras of steenkoolas vermengd. In dat geval verving men een deel van het cement door tras voor gelijke hoeveelheden zand.<sup>34</sup>

Cementmortel werd zowel als voeg- en legmortel gebruikt, in het bijzonder voor de muurdelen die sterk blootgesteld waren aan water zoals plinten, uitstekende ornamenten of zuid en west georiënteerde gevels. Ook de bepleistering van gevels werd dikwijls uitgevoerd in cementgebonden mortel.<sup>35</sup>



Aan het begin van dit hoofdstuk werd reeds aangehaald dat cement in de loop van de eerste helft van de 20ste eeuw evolueerde van toeslagstof bij kalkmortels tot een volwaardig bindmiddel. Enkele van de verzamelde casestudies zijn afkomstig van een Gents restauratiebedrijf dat deze stelling bevestigde. Ervaring heeft hen geleerd dat vanaf ongeveer 1950 steeds meer en meer cementmortel werd gebruikt voor het optrekken van gevels.<sup>36</sup>

In het onderzoek van de Provinciaal Technische Scholen in Boom en de Veeartsenijsschool in Anderlecht werd een vergelijkende analyse gemaakt van de voorgeschreven mortelrecepten in de bestekken en de daadwerkelijke chemische samenstelling van enkele mortelmonsters. In beide gevallen bleek dit slechts heel beperkt overeen te komen. In de Provinciaal Technische Scholen in Boom zaten grote verschillen in zowel het type mortel als de hoeveelheid bindmiddel. Soms werd bijvoorbeeld veel meer of veel minder bindmiddel teruggevonden dan was voorgeschreven. Andere mortels bestonden uit de juiste totale hoeveelheid bindmiddel, maar bevatten dan weer een niet onbelangrijke hoeveelheid kalk terwijl een zuivere cementmortel werd opgelegd.<sup>37</sup>

De mortels uit het lastenboek van de Veeartsenijsschool in Anderlecht stemden niet overeen met de geteste monsters zowel op het gebied van de hoeveelheid bindmiddel als op het gebied van hun precieze ingrediënten. In plaats van grof rood zand werd bijvoorbeeld middelmatig zand en gemalen baksteen gebruikt. Of in een voorgeschreven zuivere asmortel werd niet alleen kalk en steenkoolas maar ook hoogovenslak en zand teruggevonden.<sup>38</sup>

Hoewel de mortelrecepten in bestekteksten doorgaans corresponderen met de theoretische beschouwingen, mogen we dus niet zomaar aannemen dat mortels ook daadwerkelijk zo werden aangemaakt. De informatie uit de traktaten en handboeken werd wel degelijk ook gestaafd door heel wat onderzochte mortelmonsters. Maar uit deze twee voorbeelden blijkt dat het toch altijd nuttig kan zijn om de mortelrecepten uit het lastenboek te controleren met de realiteit.

1. Combaz, P. (1895), Vol. 2, p207  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p35 en 45
2. Cloquet, L. (1911), Vol 1., p6  
Combaz, P. (1895), Vol. 2, p207  
Demanet, A. (1861), p180
3. Demanet, A. (1861), p179  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p18
4. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p6  
Demanet, A. (1861), p180  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p17
5. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p6  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p26
6. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p21
7. Demanet, A. (1861), p180  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p21
8. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p6  
Demanet, A. (1861), p182  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p27
9. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p28
10. Demanet, A. (1861), p182-183  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p22
11. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p22-23
12. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p22-23 en 25  
Demanet, A. (1861), p185
13. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p25
14. Bot, P. (2009), p129
15. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p6  
Demanet, A. (1861), p182
16. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p28-29  
Ployaert, C. (2013), p3
17. Bot, P. (2009), p130  
Ployaert, C. (2013), p4
18. Bot, P. (2009), p130  
Ployaert, C. (2013), p4
19. Bot, P. (2009), p135  
Ployaert, C. (2013), p4
20. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p31
21. Demanet, A. (1861), p195
22. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p8  
Demanet, A. (1861), p195
23. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p8
24. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p279-280
25. Demanet, A. (1861), p191-192
26. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p278  
Demanet, A. (1861), p197  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p32
27. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p278
28. Bot, P. (2009), p138  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p279  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p33
29. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
30. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p39-43
31. Demanet, A. (1861), p199  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p34  
Demanet, A. (1889), p27-28  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p9-10 en 278
32. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p35
33. Demanet, A. (1861), p199  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p35
34. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p279  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p34
35. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p35
36. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
37. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
38. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

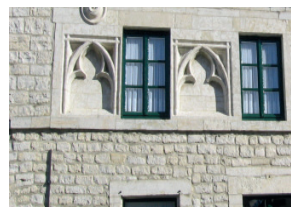


*Negentiende en twintigste eeuwse gebouwen zijn zelden enkel opgetrokken in baksteen. De traditionele stijl van bruinrode baksteen afgewisseld met lichtkleurige natuursteen heeft zich lang verdergezet in de neostijlen en het eclecticisme. Ook binnen andere stijlen is het gebruik van natuursteen voor bijvoorbeeld raamdorpels onvermijdelijk. In wat volgt wordt geïllustreerd hoe natuursteenblokken en –platen in de gevel werden verwerkt. Daarnaast komen nog enkele andere technische en decoratieve detailleringen aan bod, namelijk de verankering van muren en vloeren en het pleisteren van gevels.*

## GEVELS IN GEMENGD METSELWERK

Onder gemengd metselwerk werden zowel constructies verstaan waarvan de parementen uit een ander materiaal bestonden dan de kern van de muur, als constructies waarvan de parementen opgebouwd waren uit een combinatie van verschillende materialen. Binnen de eerste categorie vielen typisch monumentale en omvangrijke gebouwen. De gevels zijn dan bijvoorbeeld opgetrokken in parementen van natuursteen met daarachter een kern in beton of baksteen. De tweede categorie is omvangrijker en omvat gevels in baksteen in combinatie met witte of blauwe natuursteen.<sup>1</sup>

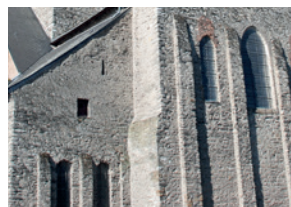
De uitdaging van gemengd metselwerk was ervoor zorgen dat het geheel ondanks zijn heterogeniteit toch een uniforme weerstand kon bieden aan de belastingen die het moest dragen. Zo was het belangrijk een goede verbinding te creëren tussen alle materialen. De afmetingen van baksteen en natuursteen moesten goed op elkaar zijn afgestemd om een sterk en samenhangend verband te kunnen realiseren. Wanneer het ene muurgedeelte bijvoorbeeld een beduidend groter aantal horizontale voegen telde dan het andere, traden mogelijks ongelijke zettingen op in het metselwerk. In de eerste weken of maanden na het metselen konden de voegen immers een beetje in hoogte afnemen onder het gewicht van de constructie, waardoor scheuren en spleten ontstonden tussen baksteen en natuursteen. Om dit te voorkomen werd bij voorkeur een mortel gebruikt die snel verhardde, zoals cementmortel.<sup>2</sup>



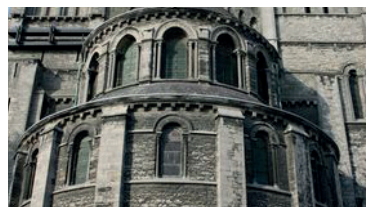
figuur 2. Gobertanger steen.



figuur 3. Balegemsteen of Ledesteen.



figuur 4. Petit granit



figuur 5. Doornikse steen.



figuur 6. Naamse steen



figuur 7. natuursteen uit Euville.

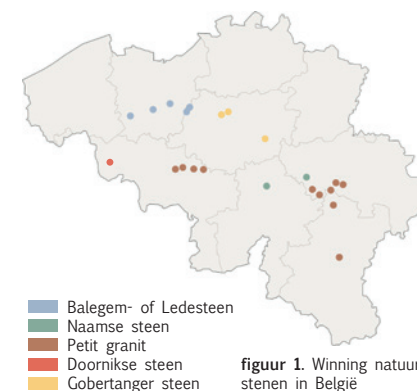


figuur 8. Savonniëresteen.

## Natuursteen om te bouwen

Natuurstenen geschikt voor de bouwsector, werden ondergebracht in twee groepen: kalksteen en silicaatsteen. Arduin, witte steen, marmer, enz. behoorden tot de groep kalkstenen. Onder de silicaatstenen vielen onder andere leisteen, zandsteen, graniet en porfier. Al deze gesteenten komen in de natuur voor in ontelbaar veel variëteiten en leveren bouwstenen van allerlei kwaliteiten voor verschillende toepassingen.<sup>3</sup>

De steensoorten waarvan men gebruik maakte in gevelconstructies, waren bijna uitsluitend kalkstenen. Ze werden uitgekozen op basis van hun hardheid, breuksterkte, structuur, kleur en soortelijk gewicht. Zo waren de meest populaire Belgische natuurstenen de Gobertanger steen, de Balegemsteen of Ledesteen, de ‘petit granit’ of blauwe hardsteen, de Doornikse steen en de Naamse steen of kalksteen van de Maas. De kaart toont waar deze gesteenten voornamelijk werden gewonnen.<sup>4</sup>



figuur 1. Winning natuurstenen in België

Naast de natuurstenen van eigen bodem

werden ook heel wat steensoorten uit onze buurlanden in onze gebouwen verwerkt.<sup>5</sup> In de casestudies werd opvallend veel gebruik gemaakt van de natuursteen uit Euville en de Savonniëresteen, beiden een witte kalksteen afkomstig uit Frankrijk.

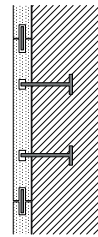
Vanaf het einde van de 19de eeuw trachtte men ook bruikbare bouwstenen te maken uit mortel of cement. De ongebakken kunststeen die hieruit voortkwam kreeg de toepassing van natuursteenimitatie. Vooral de artificiële kalkzandsteen werd sinds het begin van de 20ste eeuw steeds populairder in dit opzicht.<sup>6</sup>

## Bekleding van muren met natuursteenplaten

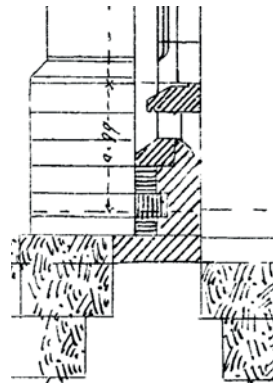
Na WOI maakte natuursteen steeds minder deel uit van de draagstructuur van de muur. Om economische redenen werd het bouwen in natuursteen herleid tot het bekleden van een bakstenen kern met natuursteen in plaatvorm. Gevelstenen waren immers heel duur

geworden omdat het kappen en snijden zich niet gemakkelijk leende tot mechanisatie. Bovendien was ook de kost van arbeidskrachten sterk gestegen. Het zagen van natuursteenplaten kon daarentegen wel gemechaniseerd gebeuren, waardoor dit wel betaalbaar bleef. Vanaf het interbellum werden volledige natuurstenen enkel nog gebruikt op plaatsen waar hij bijna onvervangbaar was, zoals dorpels van ramen en deuren of lijsten met druipneus. De platen natuursteen vonden hun grootste toepassing in de plint.<sup>7</sup>

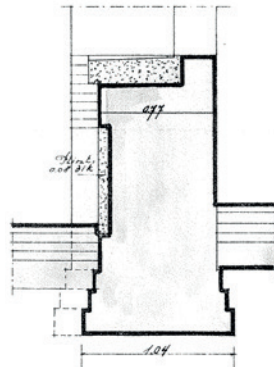
Om de platen nog betaalbaarder te maken, waren ze soms maar enkele centimeters dik. Ze werden aan de muur en aan elkaar bevestigd met ijzeren ankertjes of met een systeem van in elkaar klikkende stenen, gebaseerd op houtverbindingen. De duurzaamheid van deze technische middelen was evenwel pas gegarandeerd bij platen van 8 à 10 cm dik uit een homogene en resistente steen.<sup>8</sup>



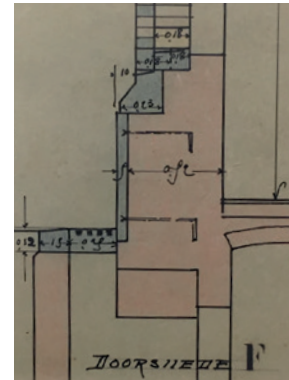
figuur 9. Bevestiging met ijzeren haken



figuur 10. Plint Leopoldskazerne in Gent (1890-1905).



figuur 11. Plint Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930).



figuur 12. Plint woning Dr. E. Bouwens in Lier (1907).



figuur 13. Detail van een foto van de werf van het Bisschoppelijk seminarie aan de Reep in Gent (1911-1913).

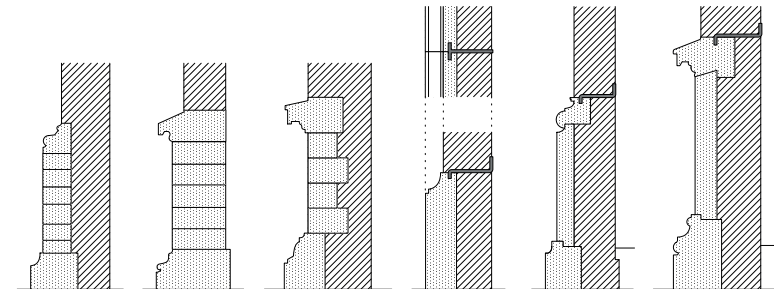
## ARCHITECTONISCHE ELEMENTEN INHERENT AAN DE GEVEL

### Plint en basement

Aan de voet van het gebouw beschikken gevels doorgaans over een robuuster ogend gedeelte. De gevel bestaat er uit een ander materiaal, heeft een grotere dikte of vertoont een combinatie van beiden. Afhankelijk van zijn hoogte werd deze zone een plint of basement genoemd. Een basement is minstens 60 cm tot 1 meter hoog. Het reikt meestal net tot de dorpels van de ramen op het gelijkvloers of het kan de hele benedenverdieping omgeven. Bovenaan sluit het basement aan op het gevelvlak met een afschuining of een kleine kroonlijst. Een plint komt niet hoger dan 30 à 40 cm en is vaak ook een onderdeel van het basement.<sup>9</sup>

Plint en basement hadden tot doel de constructie ogenschijnlijk meer stabiliteit te geven en het bovenliggende parement te beschermen voor vuil en beschadigingen. Daarom werden ze meestal opgetrokken in zeer resistente materialen zoals hardsteen of harde kalksteen in grote blokken. Sinds het begin van de 20ste eeuw werden steeds vaker enkel de kroonlijst en plint uit volle steen gemaakt met een centraal gedeelte uit steenplaten. Deze platen werden aan de muur vastgemaakt met ijzeren ankers en een soort mes-en-groefverbinding.<sup>10</sup>

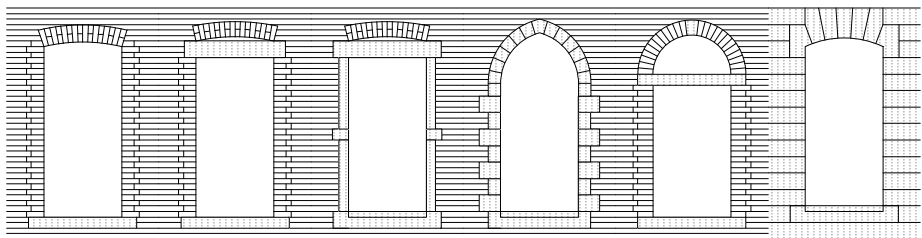
Naast natuursteen kon men een plint of basement ook afwerken met een bepleistering, meestal ter imitatie van natuursteen.



figuur 14. Verschillende manieren voor het uitvoeren van een plint.

### Ramen en deuren

Raam- en deuropeningen in de gevel worden onderaan omrand met een dorpel, bovenaan met een linteel en zijdelings met twee stijlen. De dorpel werd steeds uit een volle natuursteen gekapt. Het linteel en de stijlen konden evengoed uit baksteen als uit natuursteen gemaakt zijn. Gemetselde stijlen kwamen vaak boven het raam samen om een boog te vormen ter vervanging van het linteel. Maar ook wanneer een linteel aanwezig was, moest hierboven nog steeds een boog in het metselwerk verwerkt worden. Deze ontlastingsboog had tot doel het gewicht van de bovenliggende constructie lateraal af te dragen op de volle delen metselwerk zodat het linteel geen te zware lasten moest dragen.<sup>11</sup>

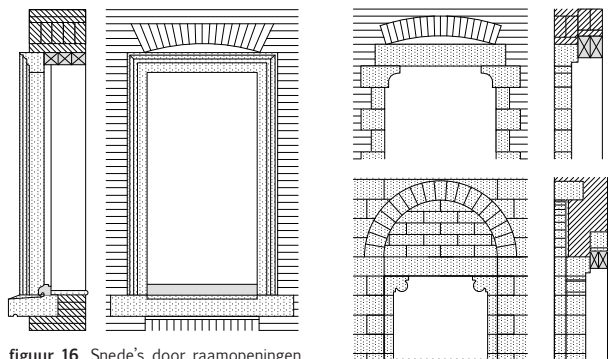


figuur 15. Raamopeningen met verschillende dorpels, lintelen, stijlen en ontlastingsbogen.

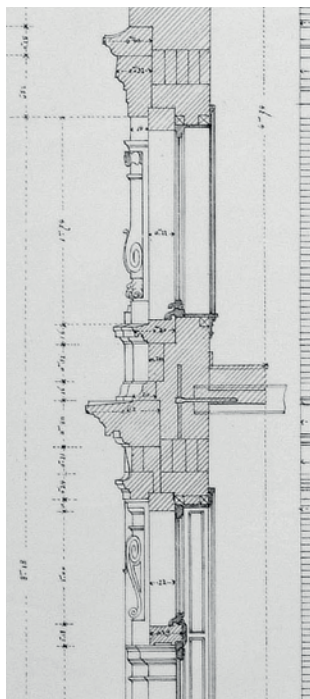
Achter het linteel, aan de binnenzijde van de gevel, werd de raam- of deuropening meestal overspannen door één of meer eikenhouten balken. Het raamkozijn werd vastgemaakt op deze ingebouwde stukken hout. De ontlastingsboog die zich boven de houten balk bevond kon deel uitmaken van de ontlastingsboog boven het linteel, of hij kon volledig op zichzelf staan en zich op een andere hoogte in de muur bevinden.<sup>12</sup>

Wanneer een relatief brede opening overspannen moest worden door een gemetseld linteel kon men de constructie bijkomend verstevigen door de stenen onderling te verbinden met klemmen of ankers. In sommige gevallen werd het metselwerk zelfs ondersteund door een achterliggend smeedijzeren profiel. Vooral in zeer monumentale constructies speelde deze manier van overspannen een belangrijke rol. Binnen de art nouveau werd het stenen linteel soms volledig vervangen door twee of drie aan elkaar geboutte profielen. De holten ertussen werden dan opgevuld met hout of baksteen. Onder hun steunpunten werden in het metselwerk platen lood van 2 tot 3 mm dik ingewerkt om de spanningen beter te verdelen.<sup>13</sup>

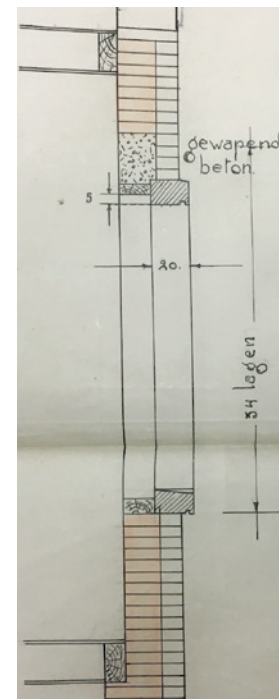
Ook in meer modernistische gebouwen, waar het gebruik van bogen niet langer esthetisch gewaardeerd werd, ging achter het metselwerk dikwijls een stalen profiel schuil. Een andere oplossing, die in de loop van de 20ste eeuw steeds vaker werd toegepast, hield een overspanning in met betonnen balken. Deze balken werden tegen het gevelmetselwerk aangestort, in combinatie met ijzeren haken die zich met één helft in het metselwerk en de andere helft in het beton bevonden.



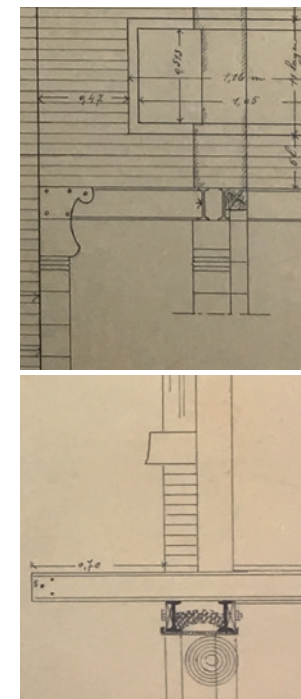
figuur 16. Snede's door raamopeningen



figuur 17. Ramen met ontlastingsboog in natuursteen (Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen 1884-1890).



figuur 18. Raamopening overspannen met betonnen balk (woning P. Voorhoof in Lier 1939-1940)



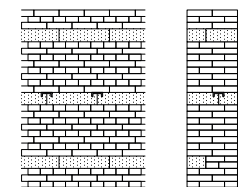
figuur 19. Deur- en raamopening overspannen met ijzeren profielen (woning B. Van Hoof in Lier 1906-1907)

### Horizontale en verticale 'versterkingen'

Baksteenmetselwerk vormt een coherent geheel door de kleefkracht van de mortel en het verband waarin de stenen gemetseld zijn. Toch vond men het soms nog nodig om het metselwerk in de meest belaste delen bijkomend te consolideren door zowel in de horizontale als verticale richting natuursteenblokken in te werken die zich uitstrekten over de volledige dikte van de gevel. Wat de stabiliteit betreft, hadden deze toevoegingen van natuursteen eigenlijk weinig nut, maar het gemengd metselwerk dat zo ontstond speelde natuurlijk ook een grote decoratieve rol.<sup>14</sup>

#### Horizontale versterkingen

Horizontale versterkingen zijn continue lagen van natuursteen op een aantal hoogtes in het parement. Gewoonlijk stemmen ze overeen met het niveau van de verdiepingen of van andere horizontale stenen zoals dorpels of lintelen.<sup>15</sup> Deze lagen natuursteen hadden oorspronkelijk als doel om de horizontale regelmaat van de baksteenlagen te verzekeren en het metselwerk te egaliseren. Soms werden ze hiervoor

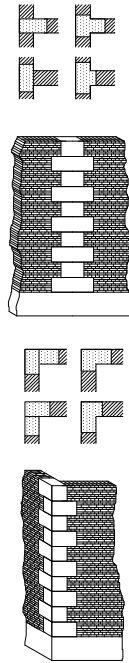


figuur 20. Verschillende manieren voor het uitvoeren van horizontale versterkingen

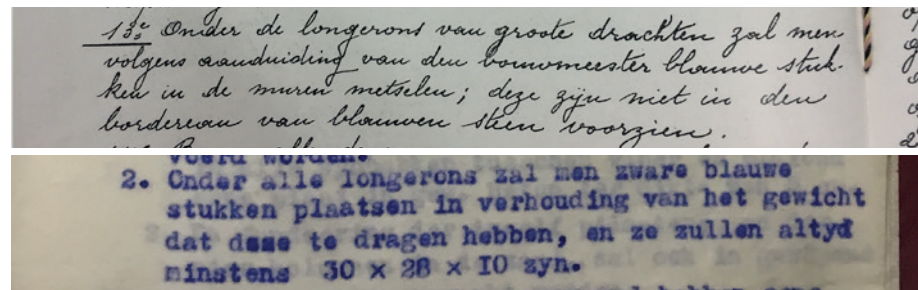
onderling nog verbonden met ijzeren of bronzen haakjes. Maar bij de grote meerderheid van de gebouwen werd hun functie herleid tot louter decoratie. De stenen kregen slechts een geringe diepte waardoor ze niet de volledige geveldikte bestreken en een egaliserend effect misliepen.<sup>16</sup>

#### Verticale versterkingen

Wanneer grote belastingen rustten op bepaalde punten in de muur, kon men deze delen van het metselwerk uitvoeren in natuursteenblokken die harder en groter waren dan baksteen. Dikwijls staken deze verticale versterkingen ook lichtjes uit ten opzichte van het algemene gevelvlak. Zo werden als het ware pijlers ingekapseld in het metselwerk, een systeem dat reeds populair was sinds de 17de eeuw. De onderbreking van de horizontale lagen trachtte men te verhelpen door de versterkingen op te bouwen uit alternerend brede en smallere blokken. Met een verspringing van ongeveer 15 cm werd een zigzaggende lijn gecreëerd om een betere verbinding met het baksteenmetselwerk te genereren.<sup>17</sup> Meestal werden verticale versterkingen op een onderlinge afstand geplaatst gelijk aan één tot drie keer hun hoogte. Naast de meest belaste punten, werden ze ook voorzien op plaatsen die moeilijk te maken waren in baksteen of op plaatsen die meer blootgesteld waren aan beschadigingen. Zo komen ze het meest voor in gevels en gemene muren, op samenkomsten van gevels met gemene muren en dragende binnenmuren of op de hoeken van het gebouw.<sup>18</sup>



figuur 21. Verticale versterkingen op de hoek of in het vlak



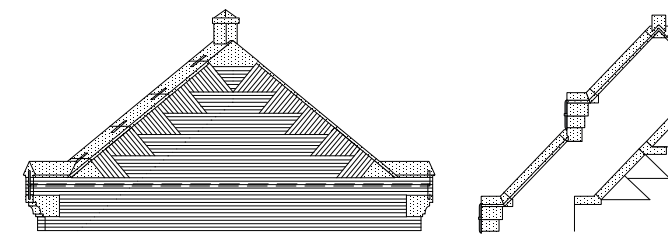
figuur 22. Fragmenten uit de bestekken van de woning P. Voorhoof in Lier (1939-1940) (boven) en van feestzaal Casino in Lier (1939-1940) (onder).

#### Puntgevels

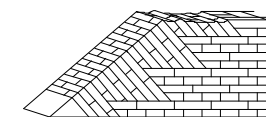
Het zadeldak en de kopse gevels kon men op twee verschillende manieren laten samenkomen. Ofwel werd het dak een beetje verlengd zodat het over de puntgevel uitkraagde. Ofwel werd de puntgevel iets verhoogd zodat het dak er achteraan op aansloot. Hoewel het tweede principe irrationeler is wat betreft regendoorslag, werd het toch vaker toegepast. Het gevelgedeelte boven het dak werd minder dik gemaakt dan de

gevel zelf. In lichte constructies was een steen dikte genoeg. In zwaardere of belangrijkere constructies werd het uitgevoerd in anderhalf steens of twee steens verband. De insprong die zo gecreëerd werd, diende als ondersteuning voor de dakconstructie.<sup>19</sup>

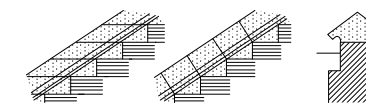
De bekroning van hellende muren kon volledig uitgevoerd worden met bakstenen 'tanden'. Enkel de top van de gevel en de onderkant van de hellingen diende afgewerkt te worden in een natuursteen. Het aantal lagen dat elke tand moest bevatten, werd bepaald louter op basis van esthetische beschouwingen. De hellende randen van de puntgevel werden doorgaans bedekt met een natuurstenen tablet en eventueel een loden slab ertussen. Om te voorkomen dat de tabletten zouden glijden werden ze onderling, aan de top en onderaan vastgemaakt met ijzeren haken. Soms werd hiervoor ook een trekker doorheen de gevel gemonteerd met aan beide uiteinden een muuranker. Bij puntgevels van aanzienlijke omvang werd de helling op enkele plaatsen verticaal doorbroken. Een andere manier om de tabletten te klemmen was het in metselen van natuurstenen loodrecht op de helling.<sup>20</sup>



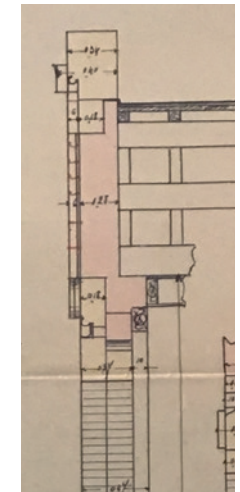
figuur 23. Verschillende manieren om natuursteenplaten te bevestigen op een puntgevel afgewerkt met gemetselde tanden.



figuur 24. Puntgevel afgewerkt met gemetselde tanden.



figuur 25. Puntgevel afgewerkt met tanden in natuursteen en een muurkap.



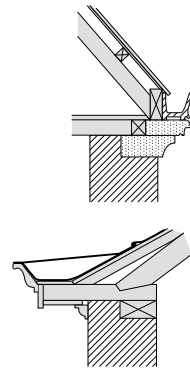
figuur 26. Woning Dr. E. Bouwens in Lier (1907).

Het alternatief voor gemetselde bakstenen tanden was het snijden van tanden uit natuursteen. De voegen tussen de natuurstenen liepen ofwel horizontaal ofwel normaal op de helling. Het verband met horizontale voegen bood een grotere stabiliteit en betere afdichting voor water, maar bij relatief zwakke hellingen moesten de stenen heel scherpe hoeken krijgen die heel gevoelig waren voor beschadigingen. Bij het verband met normale voegen sloop na enige tijd het water dan weer tussen de voegen. Bovendien moesten de stenen ook onderling verankerd worden met ijzeren haken. In alle geval werd het probleem van de waterinfiltratie meestal nog verholpen door op de hellingen een muurkap in natuursteen te bevestigen.<sup>21</sup>

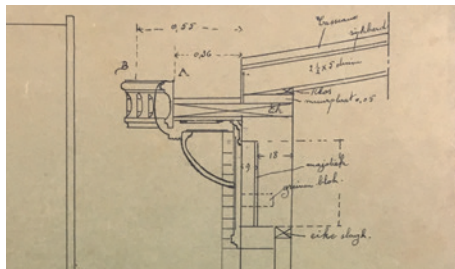
In plaats van met een helling kon men puntgevels ook trapsgewijs beëindigen. Vooral in de 16de eeuw zijn veel gebouwen met puntgevels opgetrokken. In de 19de en 20ste eeuw werden ze terug populair binnen de neogotiek en de neorenaissance. De trappen werden bedekt met tabletten, hellend in drie richtingen en voorzien van de nodige decoratielijsten en druipeuzen. Met de vierde zijde werden ze verankerd in het metselwerk.<sup>22</sup>

### Kroonlijsten

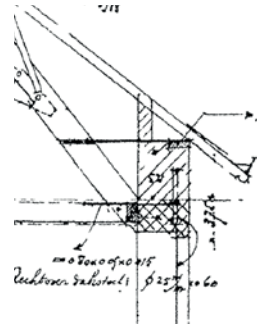
In de langse gevels werd de aansluiting van het schuine dakvlak en de muur gedecoreerd door middel van kroonlijsten. Hierin werd over het algemeen ook de dakgoot verwerkt zodat deze niet zichtbaar was. Kroonlijsten konden op enorm veel manieren geconcipeerd worden. Ze werden uitgevoerd in natuursteen, baksteen, hout of een samenspel hiertussen. Natuursteen werd nu en dan ook geïmiteerd met een bepleistering aangebracht op grof metselwerk of hout. Over het algemeen bestond een kroonlijst uit twee delen. De onderste laag kon zowel doorlopend zijn, als samengesteld uit consoles of kraagstenen. De laag erop was steeds continu en omsloot de goot.<sup>23</sup>



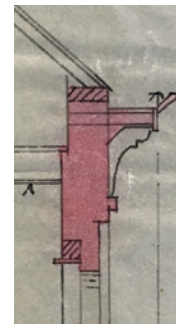
figuur 27. Twee voorbeelden van een kroonlijst



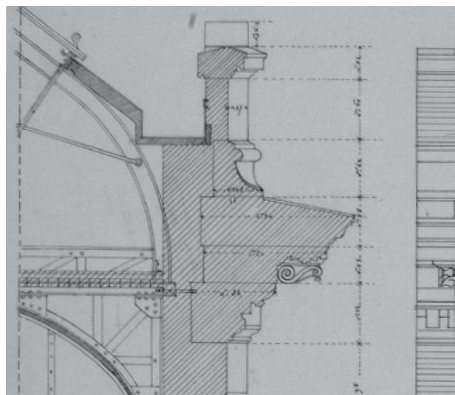
figuur 28. Woning B. Van Hoof in Lier (1906-1907).



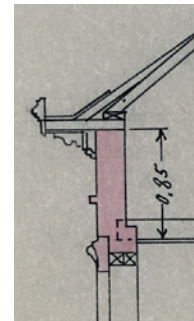
figuur 29. Provinciaal Instituut Heynsdaele in Ronse (1922-1924).



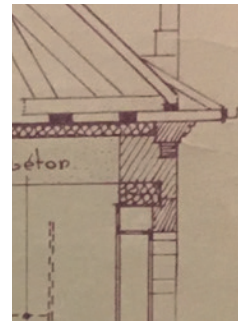
figuur 30. Woning A. Boone in Gent (1897).



figuur 31. Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890).



figuur 32. Woning J. Rathé in Gent (1915).

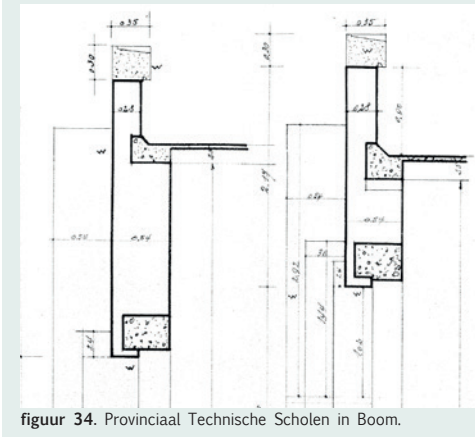


figuur 33. Kasteel van Regelsbrugge in Aalst (1935).

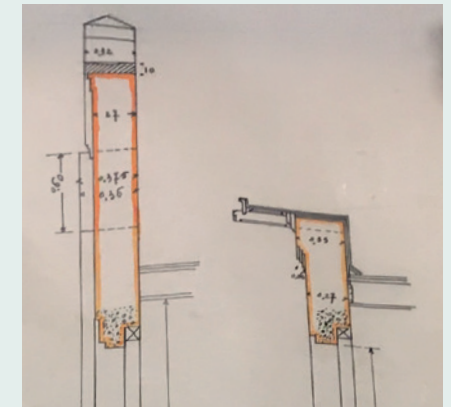
### Dakrand van een plat dak

Hoe een plat dak aangesloten werd op de gevel wordt in geen van de handboeken en traktaten beschreven. Deze manier van bouwen werd dan ook pas gewaardeerd sinds de opkomst van de art deco in ca. 1910 en van het modernisme in ca. 1920. In twee art deco casestudies is de aansluiting dak-gevel te zien in de geveldoorsneden. Beide dakranden zijn in zekere zin geconcipeerd zoals de aansluiting van een hellend dak met een puntgevel.

In de Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930) rust de betonnen dakstructuur op een insprong van de gevel. Het parement loopt verder door en wordt bekroond met natuursteen.<sup>24</sup> In feestzaal Casino in Lier (1933-1934) draagt de houten dakconstructie niet af naar de voorgevel maar naar de gemene muren. Het gevelmetselwerk wordt met zijn volledige dikte verhoogd en het dak sluit er achteraan op aan met de nodige waterkerende slabben.<sup>25</sup>



figuur 34. Provinciaal Technische Scholen in Boom.



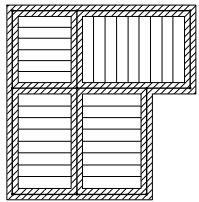
figuur 35. Feestzaal Casino in Lier

## VERANKERING VAN MUREN EN VLOEREN

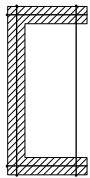
In metselwerkconstructies met een zekere hoogte was het nodig enkele maatregelen te treffen om aan de gevels, dragende binnenmuren en vloeren meer samenhang en stabiliteit te geven. Op verschillende niveaus, meestal op elke verdiepingshoogte, werd een sterke verbinding van de materialen verwezenlijkt om zo een grote rigiditeit te creëren die de loodrechte stand van de muren verzekerde.<sup>26</sup>

### Riem

Een mogelijke methode was het tot stand brengen van een continue 'onuittrekbare riem' over de hele omtrek van het gebouw. In grotere constructies werd dit verwezenlijkt door een gesloten circuit van ijzeren staven in te werken in het metselwerk. De staven hadden een ronde of vierkante doorsnede met een diameter of zijde van 3 à 5 cm. Aan hun uiteinden waren ze uitgerust met van schroefdraad voorziene ogen. In de ogen van twee, drie of vier samenkomende staven werd eenzelfde verticale muuranker gedraaid. Deze hele ijzeren structuur zat volledig of gedeeltelijk ingekapseld in het metselwerk.<sup>27</sup>

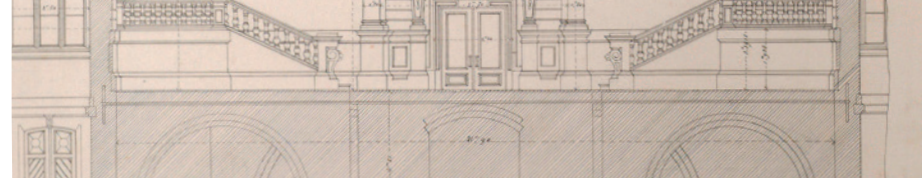
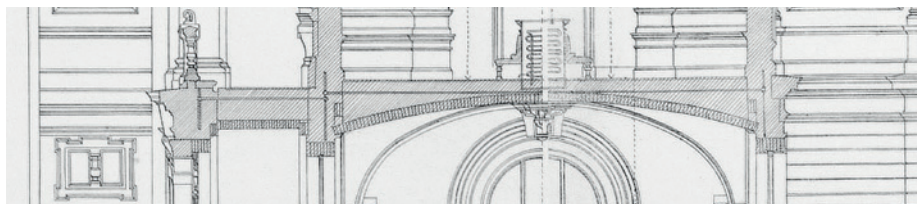


figuur 36. Verankering van gevels en muren door middel van ijzeren staven ingekapseld in het metselwerk.



Om de oxidatie van het ijzer tegen te gaan werden de staven en ankers omgeven met cementmortel. Kalkmortel was immers heel wat schadelijker voor het smeedijzer. Wanneer geen cementmortel voorhanden was, lagen de staven in een holte die hen enkele millimeters speling gaf. Zo gingen de staven minder snel roesten en oefenden ze geen druk uit op het metselwerk na hun uitzetting die met het roesten gepaard ging. In alle geval werden alle ingewerkte ijzeren delen vooraf beschermd met twee of drie dikke lagen olieverb.<sup>28</sup>

Om de oxidatie van het ijzer tegen te gaan werden de staven en ankers omgeven met cementmortel. Kalkmortel was immers heel wat schadelijker voor het smeedijzer. Wanneer geen cementmortel voorhanden was, lagen de staven in een holte die hen enkele millimeters speling gaf. Zo gingen de staven minder snel roesten en oefenden ze geen druk uit op het metselwerk na hun uitzetting die met het roesten gepaard ging. In alle geval werden alle ingewerkte ijzeren delen vooraf beschermd met twee of drie dikke lagen olieverb.<sup>28</sup>



figuur 37. IJzeren trekkers in het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890).

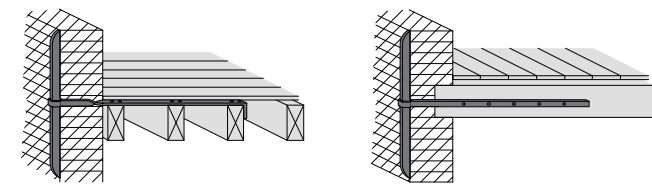
In gewone constructies kon deze onuittrekbare riem gevormd worden door horizontale versterkingen in alle gevels toe te passen. Hierbij werden alle stenen met elkaar verbonden door middel van ijzeren haken. Maar zoals eerder reeds aangehaald waren deze horizontale versterkingen in de meeste gevallen slechts decoratie. Doorgaans werd de stabiliteit en samenhang van kleinere constructies tot stand gebracht door de vloerplaten aan de gevels te verbinden met muurankers.<sup>29</sup>

Aan het begin van de 20ste eeuw kwam het gebruik van beton in de bouwsector in opmars. Vanaf dan werd de continue riem meer en meer vervaardigd uit een ceintuur van gewapend beton.<sup>30</sup>

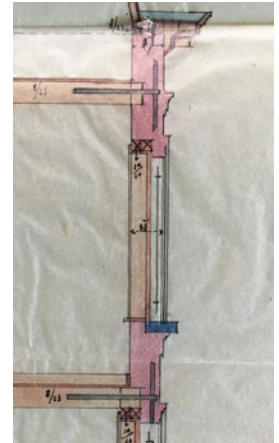
### Muurankers

In plaats van de doorlopende staven in het metselwerk, of eventueel in combinatie ermee, kon men de vloerconstructie vastmaken aan de gevels door middel van muurankers. Deze muurankers werden zowel in de gevels parallel aan de vloerbalken als in de gevels dwars op de vloerbalken bevestigd.<sup>31</sup>

Het gedeelte van het anker dat op de balken bevestigd werd, noemde men de ankerstaart. Deze ijzeren stang had een rechthoekige doorsneden van 1 tot 2 cm bij 3 tot 6 cm. Het verticale deel dat voor de effectieve verankering zorgde, heette ankersleutel of ankerplaat, afhankelijk van zijn vorm. Een ankersleutel kon zowel in het metselwerk verborgen worden, als in de gevel zichtbaar blijven. Inwendige sleutels waren doorgaans 75 cm lang en hadden een vierkante doorsnede met een zijde van 4 à 5 cm. De zichtbare sleutels en platen werden meestal rijkelijk gedecoreerd en hadden erg uiteenlopende vormen.<sup>32</sup>



figuur 39. Muuranker dwars op en parallel met de vloerbalken.



figuur 38. Gevel en vloer aan elkaar verankerd met muurankers.



figuur 40. Verborgene muuranker in de woning H. Smeyers in Gent (1930).



figuur 41. Zichtbare ankersleutel in de Leopoldskazerne in Gent (1890-1905).



## BEPLEISTERING

Gevelparementen werden regelmatig bedekt met een goed samenhangende laag mortel. Volledige gevelbepleistering was vooral geliefd in neoklassieke architectuur. Gedeeltelijke bepleistering werd in bijzonder veel gebouwen toegepast ter decoratie en als imitatie van natuursteen. In het interieur werden alle muren en plafonds bijna standaard gepleisterd.<sup>33</sup>

### Bepleistering op basis van kalk of cement

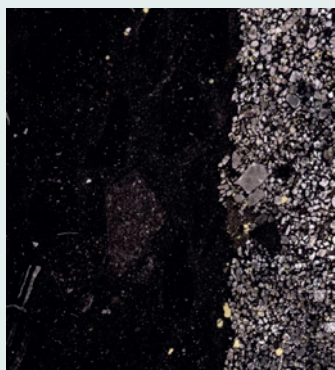
Een kalk- of cementbepleistering werd aangebracht in twee of drie lagen: allereerst de grondlaag, vervolgens een deklaag en eventueel nog een afwerklaag.

De grondlaag bestond uit ongeveer de helft bindmiddel en de helft zand of klei. Doorgaans bracht men de grondlaag in twee keer aan. De eerste laag werd met een borstel minimum 1 cm dik uitgesmeerd om nadien een tweede laag te ontvangen van minstens 0,5 cm dik. Het oppervlak werd uiteindelijk mooi recht afgewerkt met een regel.

De deklaag kwam bovenop de bijna droge grondlaag. Ten opzichte van de grondlaag-mortel bevatte de mortel voor de deklaag meer zand of klei en daarnaast ook aggregaten en toeslagstoffen die de pleister een bepaalde kleur of textuur moesten geven. Voor het interieur was dat bijvoorbeeld kalverhaar. Het zand was in dat geval heel fijn en de haren moesten goed verspreid zijn zodat ze geen klonters vormden. Na een zorgvuldige bereiding van de deklaagmortel, werd hij ongeveer 0,7 cm dik uitgesmeerd op de muur.

Wanneer men in de bepleistering decoratieve vormen wenste aan te brengen, kwam na de grondlaag en deklaag nog een derde afwerklaag. De dikte van deze afwerklaag hing af van de gewenste vormen maar in de dunst aangebrachte delen besloeg het slechts enkele millimeters.<sup>34</sup>

De gemeenteschool in de tuinwijk Het Rad in Anderlecht (1935-1939) werd volledig gepleisterd met beige, geel en zwart gekleurde pleisterlagen. Het gebouw vormt een mooie toepassing van de techniek van het pleisteren zoals hij hierboven staat beschreven.



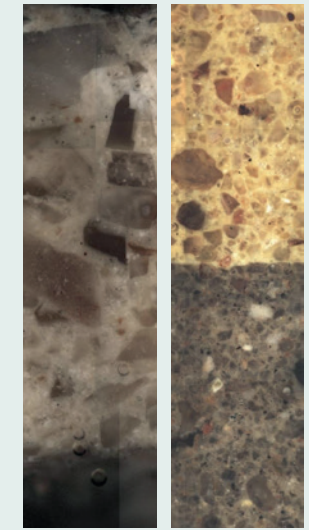
figuur 42. Detail van de zwarte bepleistering.

De zwarte granito bestaat uit een 1 cm dikke basislaag met daarop een 1 cm dikke zwarte afwerklaag. De basislaag bestaat uit een relatief poreuze mortel van cement en middelgroot rond kwartszand. De verhouding bindmiddel-aggregaat is 5:4. De zwarte afwerklaag is eveneens een cementmortel. Als aggregaat werd hier gruis van zwarte marmer uit Dinant toegevoegd. In de loop der tijd is de zwarte kleur enigszins afgebleekt.

De crèmekleurige en gele bepleistering zijn gelijkaardig opgebouwd. Ze beschikken over 1 à 2 'gekamde' basislagen van elk 1 cm dik met daarop een 0,5 cm dikke afwerklaag. De basislagen bestaan uit een

cementmortel met grof rond kwartszand. De afwerk-lagen zijn gemaakt op basis van hydraulische kalk om een bleke kleur te verkrijgen. De specifieke pigmenten van beide kleuren heeft men niet kunnen identificeren maar het kleurverschil wordt waarschijnlijk grotendeels bepaald door het gebruik van verschillende inerte stoffen. De crèmekleurige bepleistering bevat ronde en hoekige gemalen kalksteenfragmenten met een kalk-aggregaat verhouding van 1:1. De gele bepleistering bevat gemalen zandachtige kalksteen en grof rond kwartszand. De verhouding kalk-aggregaat bedraagt 1:2.

De verschillende lagen van de bepleistering zijn goed vastgehecht aan elkaar en aan hun ondergrond van baksteenmetselwerk of gewapend beton. In de afwerk-lagen zijn echter fijne krimp-scheuren ontstaan waarlangs regenwater kon infiltreren en zo grotere schade heeft teweeggebracht.<sup>35</sup>



figuur 43. Detail van de beige en gele bepleistering.



figuur 44. Basement bekleed met een bepleistering van bastaardmortel in de woning D. De Jaeger in Gent (1888).

Sinds het begin van de 19de eeuw werd de gevelbepleistering op basis van kalk frequent vervangen door een bepleistering op basis van cement. Een populaire cementbepleistering was bijvoorbeeld de simili-pierre, een nabootsing van natuursteen. De grondlaag bestond uit 1 deel (portland)cement en twee delen ruw zand of fijn grind. Hierop kwam een deklaag samengesteld uit 1 deel wit cement en 1,5 delen witte verpulverde en gezeefde natuursteen. In deze deklaag werden voegen gegraveerd om een steenverband te simuleren. Regen en fijn stof hadden echter een sterk vervuilende invloed op het cement waardoor de bepleistering er na enkele jaren al sterk verouderd kon uitzien.<sup>36</sup>

### Bepleistering op basis van gips

Poedervormig gips vermengd met water vormt een zeer witte mortel die snel opstijft en een hardheid verkrijgt analoog aan die van zachte kalksteen. De mortel mengt zich echter moeilijk met zand waardoor gips meestal puur werd gebruikt. In deze pure vorm was de bepleistering evenwel heel gevoelig aan water. Het zwol, kromp en loste zelfs op. Daarom kon gipsmortel enkel gebruikt worden als interieure parementafwerking.<sup>37</sup> Gipsbepleistering werd net zoals kalk- en cementbepleistering aangebracht in meerdere lagen. In de achtereenvolgende lagen werd de gips steeds fijner en aangelengd met steeds minder water.<sup>38</sup>

1. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p94
2. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p119-120  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p94
3. Demanet, A. (1889), p45  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p2
4. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p58-72  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p2
5. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p58-72
6. Demanet, A. (1889), p90
7. Cloquet, J.N. (1954), p11-12  
Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p119
8. Cloquet, J.N. (1954), p11-12  
Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p119
9. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p138, 143-144, 148-149  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p200-201
10. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p138, 143-144, 148-149  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p200-201
11. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p44-45  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p202-205
12. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p44-45  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p202-205
13. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p203 en 205
14. Demanet, A. (1861), p221  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p201
15. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p121 en p138  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p201
16. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p121 en p138  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p201
17. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p138 en p121-123  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p201
18. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p138 en p121-123  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p201
19. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p179-180
20. Demanet, A. (1861), p219  
Demanet, A. (1889), p107-108  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p327  
Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p179-185  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p209
21. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p186-187  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p210
22. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p192  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p211
23. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p201 en 209-210  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p214
24. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
25. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 76
26. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212
27. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212
28. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212
29. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212
30. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273
31. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273-275  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212 en p231
32. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p273-275  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p212 en p231
33. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p282
34. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p282-284
35. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
36. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p284-285
37. De Vos, N. (1879), Vol. 1, p45  
Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p10-11
38. Cloquet, L. (1911), Vol. 2, p285



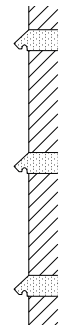
Volle metselwerkconstructies hebben geregeld te kampen met water- en vochtproblemen. Heel wat verschillende oorzaken kunnen hieraan ten grondslag liggen. Gevels opgetrokken met te poreuze bakstenen en weinig kwalitatieve mortel, lopen bijvoorbeeld een groot risico op regendoorslag, vooral wanneer ze zuid of west georiënteerd zijn. Regenwater kan zich ook een weg naar binnen banen langs bouwdetails die niet voorzien zijn van de nodige waterkeringen. Grondwater kan dan weer zorgen voor vochtproblemen in ondergrondse ruimtes of opgezogen worden vanuit de funderingen door de capillaire werking van bepaalde materialen. In andere gevallen ontstond condens in de gevels en op de binnenparementen ten gevolge van een vochtig binnenklimaat. Om deze water- en vochtproblemen te voorkomen of verhelpen bestonden verscheidene, al dan niet doeltreffende middelen en technieken.

## REGENWATER

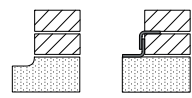
### Lijsten en waterkeringen

Horizontale lijsten hadden niet alleen een decoratieve rol, maar fungeerden doorgaans ook als bescherming tegen regenwater. In dat geval komen ze op verschillende hoogtes in de gevel voor. Waterlijsten steken enigszins uit ten opzichte van het geveloppervlak, zijn bovenaan afgeschuind en onderaan voorzien van een druipneus. Deze vormgeving zorgde ervoor dat het water dat op het bovenliggende metselwerk viel, van de gevel geworpen werd en niet verder over het metselwerk naar beneden kon lopen.<sup>1</sup>

Om decoratieve redenen werd de afschuining soms echter te flauw of helemaal niet uitgevoerd. In dat geval was het belangrijk om de voeg tussen de lijst en het metselwerk iets hoger te leggen zodat het water dat op de lijst bleef liggen niet de kans kreeg om in het metselwerk te penetreren. Een andere manier was het afdekken van de voeg met twee kleine bladen uit zink of lood. Dergelijke detailleringen golden overigens niet alleen voor lijsten maar voor alle ornamenten en bouwknopen waar het gevel- oppervlak in metselwerk samenkwam met een ander deel van de constructie.<sup>2</sup>



figuur 1.  
Waterlijsten



figuur 2. Detail van een lijst zonder afschuining

### Bescherming tegen het indringen van vocht

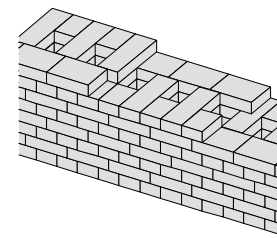
Een goed waterdichte gevel werd in eerste instantie verkregen door het gebruik van harde bakstenen en sterk hydraulische kalk- of cementmortel. Maar wanneer gevels opgebouwd waren uit weinig kwalitatieve materialen of gewoon frequent blootgesteld werden aan hevige slagregen, poogde men een grotere waterdichtheid te bekomen door het metselwerk te bedekken of te impregneren met waterafstotende stoffen. Een bepleis-

tering met eminent hydraulische mortel was een veel gebruikte oplossing. Daarnaast kon de gevel ook ingesmeerd worden met hydrofoberende middelen, olieverf of teer, al dan niet voorafgegaan door een bepleistering.<sup>3</sup>

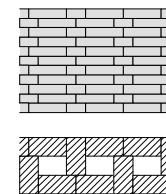
Waterglas of glasvernis was een waterafstotend middel dat aangewend werd om metselwerk te beschermen tegen vocht. In 1823 werd dit product uitgevonden in München en sinds 1841 werd het geproduceerd in Rijsel, vanwaar het ook zijn weg vond naar België. Het glasvernis was een wateroplossing van kaliumsilicaat, dat verkregen werd door het smelten van een mengsel van zand, potas en kalk. Een analoog maar efficiënter product werd tegen 1880 uitgevonden door Kessler. Hij produceerde een waterwerend middel op basis van fluorsilicaten van aluminium, zink en magnesium. Deze stoffen werden geleverd als kristallen en moesten opgelost worden in water om er vervolgens de parementen mee te impregneren. Naast hun waterafstotend oogmerk waren zowel het glasvernis als "Kessler's fluaten" in essentie een middel om kalksteen, poreuze silicaatsteen en bepleistering van gips, kalk en cement te verharderen. Ze hadden beiden echter als nadeel dat ze de vorming van schadelijke zouten en zoutuitbloei teweegbrachten.<sup>4</sup>

Het pleisteren en inoliën van gevels was een maatregel die gewoonlijk in de steden werd getroffen. Op het platteland werden muren die gevoelig waren voor vocht beschut door er eenvoudigweg een houten aanbouw voor te plaatsen. Deze constructies vormden bijvoorbeeld erkers, veranda's of overdekte balkons en droegen bij aan de decoratie van het geheel. Het hout was makkelijk te beschermen tegen de regen door het te schilderen met olieverf. Andere mogelijke beschuttingsomvatten een bekleding met leien, hout of speciale platte pannen. Muurdelen die niet meteen zichtbaar waren, zoals metselwerk boven de gemeenschappelijke muur, kregen een bekleding van lood, zink of blik.<sup>5</sup>

### Vroege spouwmuren



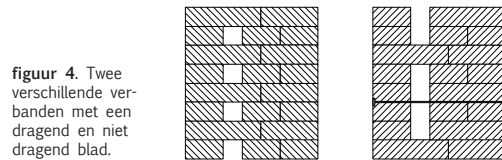
figuur 3. Twee verschillende verbanden (boven en onder) voor het optrekken van een dragende holle muur.



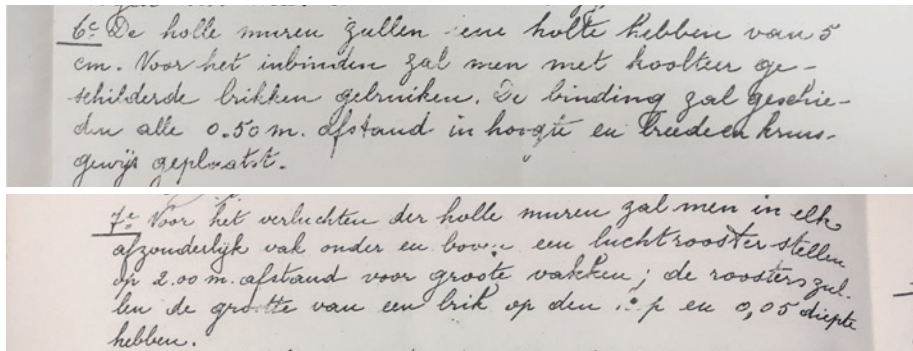
Voor omvangrijke constructies werd nu en dan het principe van de 'holle gevels' toegepast. In de loop van de 20ste eeuw groeide deze techniek uit tot de volwaardige spouwmuur en werd het ook steeds vaker toegepast in de gewone woningbouw. Holle gevels kon men op twee manieren verwezenlijken. Ofwel werden de volle bakstenen vervangen door geperforeerde, ofwel werden de volle bakstenen in een speciaal verband gemetseld zodat vides in het metselwerk ontstonden.<sup>6</sup>

In dit laatste geval kon men de vides zo positioneren dat het volledige metselwerk nog steeds zijn dragende functie vervulde. Het betrof hier dan weliswaar beperkte lasten en muren van geringe hoogte. In andere composities bestond de onvolledige spouwmuur duidelijk uit een dragend en een niet-dragend gedeelte. Het niet-dragende

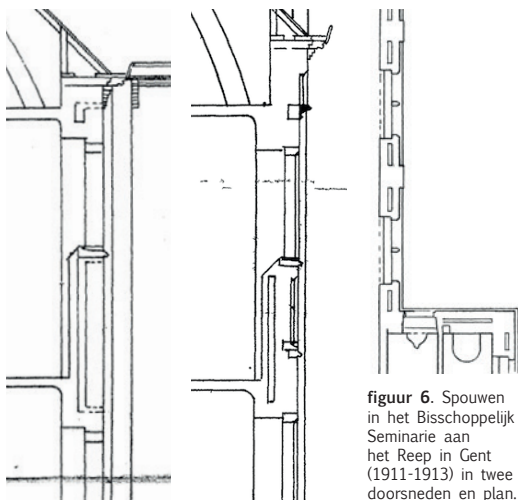
metselwerk kon zowel aan de buitenzijde als aan de binnenzijde geplaatst worden, al ging de voorkeur ook toen al sterk uit naar de buitenzijde. Afhankelijk van de schikking van de bakstenen waren de gevormde vides enkele centimeters tot 5 à 10 cm breed. Het niet-dragende metselwerk werd aan de dragende muur verbonden met verbindingsstenen en ijzeren ankers en haken. Om de transitie van vocht via de verbindingsstenen te bemoeilijken, werden deze bakstenen aan hun uiteinde soms geëmailleerd of volledig vervangen door hardstenen. De inwendige zijde van het dragende metselwerk werd ook dikwijls ingesmeerd met teer en dergelijke om het ondoordringbaar te maken voor het regenwater.<sup>7</sup>



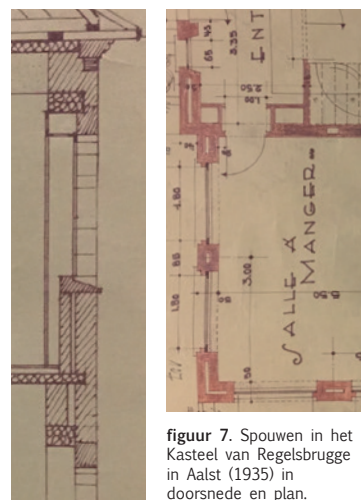
figuur 4. Twee verschillende verbanden met een dragend en niet dragend blad.



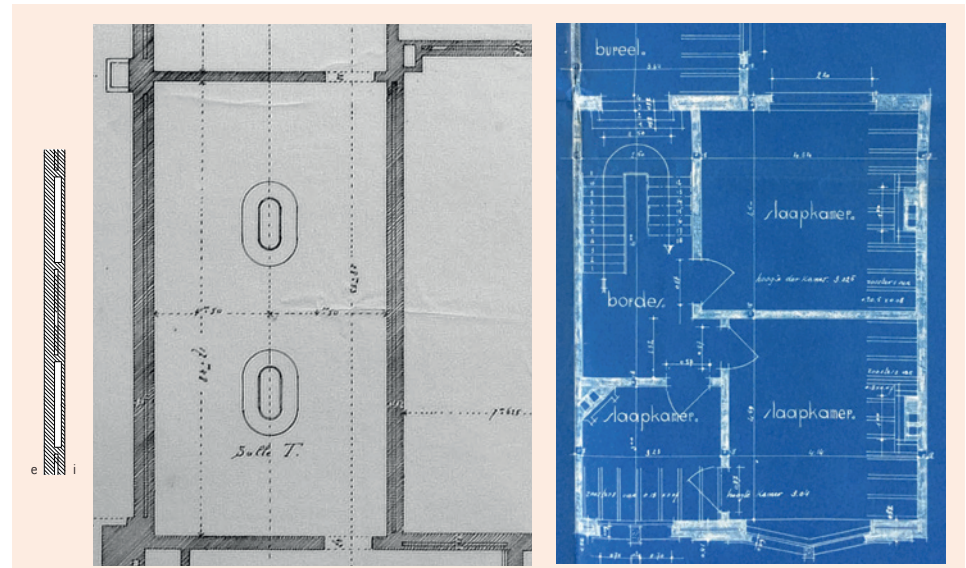
figuur 5. Fragmenten uit het standaardbestek van architect B. De Meyer (1939).



figuur 6. Spouwen in het Bisschoppelijk Seminarie aan het Reep in Gent (1911-1913) in twee doorsneden en plan.



figuur 7. Spouwen in het Kasteel van Regelsbrugge in Aalst (1935) in doorsnede en plan.



figuur 8. Spouwen in het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890), rechts het originele plan, links zoals effectief uitgevoerd.

figuur 9. Spouw in de voorgevel van de woning A. De Vleeschouwer in Gent (1933-1935).

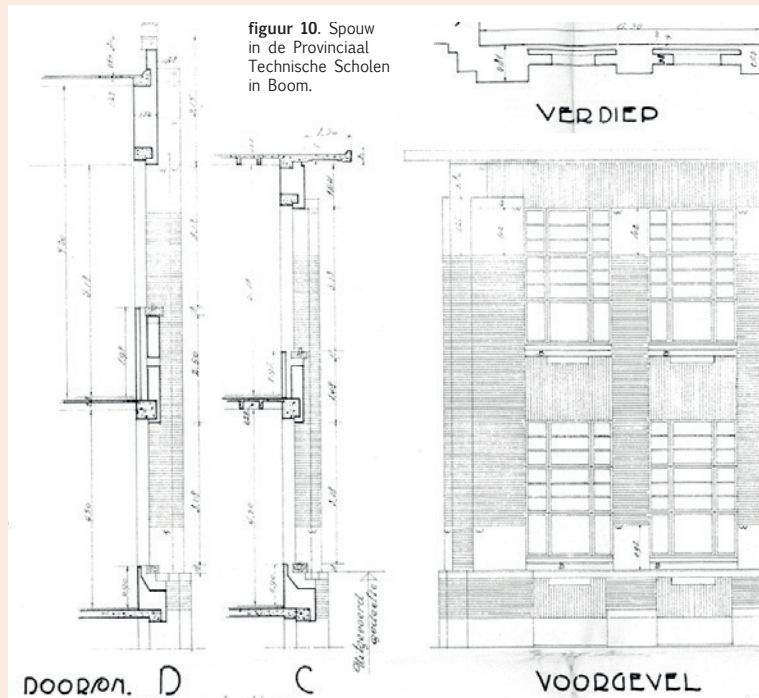
Deze vroege spouwmuren werden niet onmiddellijk in alle gevels van het gebouw toegepast. Aanvankelijk werden ze uitgevoerd in een beperkt gedeelte van het gebouw, zoals bijvoorbeeld in de zuid en west georiënteerde gevels of in de geveldelen waarachter zich een welbepaald vertrek bevond. In leefruimtes of in werkkamers en bibliotheken met boekenrekken, was het bijvoorbeeld wenselijk om droge muren te verzekeren.

In het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890), werd enkel de eerste verdieping van een spouw voorzien. In deze ruimtes hoorden immers schilderijen te hangen aan de binnenparementen van de gevels. Hoewel op de originele plannen een doorlopende spouw getekend staat, werden de gevels opgetrokken met als het ware inwendige kamers. Deze spouwen hebben telkens een lengte van 2 à 3 m en een breedte van alternerend 10 en 20 cm.<sup>8</sup>

In het bestek van de woning Dr. E. Bouwens in Lier (1907) vinden we volgend fragment terug: “Daar waar de salon en veranda komt zal men de scheidsmuur afkappen tot op een steen dikte en er dan een halve nevend zetten op een afstand van 0,05m dikte, in te ankeren met de nodige gegalvaniseerde ankertjes en langs de kant van de muur goed te bezetten met cement, ook is deze muur in cement te metselen.” De naastliggende woning had een geringere bouwdiepte waardoor de gemene muur die hierin vermeld wordt eigenlijk beschouwd kan worden als een wachtgevel met bovendien een zuidwestelijke oriëntering.<sup>9</sup>

Toch was de keuze voor een spouw in een bepaald deel van het gebouw niet altijd even logisch. In de plannen van de woning A. De Vleeschouwer (1933-1935) kan enkel in de voorgevel een spouw teruggevonden worden. Deze gevel heeft nochtans een noord-oostelijke oriëntering.<sup>10</sup>

De Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930) is een andere casestudie met een opmerkelijke spouwmuurconstructie. Net zoals de voorgaande voorbeelden werd slechts op een beperkt aantal plaatsen een spouw in de gevel voorzien. De spouwen worden verlucht met roosters in de gevel en lijken daarnaast ook bij te dragen aan de ventilatie van het binnenklimaat.<sup>11</sup>



## CONDENS

Vochtigheid en condens aan de binnenzijde van gevels werd op gelijkaardige wijze aangepakt als de bescherming tegen het indringen van vocht vanbuiten uit. De voornaamste remedie bestond uit het bedekken van de muren met hydraulische mortel, olieverf, teer of hydrofoberende stoffen. Zo probeerde men het metselwerk te onttrekken aan de directe invloed van de vochtige binnenlucht.<sup>12</sup>

In 19de en 20ste eeuwse constructies was condens op de binnenparementen echter zelden terug te brengen tot één enkele oorzaak. Deze hele serie afwerklagen vormde in vele gevallen dan ook slechts een tijdelijke oplossingen die de grote gebreken in de constructie niet verhielpen. Voor enige tijd leken ze de muren droog te houden maar ondertussen stapelde het water zich binnenin de constructie verder op tot het de afwerklagen uiteindelijk doorbrak en alsnog een weg naar buiten vond. De vochtige binnenzijde van de gevel werd dan ook menigmaal gewoon verstopt achter een lambrisering of voorzetwand.<sup>13</sup>

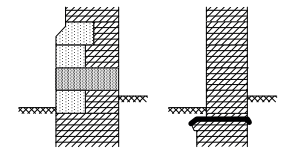
## GRONDWATER

Om grondwater te weren uit kelderconstructies en funderingen werden deze idealiter opgebouwd uit hele harde, niet poreuze natuurstenen met hele nauwe voegen zonder mortel. Op deze manier een waterdicht en samenhangend verband realiseren was echter te duur voor zelfs de meest prestigieuze gebouwen. Eenvoudigere oplossingen moesten het opstijgend vocht stoppen en ondergrondse verdiepingen droog houden.<sup>14</sup>

### Opstijgend vocht

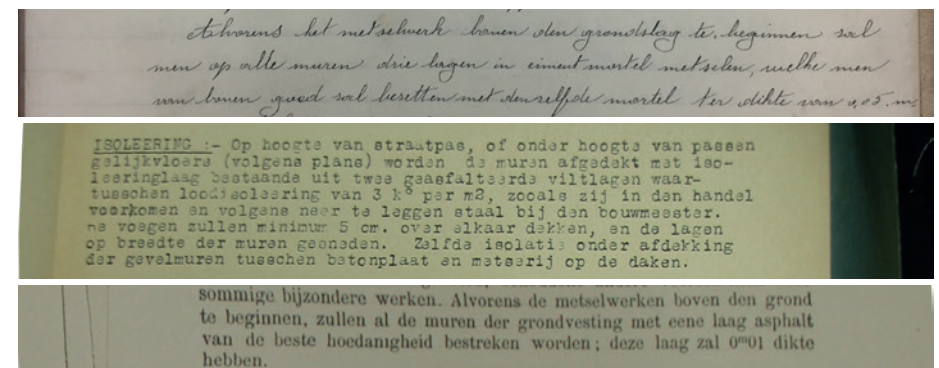
De methode om te verhinderen dat vocht vanuit de funderingen of ondergrondse muren optrok tot het gelijkvloers, was even simpel als efficiënt. Ongeveer ter hoogte van het maaiveld werd over de volledige dikte van het metselwerk een dikke of dunne laag in een ondoordringbaar materiaal ingewerkt. Dit materiaal kon variëren van leisteen en hardsteen tot asfalt, bitumen, gebitumeerd vilt, zink of lood.<sup>15</sup>

Vaak werd één steenlaag van de plint volledig in blauwe hardsteen uitgevoerd. Hierbij was het belangrijk dat de opgaande voegen tussen de stenen zo nauw mogelijk en zonder mortel werden uitgevoerd. Wanneer gebruik gemaakt werd van bladlood moesten de verschillende bladen goed aan elkaar gesoldeerd worden en 1 à 2 cm uit het metselwerk uitkragen. Omdat de mortel het lood kon aantasten werd het tussen twee slabben van geasfalteerd vilt geplaatst.<sup>16</sup>



figuur 11. Verhinderen van opstijgend grondvocht door middel van hardsteen (links) en bladlood in combinatie met geasfalteerd vilt (rechts).

Uit de casestudies blijkt vooral deze combinatie van bladlood en asfalt een veelgebruikt middel om het grondwater tegen te houden. Daarnaast kwam ook een andere methode aan bod waarbij ter hoogte van de straatpas drie baksteenlagen werden gemetseld met sterk hydraulische cementmortel. Hierop kwam nog een 5 cm dikke laag cementmortel alvorens de gevel verder op te bouwen in minder hydraulische mortel.<sup>17</sup>



figuur 12. Fragmenten uit de bestekken van de woning B. Van Hoof in Lier (1906-1907) (boven), de Fierensblokken in Antwerpen (1938-1939) (midden) en het Koninklijk Museum voor Schone Kunsten in Antwerpen (1884-1890) (onder).

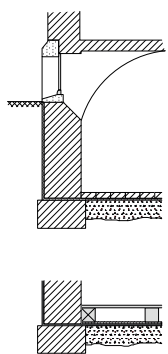
In één van de traktaten werd ook een voorbeeld gegeven van een gebouw waarin een waterkering uit bitumen werd verwerkt. In de hoofdzetel van de Algemene Spaar- en Lijfrentekas in Brussel (1888) werd het opstijgend grondwater verhinderd door een steenlaag net onder het maaiveld in te smeren met vloeibaar bitumen. Het bitumen had echter een glad oppervlak waardoor een horizontale kracht het glijden van het bovenliggende metselwerk had veroorzaakt en de muur 10 cm ten opzichte van zijn originele positie was verschoven. Met een vijzel heeft men de constructie uiteindelijk terug op zijn plaats kunnen brengen. Het risico op glijden was pas volledig geweken toen het gebouw hoog genoeg was opgetrokken en de verticale belasting groot genoeg was geworden om elke mogelijke horizontale kracht tegen te werken.<sup>18</sup>



figuur 13. Hoofdzetel van de Algemene Spaar- en Lijfrentekas in Brussel (Wolvengracht 44-46) gebouwd in 1888 naar ontwerp van architect P. Hankar.

#### Keldermuren en -vloeren

De mate waarin ondergrondse constructies waterbestendig gemaakt werden hing voornamelijk af van hun positie ten opzichte van de grondwatertafel. Volumes boven de grondwatertafel konden enkel vochtig worden ten gevolge van regenwater dat de grond insijpelt na een regenbui. Wanneer de kelder zich onder de grondwatertafel bevond, kregen zijn wanden en vloer permanent grote waterdrukken te verduren.<sup>19</sup>

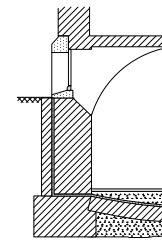


figuur 14. Kelderconstructie met wanden uit metselwerk bedekt met mortel of asfalt en twee voorbeelden van een vloeropbouw

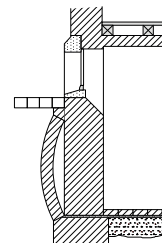
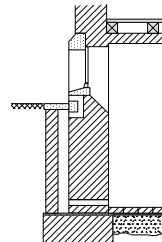
#### Kelder boven de grondwatertafel

Voor ondergrondse constructies die slechts occasioneel nat werden, was het voldoende om de keldermuren op te trekken in sterk hydraulische mortel en aan de buitenzijde te bekleden met een laag cement-, as- of trasmortel. Omdat in deze bepleistering mogelijks barsten en scheuren ontstonden waarlangs het vocht toch kon binnendringen, werd de binnenzijde ook preventief behandeld met waterkerende afwerkklagen. Om een continue bescherming van de ondergrondse ruimtes te verwezenlijken, liep de laag mortel best door in de vloerconstructie. Soms werd de bepleistering ook gecombineerd met, of vervangen door, een laag asfalt.<sup>20</sup>

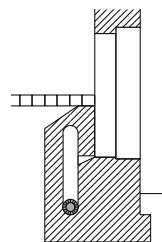
In de loop van de 20ste eeuw werden keldermuren steeds meer uitgevoerd in beton. Vooral wanneer de constructie werd omringd door grond met een hoog watergehalte, verkoos men beton boven metselwerk.<sup>21</sup>



figuur 15. Kelderconstructie met wanden uit metselwerk gevolgd door een laag mortel of asfalt en opnieuw metselwerk.



figuur 16. Keldermuren uitgerust met spouw.

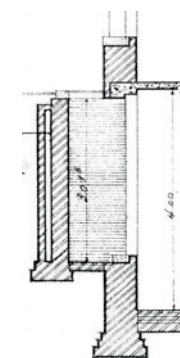


figuur 17.

#### Kelder onder de grondwatertafel

Wanneer het permanente niveau van het grondwater hoger lag dan de vloer van de ondergrondse ruimtes, was het niet eenvoudig de constructie te beschermen tegen indringend vocht. Na het dragende metselwerk en de cement- of asfaltlaag volgde nog een extra steense of halfsteense muur. Niet alleen om het water op verdere afstand te houden maar in eerste instantie om de cement- of asfaltlaag te beschermen tegen beschadigingen zodat geen barsten en scheuren optraden. Ook binnenin de kelder werden de wanden steeds afgewerkt met een laag as-, tras- of cementmortel. De vloeren werden geconstrueerd uit verschillende lagen van beton, baksteen, cementmortel en asfalt. Wanneer een grote vloeroppevlakte aanzienlijke waterdrukken moest trotseren, werden de onderste lagen van de vloerconstructie ook wel vormgegeven als omgekeerde gewelven.<sup>22</sup>

In het geval de ondergrondse verdieping niet enkel als kelder diende maar ook bewoond werd, achtte men het nodig om de muren aan de buitenkant te verluchten. De steense of halfsteense muur werd dan iets verder gepositioneerd zodat een vide ontstond waarin lucht kon circuleren via gevelroosters en ventilatieleidingen of ventilatiegaten. Het buitenspouwblad moest kunnen weerstaan aan de duwkrachten van de aarde en werd daarom op bepaalde afstanden ondersteund door ijzeren ankers of verbindingsstenen, analoog aan de technieken van de vroege spouwmuren. Een ander constructietype bestond uit het vormgeven van de buitenspouwbladen als gewelven volgens een horizontale of verticale boog. Figuur 17 toont een ingenieuzer systeem waarbij het water dat in de vide accumuleerde weggevoerd werd naar een waterput via een goot in lichte helling.<sup>23</sup>



figuur 18. Kelderconstructie in de Provinciaal Technische Scholen in Boom (1926-1930).

1. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p139  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p213
2. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p140  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p213
3. Demanet, A. (1889), p227-228
4. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p287  
Bot, P. (2009), p117-118  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p231  
Demanet, A. (1889), p227-228
5. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p231  
Demanet, A. (1889), p227-228
6. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p230-231  
De Vos, N. (1879), Vol. 1, p326  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p230  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p118-119
8. B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
9. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr. 63
10. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, GAGB/BA/1933//2783
11. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
12. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p231-232  
Demanet, A. (1889), p227-229
13. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p231-232  
Demanet, A. (1889), p227-229
14. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p227
15. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p227  
Demanet, A. (1889), p226
16. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p228  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p247
17. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr. 64 en 74
18. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p227
19. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p250  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p229
20. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p247  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p228-229
21. Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p247  
Combaz, P. (1895), Vol. 5, p228-229
22. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p229  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p249
23. Combaz, P. (1895), Vol. 5, p229-230  
Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p250-251  
Demanet, A. (1889), p224-225



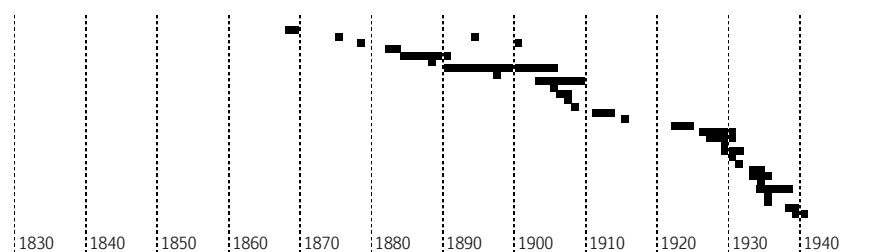
**Casesstudies**

Om het overzicht te bewaren, worden in dit hoofdstuk alle cases samengevat en gebundeld. Hoewel er sterke verschillen heersen in de aard van de bronnen en de precieze informatie van elk gebouw, werd evenwel geprobeerd alle casestudies in een uniforme fiche te gieten. Onderstaande grafieken geven de spreiding van de casestudies in tijd, ruimte en typologie grafisch weer.

## ALGEMENE STATISTIEKEN

### Spreiding in tijd

Figuur 1. vormt een tijdlijn van de onderzoeksperiode. Alle casestudies worden van boven naar onder chronologisch weergegeven aan de hand van hun bouwperiode. Een lang blokje representeert dus een case die men in meerdere jaren tijd heeft gebouwd. Twee blokjes op dezelfde hoogte wil zeggen dat ook de latere toevoegingen aan de site of aan het gebouw in dit onderzoek worden beschouwd.



figuur 1. Tijdlijn van de onderzoeksperiode met grafische weergave van de casestudies.

In deze tijdlijn is duidelijk zichtbaar dat de casestudies zich eerder aan het einde van de onderzoeksperiode situeren. Binnen het tijdsinterval 1830-1860 werden geen geschikte praktijkvoorbeelden gevonden. Desalniettemin liggen de cases binnen de periode 1870-1945 mooi verspreid.

### Spreiding in ruimte

In de onderstaande kaart werd de ligging van elke casestudie aangeduid met een sterretje. Onmiddellijk valt op dat een groot aantal cases zich concentreert binnen enkele steden.

Casestudies uit de provincies Limburg en Vlaams-Brabant ontbreken.

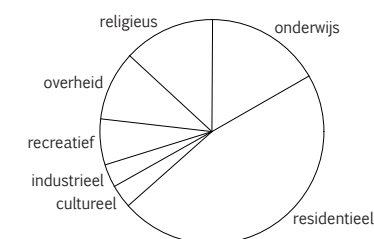
Deze spreiding is het logisch gevolg van de geraadpleegde bronnen. Het aangesproken restauratiebedrijf en architectuurkantoor zijn bijvoorbeeld hoofdzakelijk actief binnen de regio waar ze zijn gevestigd. De meest verspreide casestudies zijn afkomstig van onderzoeksinstituten en overheidsinstanties.



figuur 2. Kaart van Vlaanderen met grafische weergave van de casestudies.

### Spreiding in typologie

In dit onderzoek werd niet gefocust op een specifieke typologie. Het merendeel van de casestudies bestaat echter uit woongelegenheden. Daarnaast komen ook vijf onderwijsgebouwen en vier kerken aan bod. Tot de groep overheidsgebouwen behoren een gemeentehuis, een sanatorium en een kazerne. Een feestzaal en renbaan werden binnen de categorie 'recreatief' ondergebracht. Het enige culturele gebouw betreft een museum. De ijskelders vallen onder de noemer van industriële architectuur.



figuur 3. Cirkeldiagram met typologische spreiding van de casestudies.

## CHRONOLOGISCH GEORDENDE FICHES

Een fiche beslaat telkens een dubbele pagina. In de kader rechts bovenaan worden de algemene gegevens van het gebouw weergegeven zodat makkelijk door dit hoofdstuk kan gebladerd worden. Net zoals in de overige hoofdstukken worden de voetnoten achteraan verzameld. De herkomst van de afbeeldingen kan teruggevonden worden in de sectie 'Afbeeldingen, tekeningen en tabellen' aan het einde van de scriptie.

## Baksteen

- baksteen Doorheen de hele muur werd éénzelfde type baksteen gebruikt met een rode tot donkerrood gevlamde kleur.
- verband Het metselwerk in kruisverband vertoont over het algemeen nog een goede samenhang, desondanks enkele hiaten hier en daar. De legmortel vult het mortelbed bijna volledig op.
- muurdikte De muur is ca 75 cm dik ter hoogte van de plint en ca 70 cm er boven.



## Mortel

- legmortel De legmortel is een erg bindmiddelrijke kalkmortel uit licht tot matig hydraulische kalk met fijn kwartszand en natuursteen- en houtskoolfragmenten. Hij is grof en bevat veel kalkpitten. Zijn poriënstructuur is fijner dan de baksteen met een groter totaal poriënvolume.
- voegmortel In de plint van de zuidwestelijke gevel is de voegmortel een grijze cementmortel. In het geveloppervlak van de zuidwestelijke gevel is de voegmortel een lichter gekleurde cementmortel door eventuele toevoeging van kalk. De voegmortel in de noordoostelijke gevel is een kalkmortel.
- interieure bepleistering De originele bepleistering is 1 tot 1,5 cm dik en kalkgebonden. Boven de lambrisering werd de kerk herpleisterd met een 3 à 4 cm dikke cementering en daarop een afwerklaag van 1 à 2 mm uit gips.

## Schade

De schade aan de kerk is vooral een zoutuitbloei aan de binnenafwerking van de zuidwestelijke gevel. Aan het buitenoppervlak van dezelfde gevel zijn de voegen ook beschadigd. Het probleem aan de binnenafwerking wordt veroorzaakt door doorslaand vocht in de zuidwestelijke gevel in combinatie met migratie van zouten naar het binnenoppervlak. Door de relatieve vochtigheid in de kerk blijven de zouten dagelijks oplossen en uitkristalliseren waardoor de zoutschade blijft toenemen. De zouten zijn afkomstig van een actieve bron van opstijgend vocht uit het (recent) verleden. Het vochttransport doorheen de gevel situeert zich voornamelijk in de legmortel. Door zijn specifieke materiaaleigenschappen, de hydrofuge en voegmortel blijft de legmortel langdurig vochtig. Hierdoor loopt de voegmortel een ernstig risico op vorstschade. Het risico op rechtstreekse vorstschade aan de baksteen is daarentegen eerder beperkt.



## ONZE-LIEVE-VROUW ONBEVLEKT ONTVANGEN <sup>1</sup>

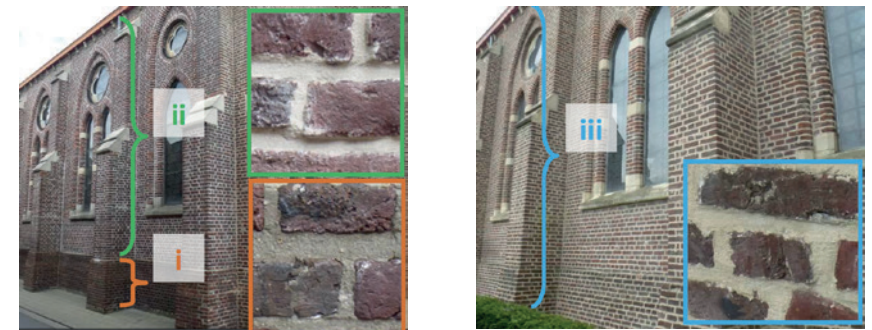
Deerlijk, West-Vlaanderen  
gebouwd in 1868 en 1869  
parochiekerk



Deze neogotische kerk werd gebouwd naar ontwerp van provinciaal architect P. N. Croquison ter vervanging van een 17de eeuwse kapel. Tijdens de eerste wereldoorlog werd de kerk sterk beschadigd. De herstellingswerken werden uitgevoerd in 1921 en 1922.<sup>2</sup>

## Bouwgeschiedenis

Oorspronkelijk was de legmortel van de constructie ook de voegmortel. In de loop der jaren werd de kerk volledig hervoegd en kreeg de zuidwestelijke gevel een waterwerende behandeling, waarvan het effect vandaag nog steeds duidelijk merkbaar is. Desondanks kan het regenwater onder winddruk toch in de gevel penetreren via fijne scheurtjes. Enkele jaren na de hydrofuge werd het zuidwestelijke geveloppervlak boven de plint (vanaf 1,2 m) opnieuw hervoegd waardoor het voegwerk hier ook actief bijdraagt aan de wateropname.





### Baksteen

baksteen Metselwerk in bruinrode handgemaakte bakstenen.  
 spouw De wanden van de ijskelders zijn voorzien van een 16 cm dikke spouw. Het spouwblad dat grenst aan het grondmassief is ongeveer 27 cm dik. De dikte van het binnenspouwblad is zowel in horizontale als verticale zin niet constant en varieert van 26 tot wel 33 cm.  
 De vloerconstructie bestaat uit 5 lagen baksteen waarin gootjes gevormd werden als drainagesysteem tegen opstijgend vocht.

### Mortel

Zowel de oude als de nieuwe ijskelder werden opgebouwd met een sterk hydraulische kalkmortel. De kalk werd vermengd met middelgrof, hoekig groevekwartszand en gemalen kalksteen.

### Schade

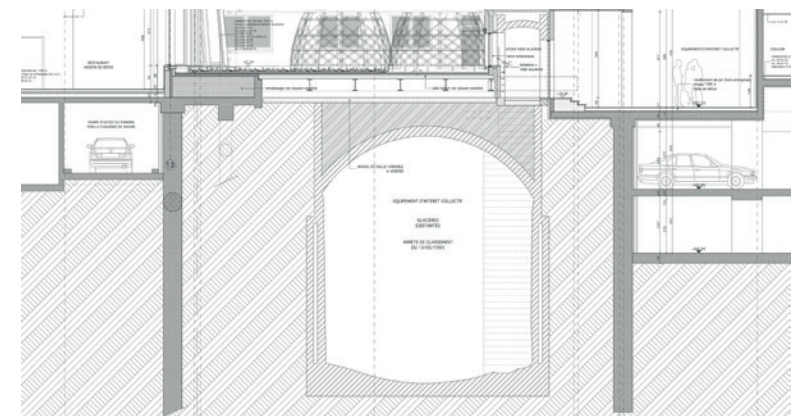
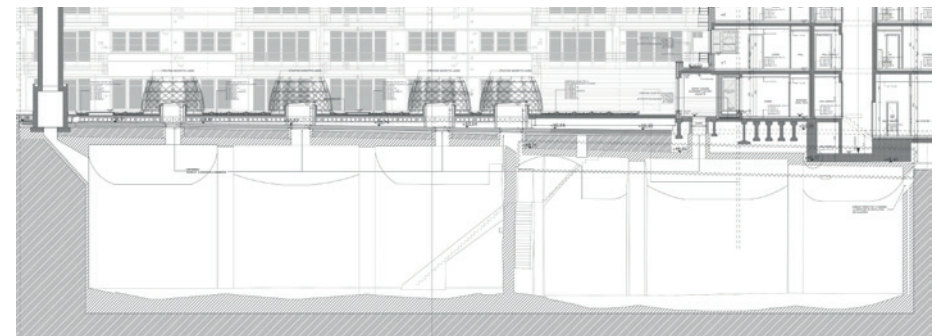
De vloer en wanden van de ijskelders worden continu bevochtigd door opstijgend grondvocht en zijdelingse migratie van vocht uit het aanpalend grondmassief. In het metselwerk werd enige zoutcontaminatie gedetecteerd, meer in de mortel dan in de baksteen. Deze zouten kunnen afkomstig zijn van grondvocht en/of voorgaande (industriële) praktijken die hebben plaatsgevonden in de ijskelders. Maar zolang de relatieve vochtigheid niet verder daalt dan 50% wordt weinig tot geen zoutschade verwacht.

### KONINKLIJKE IJSKELDERS <sup>3</sup>

Oudergem, Brussel  
 de eerste ijskelder werd opgericht in 1875, een tweede volgde in 1894  
 ijskelder



In het kader van de ontwikkeling van Brussel op initiatief van Leopold II, ontsproten in de 19de eeuw een dertigtal ijsfabrieken in het Brusselse. Glacières Royales was één van de vijf grote firma's in het inzamelen, opslaan en verkopen van ijs. Tot aan WOI bleven de ijskelders in gebruik tot ze door de opkomst van de koelkast in vergetelheid raakten.



## Baksteen

weeglokaal

Het weeglokaal is opgebouwd uit witte en rode handgevormde bakstenen in horizontale decoratieve banden. De parementen zijn opgetrokken in Vlaams verband terwijl aan de binnenkant van de gevels een slordig kruisverband te zien is.

tribunes

De tribunes hebben een draagstructuur van baksteen en beton. De gevels werden bedekt met een bepleistering.



## Mortel

weeglokaal

Het weeglokaal is opgebouwd met een kalkgebonden mortel die hol is afgewerkt.

tribunes

Bij de tribunes werd het metselwerk bepleisterd en geschilderd in alternerend rode en witte banden waarin bakstenen worden geïmiteerd.



## Natuursteen

De gevels van het weeglokaal rusten op een arduinen plint waarvan de steen de volledige dikte van de muur inneemt. De venster en deuroplijstingen zijn gevormd in witte natuursteen met een ijzeren balk als linteel.



## Schade

Over het algemeen zijn de gebouwen sterk verouderd door een gebrek aan onderhoud en, als gevolg hiervan, waterinfiltratie. Ze vertonen vochtplekken, de verf is sterk verouderd, de pleisterlagen komen los, staal is verroest, er groeien mossen en algen, ... . In het weeglokaal heeft het dragend metselwerk ook structurele problemen. In de loop der jaren heeft het gebouw sterke vervormingen ondergaan ten gevolge van differentiële zettingen in de ondergrond. Hierdoor zijn scheuren ontstaan en begon het metselwerk te desorganiseren.

## HIPPODROOM VAN WATERMAAL-BOSVOORDE <sup>4</sup>

Ukkel, Brussel

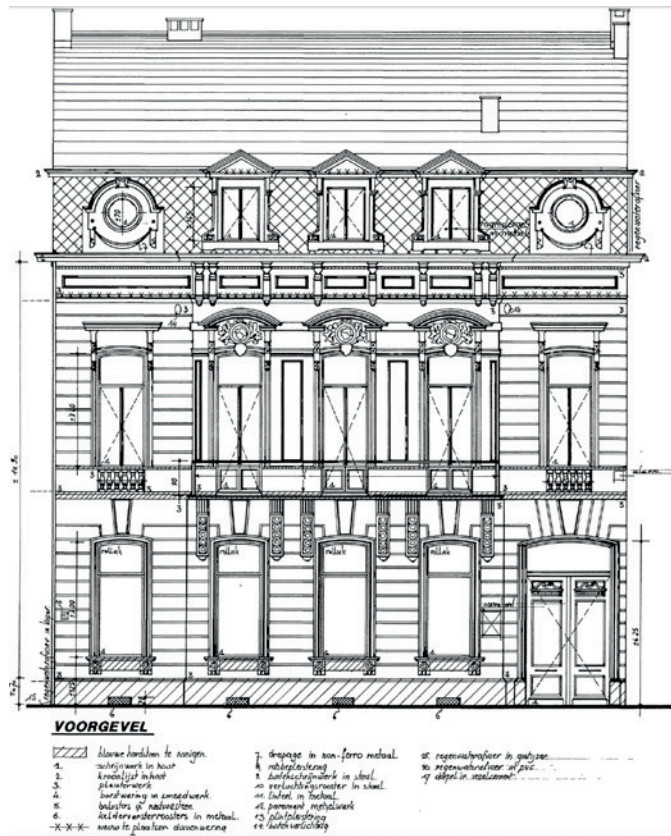
de grote en kleine tribune zijn gebouwd in 1878, het weeglokaal werd aan de renbaan toegevoegd in 1900

tribunes en weeglokaal



De hippodroom ontstond in 1875, toen landschapsarchitect E. Keilig de plannen voor de renbaan opmaakte. Doorheen de jaren onderging de site talrijke veranderingen en verbouwingswerken. De tribunes werden in 1878 gebouwd in een eclectische stijl. De grote tribune werd meermaals verbouwd en vergroot terwijl aan de kleine tribune weinig wijzigingen zijn doorgevoerd. Het weeglokaal wordt gekenmerkt door twee grote bouwfases: het oorspronkelijk gebouw in eclectische stijl met typeringen uit de art nouveau (1900) en een modernistische uitbreiding door architect Breydel (1951).



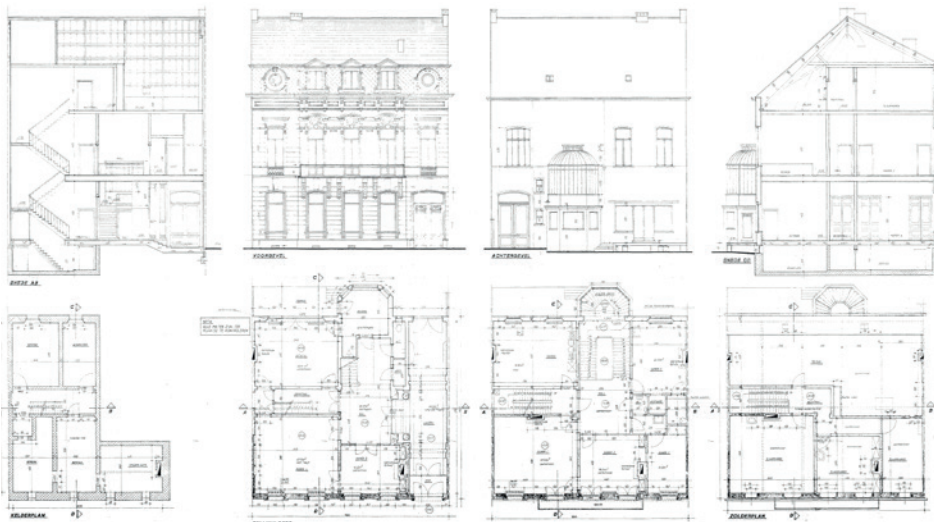


## HUIS THUYSBAERT <sup>5</sup>

Lokeren, Oost-Vlaanderen  
gebouwd van 1882 tot 1883  
woning



Het statig neobaroek herenhuis van vijf travéeën en twee bouwlagen werd ontworpen door architect Emile Van Hoecke voor de lokerse oliehandelaar en brouwer Hector Thuysbaert. Zowel de voor- als achtergevel werden bepleisterd en beschilderd.<sup>6</sup>



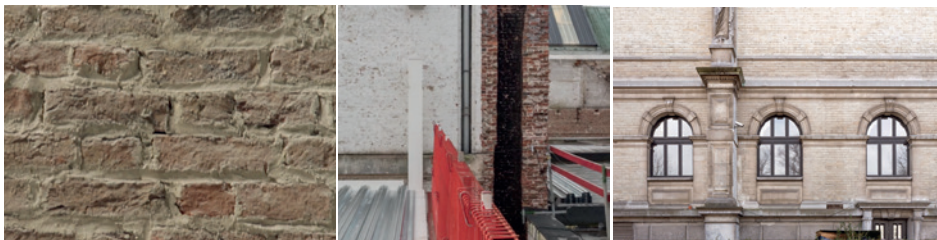


### Baksteen

- draagstructuur Het museum is opgetrokken in baksteen, natuursteen en staal.
- kernmetselwerk De muren zijn opgebouwd uit handgevormde Boomse klampsteen (190 x 90 x 50 mm<sup>3</sup>).
- parement In de voor-, achter- en zijgevels werd de klampsteen bekleed met natuursteen. In de gevels die de patio's omsluiten is de Boomse klampsteen ook de parementsteen.
- spouw Enkel in de bel-etage verdieping werden spouwen ingewerkt in de vorm van verticale kamers in het metselwerk.

### Mortel

- voegmortel Het metselwerk werd opgevoegd met een kalkgebonden mortel uit Doornikse hydraulische kalk. In de straatgevels is de voegmortel aangemaakt met 'scherp en mager' zand in de kalk-zand verhouding 2:1. De patiogevels hebben een voegmortel uit heizand in de kalk-zand verhouding 1:1.
- legmortel In het onderste gedeelte van het gebouw werden de bakstenen gelegd met een asmortel (kalk-steenkoolas verhouding 1:1). Daarboven werd een zandmortel gebruikt uit waterkalk en grof Scheldezand (kalk-zand verhouding 1:1).
- voegen Zichtbare voegen zijn afgewerkt in Hollands snijwerk.



### Natuursteen

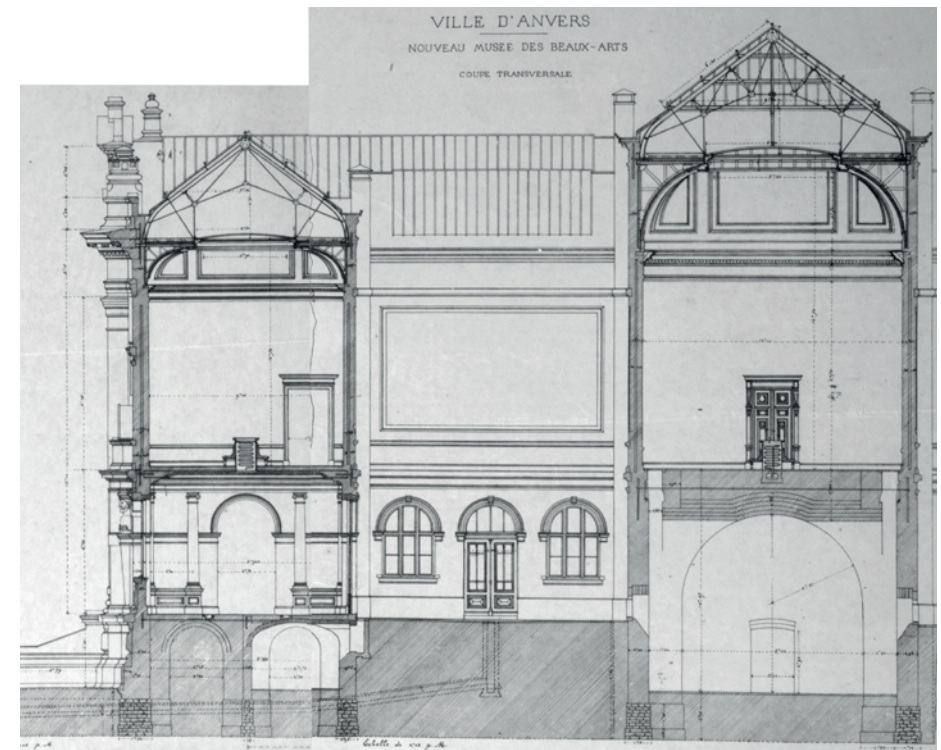
Het museum heeft vier lijstgevels van Franse witte natuursteen hoofdzakelijk uit Euville, hier en daar werd ook natuursteen uit Savonnière gebruikt of de Belgische Gorbertanger steen. De gelijkvloerse onderbouw heeft een parement in Belgische petit granit.<sup>9</sup>

## KONINKLIJK MUSEUM VOOR SCHONE KUNSTEN <sup>7</sup>

Antwerpen, Antwerpen  
gebouwd tussen 1884 en 1890  
museum



Deze monumentale eclectische architectuur is van de hand van twee jonge Antwerpse architecten, J. Winders en F. Van Dijk. Het werd opgericht in het nieuwe stadskwartier Het Zuid voor de groeiende schilderijenverzamelingen van het door Napoleon opgerichte museum. Een dergelijke tempelachtige opzet past geheel in de imposante 19de-eeuwse museumarchitectuur zoals die toen werd toegepast in Europa.<sup>8</sup>





### Baksteen

verband De gevels bestaan uit volle muren in kruisverband.

### Mortel

speklagen De bakstenen gevels worden horizontaal belijnd met speklagen in simili-pierre. Het metselwerk werd hiervoor iets achteruit gemetseld waardoor de 0,5 cm dikke cementering in hetzelfde vlak als de bakstenen ligt.

basement De gelijkvloerse verdieping werd opgetrokken in baksteen en bekleed met een bepleistering van bastaardmortel waarin zogenaamde bossages geïmiteerd worden.



### Natuursteen

De ramen op de eerste verdieping worden omlijst met witte natuursteen, op de tweede verdieping bestaan de raamomlijstingen uit baksteen bekleed met simili-pierre. Ook voor het vormen van de ornamenten werd zowel echte natuursteen als een imitatie ervan met pleister aangewend. In de gelijkvloerse verdieping werd blauwe hardsteen verwerkt voor de plint en een horizontale lijst.

### WONING D. DE JAEGER <sup>10</sup>

Gent, Oost-Vlaanderen

gebouwd in 1888

woning



Dit neoclassicistisch getinte hoekhuis van vijf traveeën en vier bouwlagen werd opgetrokken naar ontwerp van architect A. Ledoux.<sup>11</sup>





### Baksteen

- parement De gevels zijn opgetrokken in gele en rode bakstenen, soms kunnen ook duidelijk bruinere bakstenen onderscheiden worden. De hoofdgebouwen zijn hoofdzakelijk opgebouwd in gele bakstenen. De recentere gebouwen in rode. De bakstenen zijn onderling zeer divers op het gebied van materiaal-eigenschappen. Vooral binnen de gele bakstenen heerst een grote spreiding in materiaaleigenschappen. Een belangrijk aandeel van de gevelstenen is niet vorstbestendig.
- muurdikte De gevels zijn opgebouwd in vol metselwerk met diktes die kunnen variëren van 21cm tot 56 cm.
- verband Gevels in zuiver kruisverband.

### Natuursteen

Het metselwerk rust op een zware breukstenen plint. Daarnaast werd in de gevels overvloedige blauwe hardsteen verwerkt, onder meer voor het vormen van hoeken, horizontale lijsten, venster- en nisomlijstingen, kroonlijsten, enz.



### Schade

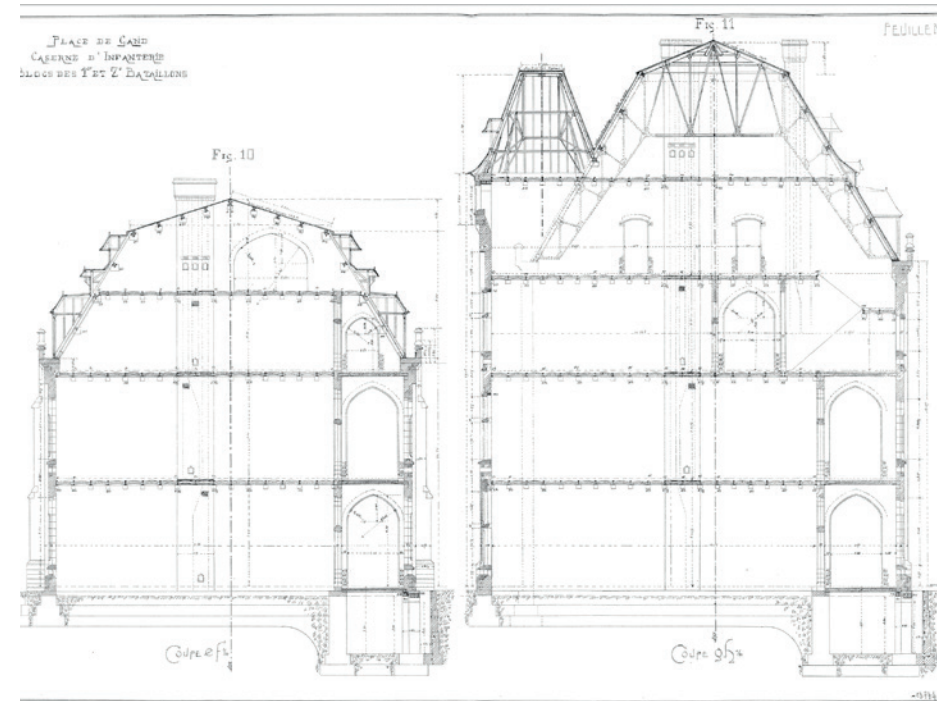
De gebouwen hebben een zekere graad van vervuiling maar over het algemeen zijn ze in vrij goede staat. Op verschillende plaatsen kan vorstschade vastgesteld worden in de vorm van afgeschilferde bakstenen en ontbrekende voegen.

### LEOPOLDSKAZERNE <sup>12</sup>

Gent, Oost-Vlaanderen  
gebouwd tussen 1890 en 1905  
vestingbouw



Op de plaats van de vroegere infanteriekazerne (gesloopt in 1830) is dit enorm militair complex in eclectische stijl gebouwd, naar ontwerp van architect Modeste de Noyette. Op de vijfhoekige plattegrond zijn verschillende gebouwen ingeplant waarvan de zware, vrij gesloten gevels het geheel een groot burchtallure geven.<sup>13</sup>





### Baksteen

dikte Op het gelijkvloers is de gevel 44 cm dik. Ieder verdiep wordt de muur 11 cm dunner.

verband De gevels zijn opgebouwd in kruisverband. In de deuropening lijkt de gevel te zijn geconstrueerd uit twee steense muren ipv één tweesteense muur.

### Mortel

voegmortel De gevels zijn afgewerkt met een kalkmortel in de vorm van een knipvoeg. De voegmortel is vermoedelijk ook de legmortel.

### Natuursteen

In de gevel werd zowel echte blauwe hardsteen verwerkt als geïmiteerde blauwe en witte natuursteen. In dit laatste geval werden de bakstenen iets uitgemetst en vervolgens bepleisterd.



### WONING A. BOONE <sup>14</sup>

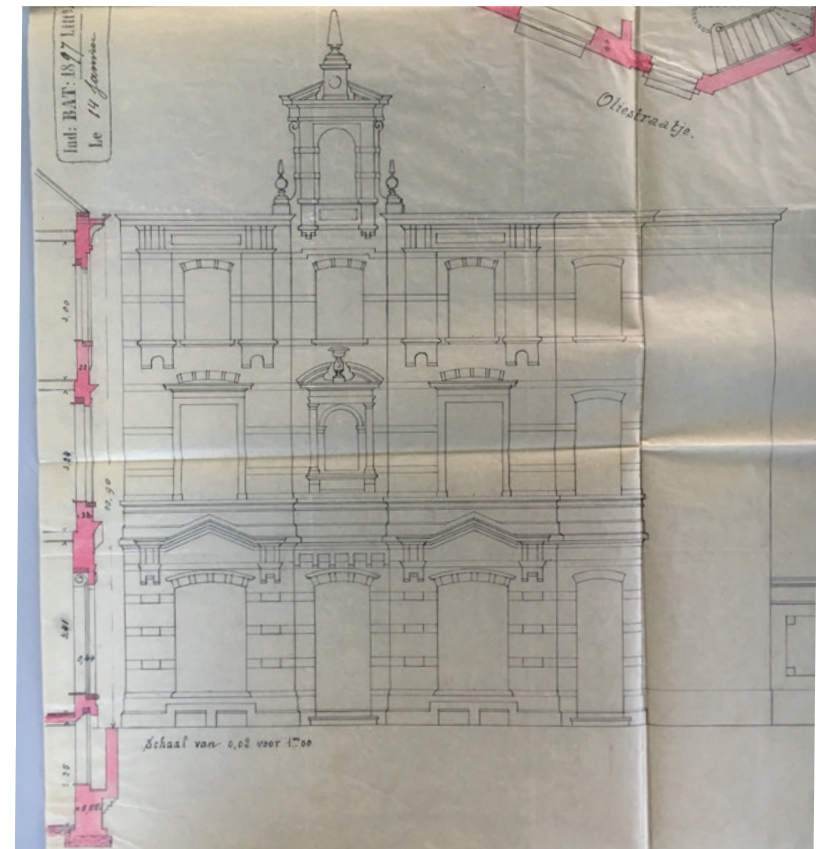
Gent, Oost-Vlaanderen

gebouwd in 1897

woning



Dit neoclassicistisch getinte hoekhuis met geschilderde bakstenen lijstgevel bestaat uit drie bouwlagen en vier traveeën. In de tweede bouwlaag werd een muurkapel ingemetseld.<sup>15</sup>



## Schade

Uit hygrothermische simulaties blijkt dat de voegmortel en legmortel de meest vorstgevoelige materialen zijn van de constructie. De voegmortel vertoont inderdaad op de meeste plaatsen duidelijk zichtbare schade. De baksteen daarentegen is bijna overal intact gebleven, zelfs op de plaatsen het meest blootgesteld aan slagregen. De enige schade die hij af en toe vertoont is een afschilfering ten gevolge van de expansie van de voegmortel bij vorst.

De steen van Euville is lokaal sterk gedegradieerd door de aanwezigheid van zwavel in de stedelijke atmosfeer. De oppervlakken zijn bedekt met zwarte korsten en de uitstekende delen vertonen een sterke granulaire desintegratie. Vorst zorgt ervoor dat de korsten sneller loskomen en de degradatie versnelt.

De blauwe steen vertoont op verscheidene plaatsen scheuren en op sommige plaatsen in de kroonlijst komen zelfs grote stukken los.



## VEEARTSENIJSCHOOL VAN KURGEGEM <sup>16</sup>

Anderlecht, Brussel

opgetrokken tussen 1903 en 1909

onderwijsgebouw



De volledige site van de voormalige Ecole de Médecine Vétérinaire et d'Agriculture de l'Etat is ongeveer 4 hectare groot en bestaat uit 19 gebouwen, gescheiden door tuinen en koertjes. Het administratief en academisch gebouw dat hier besproken wordt, werd opgetrokken in Vlaamse neorenaissancestijl onder leiding van architect Seroen.<sup>17</sup>

## Baksteen

metselwerk

Het gebouw is opgetrokken in een gemengd metselwerk van baksteen en witte steen uit de steengroeves van Euville. Over welk soort baksteen het juist gaat is niet nader gespecificeerd. Het is wel geweten dat er geen verschil is tussen de bakstenen in het parement en de kern van het metselwerk.

verband

Gevels in kruisverband.

spouw

Er is geen spouw aanwezig.



## Mortel

voegmortel

De voegmortel bestaat over het algemeen uit sterk hydraulische kalk, in sommige gevallen is een cementmortel gebruikt of werden puzzolanen toegevoegd zoals hoogovenslak, steenkoolas en fijngemalen baksteen.

legmortel

Zowel de baksteen als de steen uit Euville zijn gemetseld met een kalkmortel uit gemiddeld hydraulische kalk en fijn zand.

## Natuursteen

Op bovenstaande foto is de zuidelijke gevel te zien. De noord-, oost- en westgevel zijn volledig bekleed met natuursteen. Naast de witte steen van Euville is ook arduin in het gebouw verwerkt, bijvoorbeeld voor de kroonlijsten.



### Baksteen

kernmetselwerk Het kernmetselwerk bestaat uit een steense muur.

parement De parementsteen is een strengperssteen met een witte keramische afwerklaag (faience). Hij werd tegen het kernmetselwerk 'geplakt' met een laag cementmortel.

muurdikte De gehele gevelconstructie is ongeveer 30 cm dik.

verband In de parementen is een staand verband te zien. Dit impliceert dat de zichtbare koppen eigenlijk halve stenen zijn.

### Mortel

voegmortel De faiencsteen werd gevoegd met een lichtgrijze kalkgebonden mortel vermengd met vliegias. Deze voegen waren echter sterk verweerd waardoor een groot deel was verdwenen en het geheel volledig moest worden hervoegd.

### Natuursteen

Blauwe hardsteen werd gebruikt voor vensteromlijstingen, boogstenen- en velden en de platte banden in de parementen. De arduinblokken werden steeds ingemetseld in het kernmetselwerk.

### WONING J. VAN SCHOOTE <sup>18</sup>

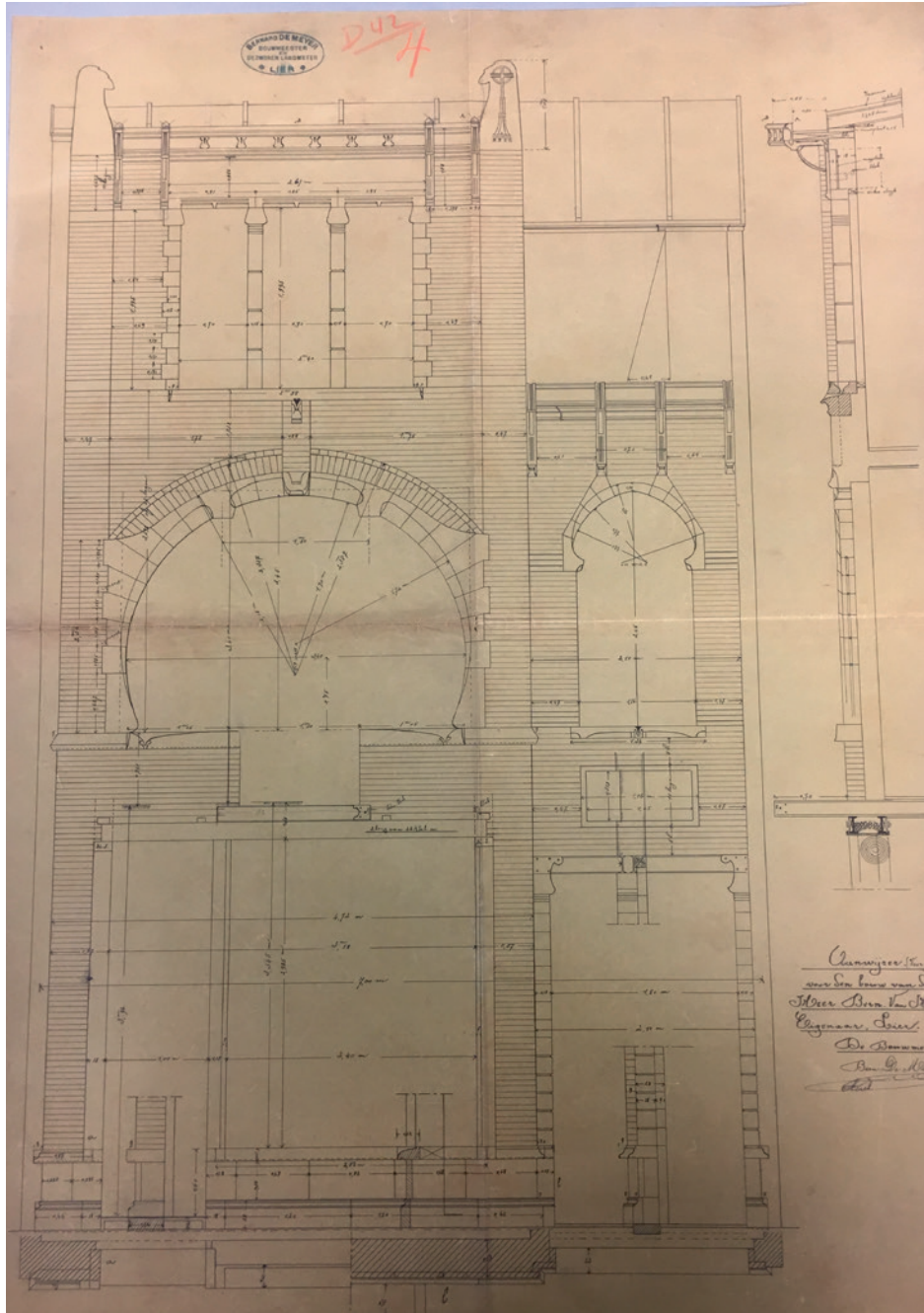
Gent, Oost-Vlaanderen

gebouwd in 1905

woning



Dit art-nouveaуетint hoekhuis van vier en een halve bouwlaag en vijf traveeën is een ontwerp van architect P. Buyck.<sup>19</sup>



## WONING B. VAN HOOFF <sup>20</sup>

Lier, Antwerpen  
 gebouwd in 1906 en 1907  
 woning met winkel



Dit voormalig winkelhuis met art-nouveaulijstgevel en wisselende travee-indeling is een ontwerp van architect B. De Meyer. Op het gelijkvloers is de gevel inmiddels volledig aangepast.<sup>21</sup>

### Baksteen

parement Voorgevel in gele baksteen met banden van geëmailleerde blauwe en witte baksteen. De achtergevels hebben een parement in rode paepenstein versierd met blauwe paepenstein.

kernmetselwerk Kernmetselwerk in rode Boomse paepenstein.

verband Gevels in kruisverband.

### Mortel

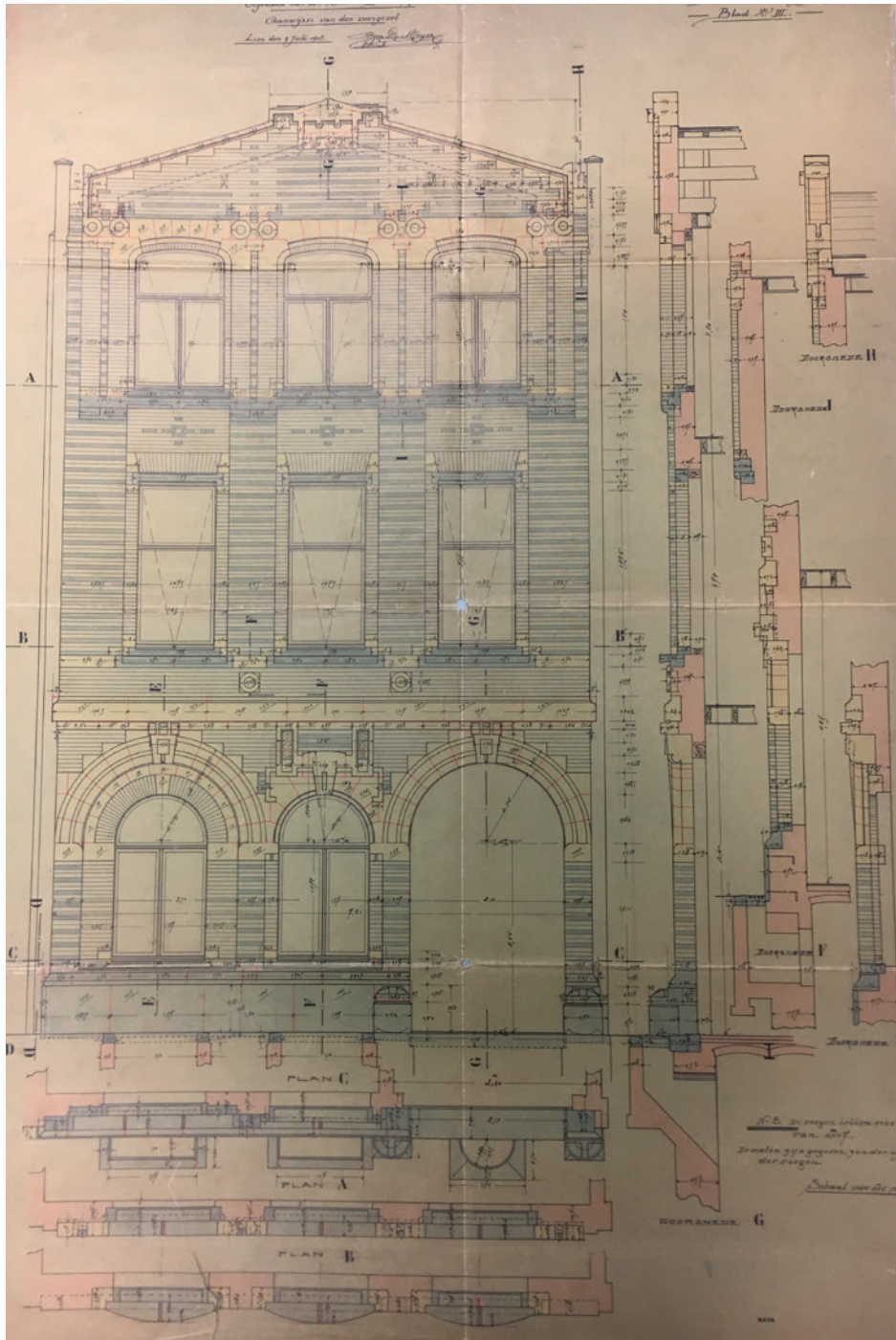
legmortel De legmortel is een kalkgebonden zandmortel met een 1:1 bindmiddel-zand verhouding.

voegmortel De gevel werd gevoegd met een cementmortel uit artificiële Portland-cement en scherp zand (cement-zandverhouding 1:3)

voegen De achtergevels zijn onmiddellijk platvol opgevoegd. De voorgevel is gemetseld met open voeg (op houten latjes) en nadien afgewerkt in snijwerk.

### Natuursteen

Voor de dorpels en plinten werd een blauwe hardsteen uit Zinnik gebruikt. De vensteromlijstingen en horizontale lijsten zijn vormgegeven met witte natuursteen uit Euville en Savonnière.



## WONING DR. E. BOUWENS <sup>22</sup>

Lier, Antwerpen  
gebouwd in 1907  
woning



Dit enkelhuis van drie traveeën en drie bouwlagen werd als dokterswoning gebouwd naar ontwerp van B. De Meyer. De natuurstenen gevelaflijningen en stompe puntgevel zaten jarenlang verscholen achter dicht begroeide wingerd.<sup>23</sup>

### Baksteen

parement

De voorgevel bestaat uit Boomse klampsteen versierd met banden in witte sileziesteen en bruine geëmailleerde baksteen. In de achtergevels bevinden zich ook lijsten van twee lagen lichtgele sileziesteen met daartussen een laag in rode paepenstein.

kernmetselwerk  
verband

Het kernmetselwerk is opgebouwd uit Boomse klampsteen. Gevel in kruisverband.

### Mortel

voeg- en  
legmortel

Het volledige metselwerk diende opgebouwd te worden met een zandmortel bestaande uit de helft Doornikse waterkalk en de helft zuiver grof scheldezand. Voor enkele specifieke muren wordt een cementmortel voorgeschreven bestaande uit drie delen gewoon schelpzand en één deel artificiële portlandcement.

kelder

Alle ondergrondse muren, inclusief funderingen, moesten gemetseld worden met een asmortel, een mengsel van evenveel kalk als as zonder zand.

voegen

In de gevel werden de stenen gemetseld op latjes met open voegen om nadien in snijwerk te worden nagevoegd. De zij- en achtergevels werden onmiddellijk platvol gevoegd.

### Natuursteen

In de voorgevel werd petit granit verwerkt voor de sokkel, kordons en lekdrempels. De muurbanden en geometrische versieringen werden vervaardigd in Franse witte steen uit de steengroeven van Euville.



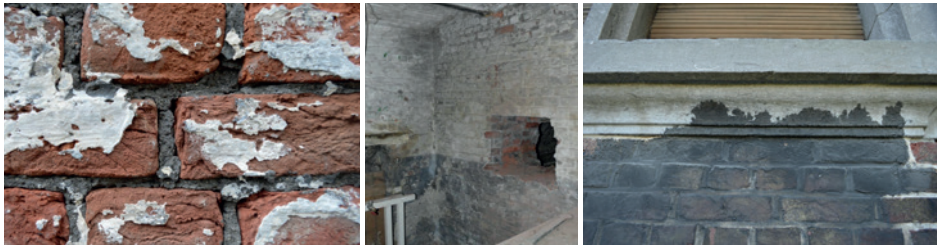
### Baksteen

parement Het gebouw is opgetrokken in Kempische baksteen met decoraties in blauwe hardsteen en een sokkel in breuksteen (Ardeense grès).

verband Vol metselwerk in kruisverband.

muurdikte De gevels zijn 40 tot 50 cm dik.

kelder en funde- Het gebouw is gefundeerd met een 110 cm dikke betonnen plaat en daar ringen bovenop getrapte funderingszolen in metselwerk, bedekt met een 1 à 2 cm dikke laag cementmortel. De ruimte tussen de funderingszolen is opgevuld met Schelde-zand.



### Mortel

voegmortel Het baksteenmetselwerk werd gevoegd met een kalkgebonden mortel. De sokkel in breuksteen is afgewerkt met geknipte voegen in cementmortel. De tuurmuren werden gemetseld met een hol afgewerkte cementmortel waarin asfragmenten vermengd werden.

### Schade

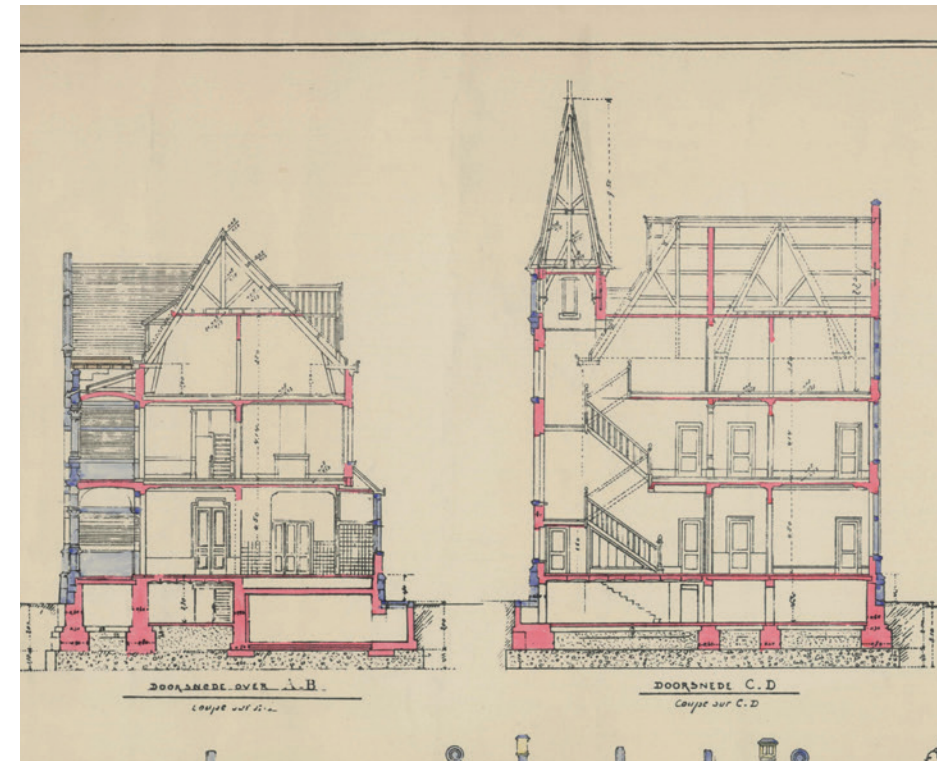
Het gebouw was bedekt met groene mossen, gipskorsten en roetaanslag.

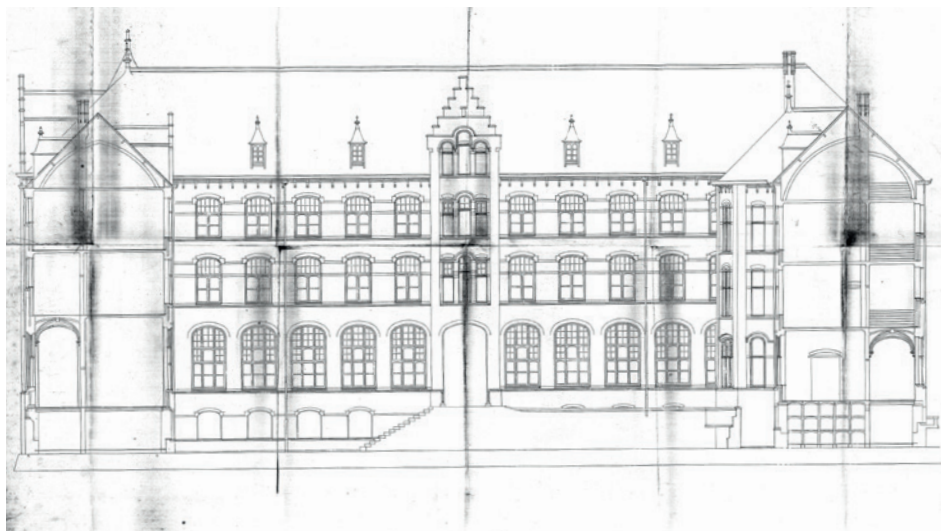
### SLUISMEESTERWONING <sup>24</sup>

Antwerpen, Antwerpen  
gebouwd in 1908  
woning



Bij het naderen van de voltooiing van de Royerssluis werden er rond 1908 prestigieuze en rijk gedetailleerde dienstgebouwen gebouwd op het aangrenzende sluisplateau. Deze sluismeesterwoning is een vrijstaand rechthoekig gebouw in neo-Vlaamserenaissance stijl.<sup>25</sup>





### BISSCHOPPELIJK SEMINARIE REEP <sup>26</sup>

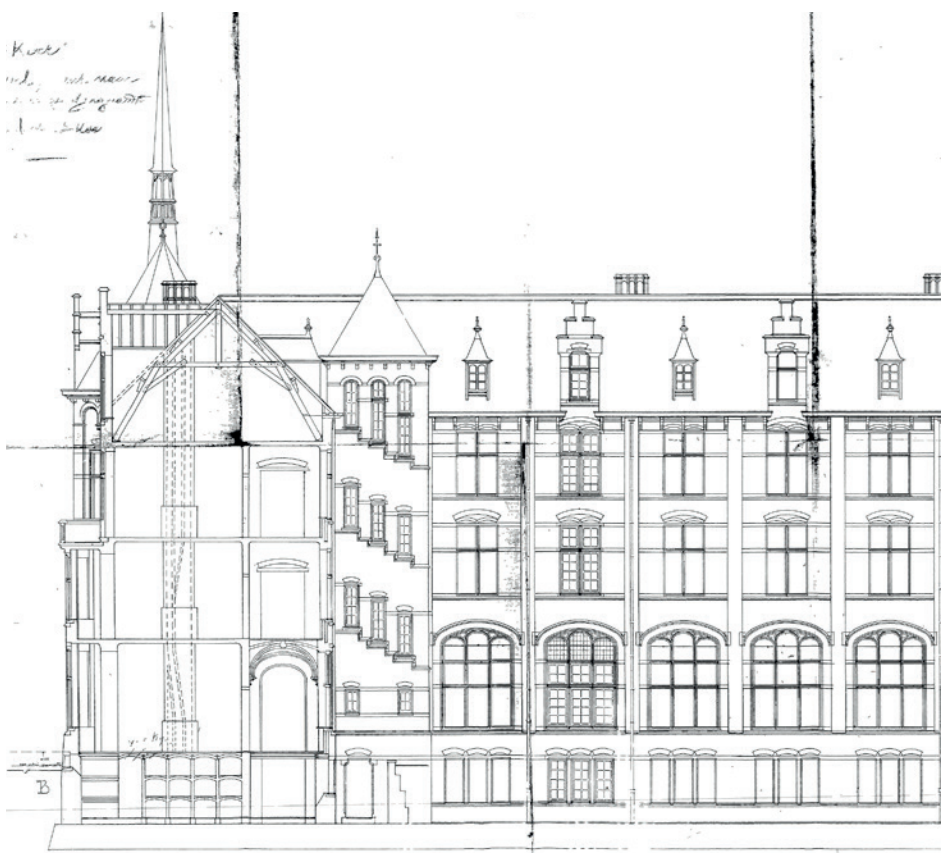
Gent, Oost-Vlaanderen  
opgetrokken tussen 1911 en 1913  
onderwijsgebouw



In 1905 werd beslist een nieuw seminarie te bouwen aan de Reep in Gent. Het complex in neotraditionele stijl met overwegend neogotische inslag, is een ontwerp van architecten A. Lemeire, A.R. Janssens, O. Bernaert, en S. Mortier. Het omhelst verschillende vleugels gegroepeerd rondom twee binnenhoven op rechthoekige plattegrond.<sup>27</sup>

### Natuursteen

Het complex is voornamelijk opgetrokken in baksteen. Enkel de voorgevel aan de Reep heeft een volledig parement in Balegemse natuursteen. In de zij- en binnengevels werd het bakstenen parement gecombineerd met blauwe hardsteen voor de plint, vensterkruisen en waterlijsten.<sup>28</sup>







**Baksteen**

parement De gevel is opgetrokken in gele en groene faience bakstenen. Deze strengpersstenen beschikken langs één zijde over een ingebakken keramische laag.

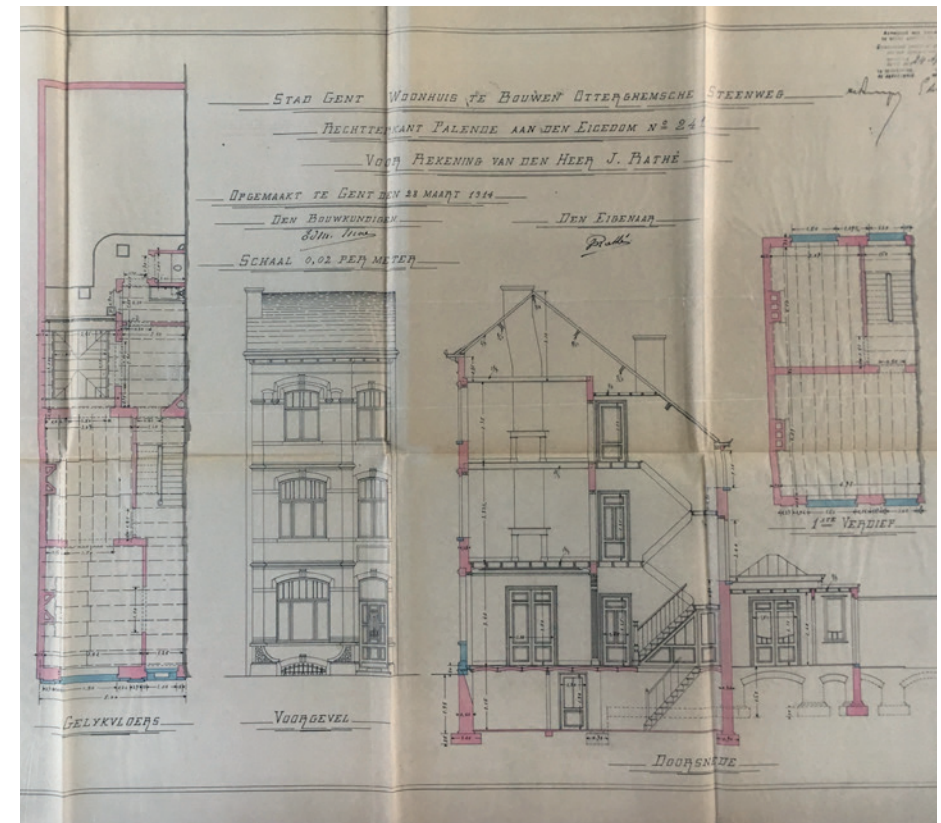
muurdikte Vol metselwerk met een dikte van 28 cm.  
verband Gevels in kruisverband.

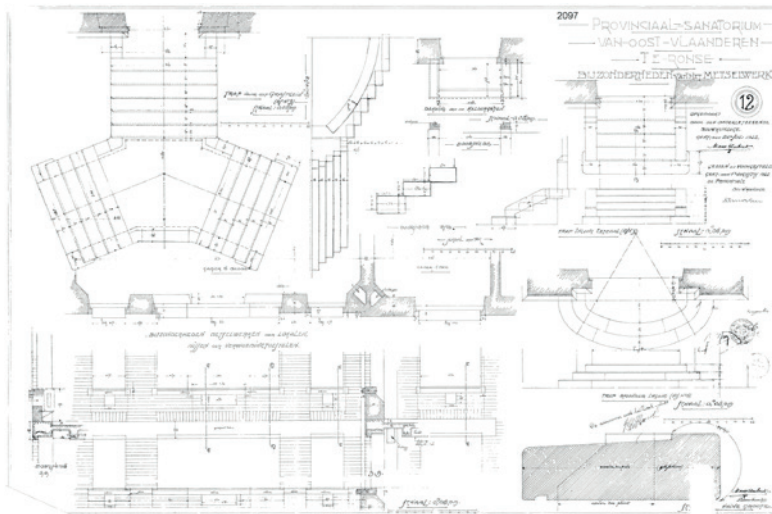
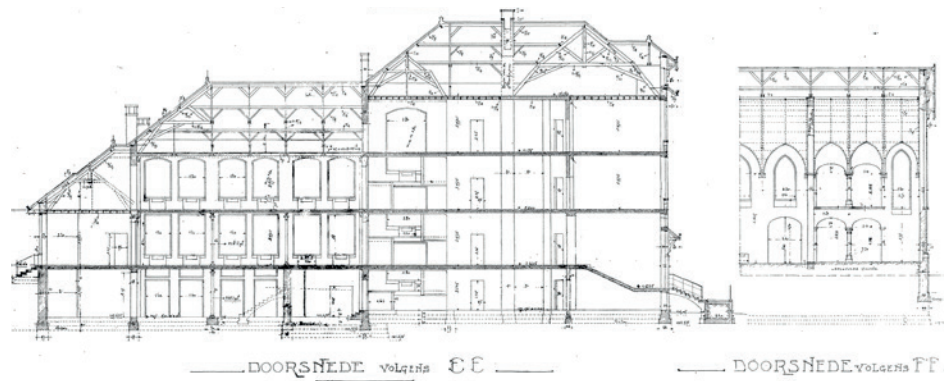
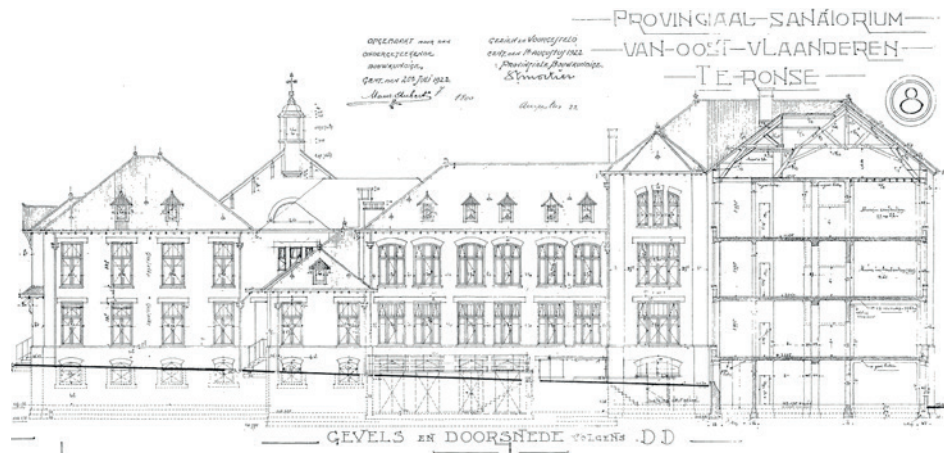
**WONING J. RATHÉ** <sup>29</sup>

Gent, Oost-Vlaanderen  
gebouwd in 1915  
woning



Dit art-nouveauegetinte enkelhuis bestaat uit twee traveeën en drie bouwlagen.



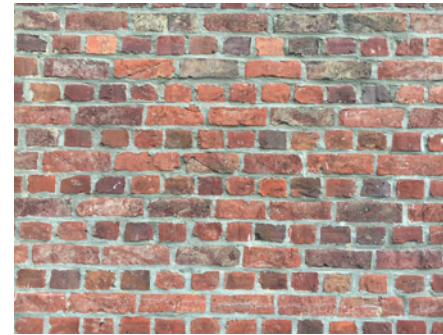


## PROVINCIAAL INSTITUUT HEYNSDAELE<sup>30</sup>

Ronse, Oost-Vlaanderen  
gebouwd van 1922 tot 1924  
sanatorium



Het voormalige sanatorium werd opgericht door de provincie Oost-Vlaanderen naar ontwerp van architect M. Aubert en is nu een opvangtehuis en school voor jongens met gedrags- en aanpassingsmoeilijkheden. Het gebouwencomplex is gesitueerd in een boomrijk domein van circa 35 ha en bestaat uit een hoofdgebouw met onregelmatige plattegrond, een conciërgewoning aan de ingang, een vrijstaande directeurswoning en het paviljoen 'Reine Elisabeth'.<sup>31</sup>





### Baksteen

- parement De rode baksteen is een hand- of vormbakgevormde klampsteen met een donkerrode kleur en zwartgrijze schakeringen (180 x 80 x 47 mm<sup>3</sup>). De witgrijze sileziesteen is een geperforeerde strengperssteen (180 x 88 x 50 mm<sup>3</sup>).
- kernmetselwerk Het achterliggend metselwerk bestaat uit lichtrode Boomse 'machiensteen'.
- verband Gevels in zuiver kruisverband.
- spouw In 2 van de 29 kernboringen werd een +/- 10 cm dikke spouw teruggevonden.



### Mortel

- sileziesteen Zowel de voeg- als legmortel zijn zuivere hoogovencementmortels. De legmortel bevat 24% bindmiddel, de voegmortel bevat 32% bindmiddel.
- rode gevelsteen Voeg- en legmortel zijn allen bastaardmortels met 35 tot 50% bindmiddel. Op één plaats werd legmortel van kalk en mogelijks tras teruggevonden.
- bemerkingen Op 2 plaatsen is de legmortel ook de voegmortel. Het cementgehalte in de voegmortel is steeds hoger dan in de legmortel. Alle mortels zijn ook samengesteld uit een fijne zandsort.



### Schade

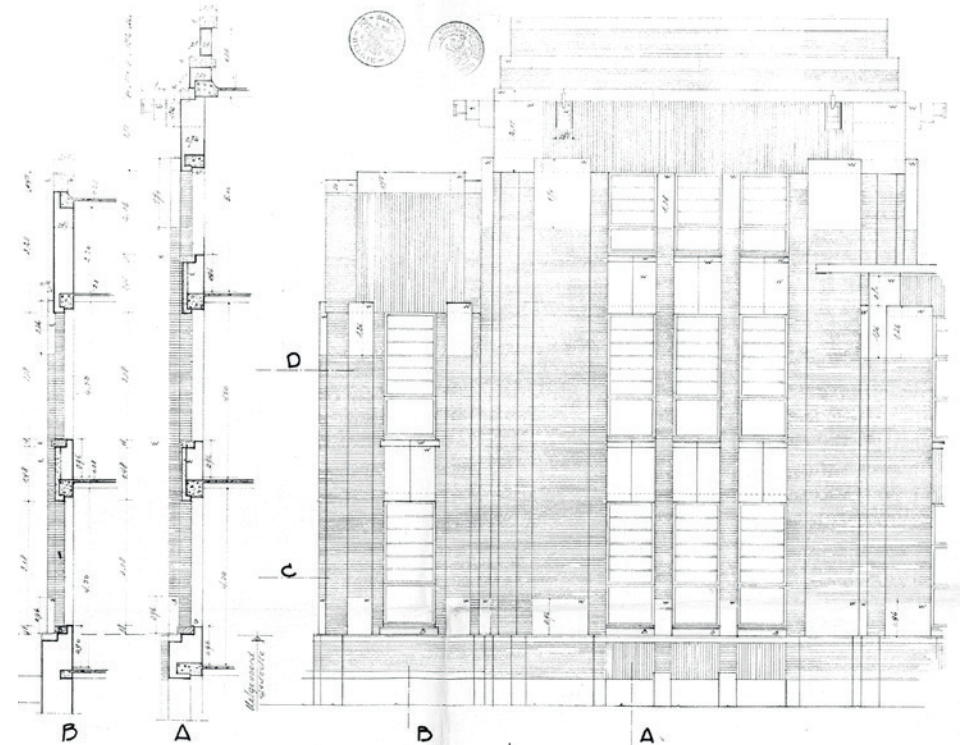
De rode klampsteen op zich is vorstbestendig. Toch is op een aantal plaatsen waar sterke waterindringing optreedt, vorstschade vastgesteld. De witte gevelstenen zijn minder vorstgevoelig dan de rode.

## PROVINCIAAL TECHNISCHE SCHOLEN<sup>32</sup>

Boom, Antwerpen  
gebouwd tussen 1926 en 1930  
onderwijsgebouw



De PTS Boom werden opgericht naar ontwerp van architecten C. Bal en E. Lamot om vaklui te scholen voor de groeiende nijverheid in de Rupelstreek. De school maakte deel uit van het stedenbouwkundige totaalconcept voor de 'Boomsche Beekbosschen Tuinwijk'. Het complex, met gescheiden gebouwen voor theorie en praktijk, werd uitgevoerd in art deco met sterk verticaliserende elementen.<sup>33</sup>





### Baksteen

- parement en kern De gevels zijn opgetrokken in zachte handvormstenen met rode kleur. De bakstenen zijn vorstbestendig maar vertonen toch talrijke scheuren in de legvlakken, kopse vlakken en achtervlakken.
- verband Gevels in Vlaams verband.



### Mortel

- legmortel De legmortel is een lichtgrijze, harde en compacte bastaardmortel. De kalk en een grofkorrelig portlandcement werden heterogeen vermengd aangezien in het bindmiddel kalknodelen met een diameter tot wel 1 cm terug te vinden zijn. De mortel werd aangemaakt met kwartszand in een bindmiddel-zand verhouding van 3:2.
- voegmortel Er werd geen afzonderlijke voegmortel teruggevonden.
- voeg Het metselwerk is afgewerkt met een verdiepte lintvoeg.
- plint De plint werd vormgegeven door het metselwerk te bedekken met een cementering.

### PROVINCIAAL INSTITUUT VOOR TUINBOUW- ONDERWIJS <sup>34</sup>

Mechelen, Antwerpen  
gebouwd van 1927 tot 1930  
onderwijsgebouw



Het schoolgebouw werd getekend door de Mechelse architect en modernist J. Lauwers in de toen vooruitstrevende stijl van de nieuwe zakelijkheid. Het zou een identieke kopie zijn van een landbouwschool in de omgeving van Karlsruhe in Duitsland. Het gebouw werd pas in 1934 opgeleverd.<sup>35</sup>

## Baksteen

parement	De parementsteen bevindt zich in dit geval aan de binnenkant van de muur. De bakstenen in het geveleppervlak vormen ook de kern van het metselwerk. De parementsteen is een gele geperforeerde baksteen.
kernmetselwerk	De gevel en kern van de muur zijn opgetrokken in recuperatiestenen uit de 16de eeuw. Deze geel tot rood gevlamde baksteen is zeer vorstbestendig.
dikte	De gevel van de noordbeuk is 58 cm dik.
verband	Gevels in kruisverband.



## Mortel

voegmortel	De gevels zijn gevoegd met een cementgebonden mortel.
legmortel	De legmortel is cementgebonden en gemaakt uit met zout verontreinigd duinzand. Hij is grof van textuur en bevat talrijke holtes.
bepleistering	De binnenkant van de gevels werd bestreken met 3,5 à 4 cm cementmortel en geschilderd in een baksteenpatroon met imitatievoeg

## Schade

In het interieur van de kerk heerst een grote vocht- en zoutproblematiek. De schade in de noordbeuk concentreert zich in de mortelvoeg achter de binnenafwerking. De verpoederende voegen zijn het gevolg van een historische aanwezigheid van zouten in het metselwerk in combinatie met actuele schommelingen van de luchtvochtigheid in het binnenklimaat. Het merendeel van de zoutbelasting is het gevolg van capillair opstijgend grondvocht. In een eerdere interventie werd het opstijgend grondvocht reeds gestopt zodat er geen aanvoer meer is van zouten uit de bodem. De zouten kunnen zich echter nog steeds verplaatsen doorheen het metselwerk als gevolg van een wisselende luchtvochtigheid. De gevel kent geen regendoorslag, de bakstenen dragen nauwelijks bij aan het vochttransport.



## NOORDBEUK ONZE-LIEVE-VROUW TER DUINENKERK <sup>36</sup>

Oostende, West-Vlaanderen  
toegevoegd aan de kerk in 1929  
parochiekerk



Tussen 1350 en 1400 werd een nieuwe éénbeukige kerk in gotische stijl ingeplant in de duinengordel van Oostende. In de loop der eeuwen is het 'Duinenkerkje' enorm veel aangepast, beschadigd, en hersteld. In 1929 vond een grootschalige restauratie en uitbreiding plaats naar ontwerp van stadsarchitect G. Vandamme. Hierbij werd een noordbeuk toegevoegd in neogotische stijl met de bakstenen van de 16de eeuwse afgebroken pastorie.<sup>37</sup>



### Baksteen

metselwerk	De parementsteen en kernsteen zijn twee verschillende niet nader bepaalde Boomse bakstenen.
parement	De parementsteen is roder van kleur, iets ruwer van textuur en vertoont grotere inhomogeniteiten. Hij heeft grove porieën, een hoge absorptiecoëfficiënt en is vorstbestendig.
kernmetselwerk	De baksteen van het kernmetselwerk is zwaarder, minder vorstbestendig, minder doorlatend en beschikt over minder en kleinere porieën.
dikte	De volle muren zijn 70 cm dik.
verband	Het metselwerk in kruisverband is vrij homogeen en samenhangend maar beschikt over lokale holten.

### Mortel

leg- en voegmortel	De legmortel en voegmortel zijn één en hetzelfde. Hun samenstelling wordt niet nader gespecificeerd. Wel is de mortel sterk doorlatend en poreus met veel capillair actieve porieën. Hij vormt dus een goede brug tussen de twee baksteentypes.
--------------------	---

### Schade

De schade bevindt zich aan de binnenzijde van de toren, vooral aan de regenkant. Het bakstenen binnenoppervlak wordt in schilfers van enkele millimeters dik afgestoten en de voegen zijn lokaal sterk verpoederd.

Door zijn poriënstructuur zuigt de kernbaksteen het water naar zich toe en neemt een groot deel van het vocht van de parementbaksteen op. Hij zal het vocht echter niet zo gemakkelijk weer afgeven. Dit maakt dat in de loop van het jaar de parementsteen fluctueert rond tamelijk lage watergehaltewaarden, terwijl de kern bijna continu vochtig blijft. In combinatie met vorstdoocycli is dit een belangrijke oorzaak van schade.

Daarnaast is het ook goed mogelijk dat de muren regelmatig kouder zijn dan het dauwpunt van de binnenlucht waardoor vaak risico is op condensatie. Vooral tijdens de vochtige periode bij dooi is het gevaar groot dat codens het oppervlak bevochtigd en dat bij het weer intreden van vorst net die zone het kwetsbaarst is.

## TOREN ONZE-LIEVE-VROUW MIDDELARES<sup>38</sup>

Turnhout, Antwerpen

gebouwd tussen 1929 en 1931

parochiekerk



Dit kerkgebouw werd ontworpen door architect J. Taeymans in regionale baksteenstijl met neogotische en art-deco inslag. De kerk zelf zou een constructie zijn van gewapend beton met parementen in rode Boomse baksteen en sober gebruik van natuursteen. De toren is opgetrokken in vol metselwerk.<sup>39</sup>





### Baksteen

- parement De voorgevel is opgetrokken in twee verschillende bakstenen afkomstig uit Nieuwpoort.
- verband De oranjegetinte baksteen is gemetseld in kruisverband terwijl de rodere bakstenen allen rechtop geschikt zijn in een decoratief verband.
- spouw Achter een naar beneden gevallen gedeelte in de rodere baksteen is een spouw te zien.



### Natuursteen

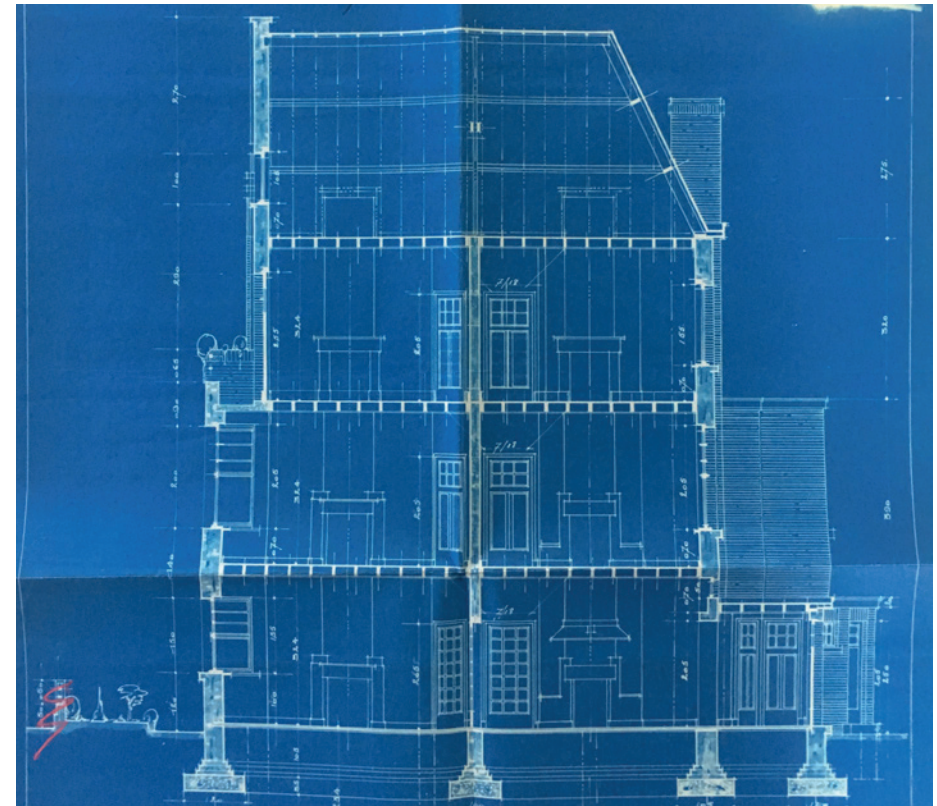
Het gebouw heeft een plint van grote breuksteenblokken.

### WONING H. SMEYERS <sup>40</sup>

Gent, Oost-Vlaanderen  
 bouwaanvraag ingediend in 1930  
 woning



Dit rijhuis van twee traveeën en drie bouwlagen is een ontwerp van architect G.Hendrick en sluit aan bij de Amsterdamse School (een vorm van art deco). Achter de klokvormige welfing gaat een zadeldak schuin, het linker travee werd beëindigd met een plat dak.<sup>41</sup>



## Baksteen

parement	Zandvoordse steen in rode en gele kleur, Brugs formaat (210 x 100 x 50 mm <sup>3</sup> ). De rode baksteen heeft een andere porositeit en absorptie dan de gele.
kernmetselwerk	Bakstenen met een grotere maat dan de gevelsteen (240 x 110 x >50 mm <sup>3</sup> ).
verband	Parement en kernmetselwerk zijn beiden in kruisverband opgetrokken maar hebben onderling weinig verband door de verschillende baksteenformaten.
spouw	De toren is gebouwd in vol metselwerk zonder spouw.



## Mortel

voegmortel	Waarschijnlijk een bastaardmortel bestaande uit vette schelpkalk, cement en zeer fijn zand (een sterk hydraulische kalk is niet uitgesloten). De voeg is donker grijs, zeer hard, homogeen en samenhangend. Ze is niet zoutbelast en heeft een vrij hoge porositeit met een grote fractie zeer grote poriën.
legmortel	De legmortel heeft een lage porositeit. Er zijn ook grote poriën aanwezig maar het relatief aandeel kleine poriën is groter.



## Schade

De toren heeft een algemeen probleem van regendoorslag. Bakstenen op sterk regenbelaste zones brokkelen af, terwijl deze in het vlak eerder oppervlakkig afschilferen. Aan de binnenzijde van de torenmuur treedt oppervlakkige afschilfering en sterke zoutuitbloei op. De muren waren van bij de bouw vermoedelijk sterk gecontamineerd met natriumsulfaat. Dit kan de schade veroorzaakt hebben die in eerste restauraties werd behandeld (verpoedering van voegen, schade op contactvlak voeg-baksteen). Aan de buitenzijde is dit zout waarschijnlijk reeds uitgespoeld en afgewassen door de regen. Het transport naar binnen verloop trager, leidt tot schade en uitbloei en zet zich nog voort. Het belangrijkste schademechanisme blijkt evenwel vorst te zijn. Beide bakstenen zijn van slechte kwaliteit. Ze zijn vorstgevoelig en absorberen zeer snel, terwijl de mortel erg weinig poreus is. Door het gebrek aan verband tussen de twee muurdelen vormt de stootvoeg een barrière om vocht door te geven: de bufferende werking van de hele muur wordt niet optimaal aangesproken en het buitenparement wordt kwetsbaarder voor vorst.

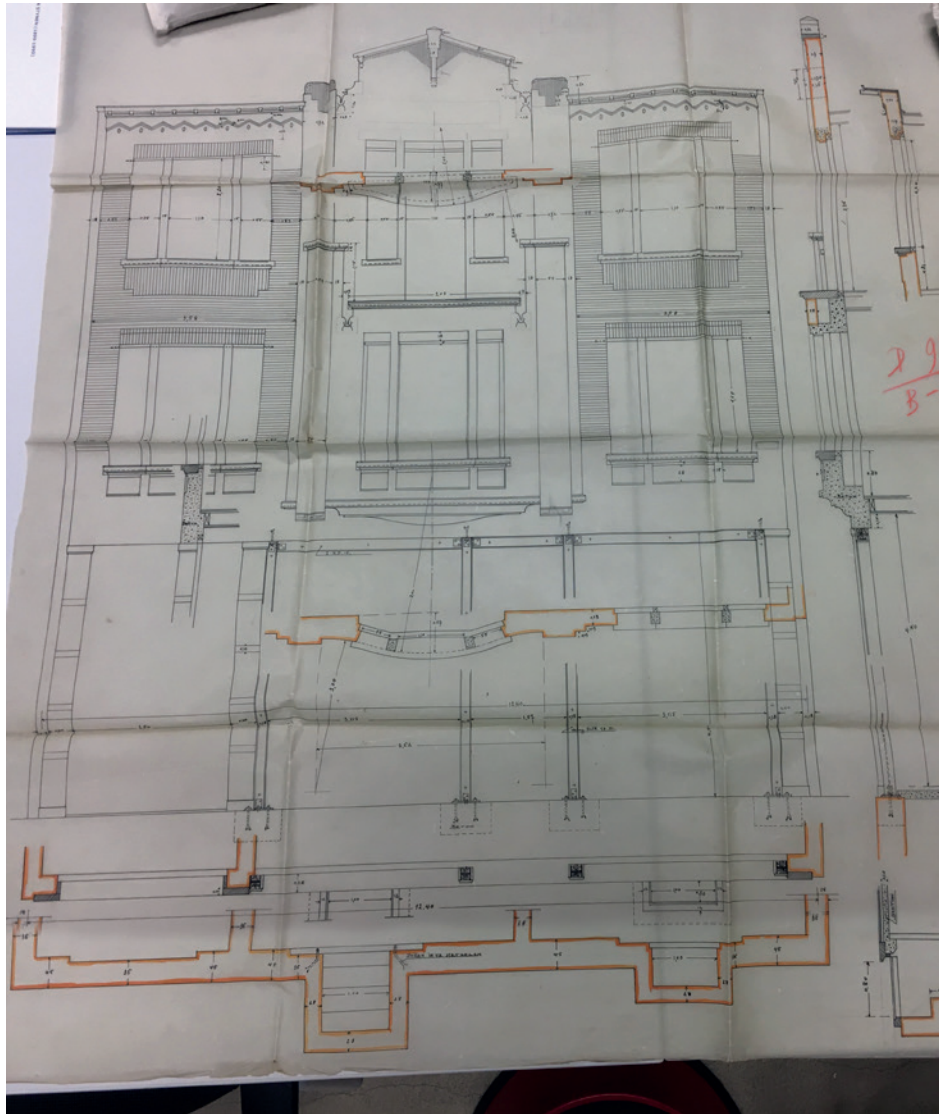
## TOREN CHRISTUS-KONING-KERK<sup>42</sup>

Brugge, West-Vlaanderen  
gebouwd in 1931  
kerk



Deze neoromaanse koepelkerk met klokkentoren in Lombardische stijl werd gebouwd naar het ontwerp van de Brugse architect Antoine Dugardyn voor het zogenaamde Nieuwe Kwartier (Christus-Koning) dat bij de stad Brugge werd gevoegd.<sup>43</sup>





## FEESTZAAL 'CASINO' 44

Lier, Antwerpen  
gebouwd in 1933 en 1934  
café



Dit gebouw met art-decokenmerken werd ontworpen door B. De Meyer. Het moest het lokaal met feestzaal worden voor de Koninklijke Grote Harmonie van Lier.

### Baksteen

- draagstructuur De draagstructuur van het gebouw is een combinatie van metselwerk met balken en pilasters in staal en gewapend beton en houten vloerplaten.
- parement De baksteen in de voorgevel is een grijze klampsteen. De achtergevels en uitbouw hebben een parement in gewone klampsteen met banden in witte sileziesteen en rode paepensteen.
- kernmetselwerk Alle niet-zichtbare bakstenen zijn lokale 'machienstenen'.
- verband Gevels in kruisverband.

### Mortel

- voegmortel De voegmortel is een mengsel van evenveel Doornikse zakkalk als wit zand.
- legmortel De legmortel is een cementgebonden mortel bestaande uit één deel artificieel portlandcement, één deel zuiver Scheldezand en één deel zavel.
- bepoelstering Grote delen van de voorgevels zijn afgewerkt in een bepoelstering met de naam 'Terra Blanca'. Het metselwerk achter deze gevelbepoelstering mocht niet opgebouwd zijn uit strengpersstenen, maar moest gemetseld worden in klampsteen, paepensteen of betonsteen.



### Baksteen

spouw                      Enkel de voorgevel werd uitgerust met een spouw.  
 muurdikte                De dikte van de voorgevel bedraagt 32 cm (anderhalf steens) in het linkse  
                                       travee en 41 cm (twee steens) in het rechtse travee. Het kruisverband doet  
                                       vermoeden dat het buitenspouwblad een steen dik is.

### Natuursteen

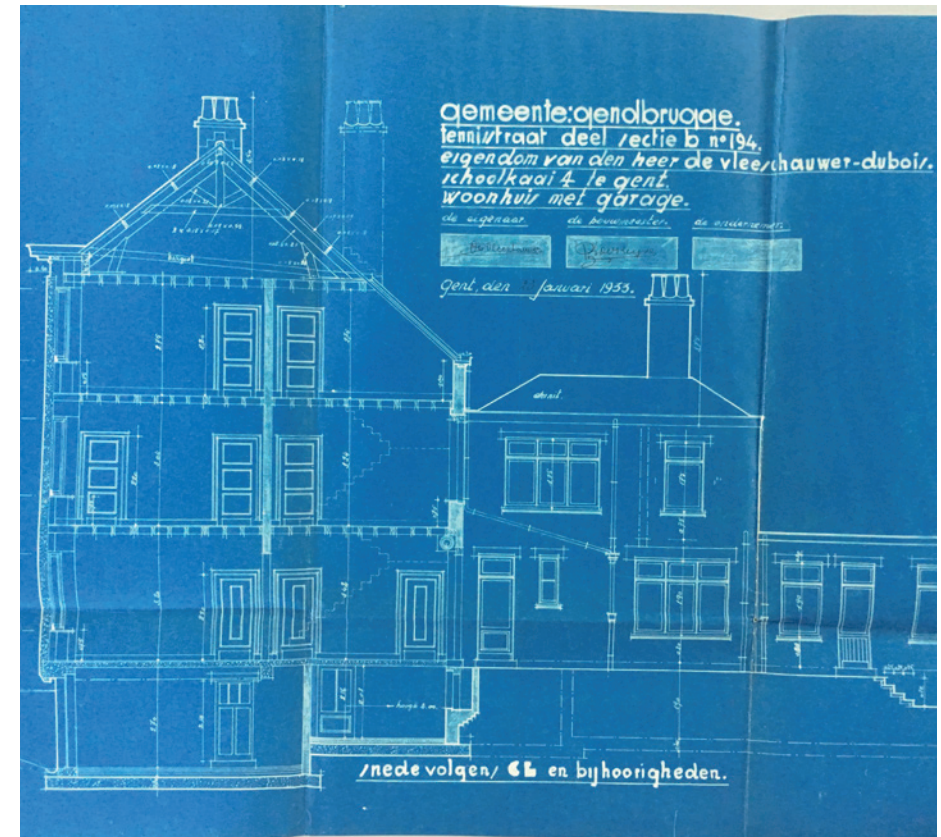
De plint en dorpels zijn uitgevoerd in blauwe hardsteen. De stenen zijn echter nergens voorzien van een druipneus.

### WONING A. DE VLEESCHOUWER <sup>45</sup>

Gentbrugge, Oost-Vlaanderen  
 gebouwd tussen 1933 en 1935  
 woning



Deze woning van twee traveeën en drie bouwlagen heeft een baksteenstructuur met in de voorgevel twee decoratieve betonnen pijlers die de volledige dikte van de gevel beslaan.





### Baksteen

**draagstructuur** De woning heeft hoofdzakelijk een metselwerkstructuur met betonnen balken boven de gevelopeningen en een betonnen rechthoekige erker in de voorgevel.

**parement** Het parement bestaat uit bruine, bezande strengpersbakstenen. Rond de deur en aan de kroonlijst in de voorgevel zijn witte en donkerblauwe keramiektegels met geprofileerde lijst aangebracht.

**verband** De gevels zijn opgetrokken in een halfsteens strekkenverband. Hierachter schuilt een anderhalfsteense muur (ongeveer 30cm dik).

**spouw** Het is onduidelijk of er zich tussen het parement en het kernmetselwerk ook effectief een spouw bevindt.

### Mortel

**voegen** De voegen bestaan uit een kalkgebonden mortel. Ze zijn afgewerkt volgens het zogenaamde Dudokvoegwerk: de opgaande voegen zijn glad, strak en platvol toegemetseld terwijl de lintvoegen sterk verdiept liggen en een schaduwvoeg vormen. Deze manier van voegen is genoemd naar de Nederlandse modernistische architect Willem Dudok (1884-1974).<sup>48</sup>

### Natuursteen

Het gebouw heeft een lage plint in blauwe hardsteen. De dorpels onder de ramen zijn eveneens arduin.

### WONING F. COLLARD <sup>46</sup>

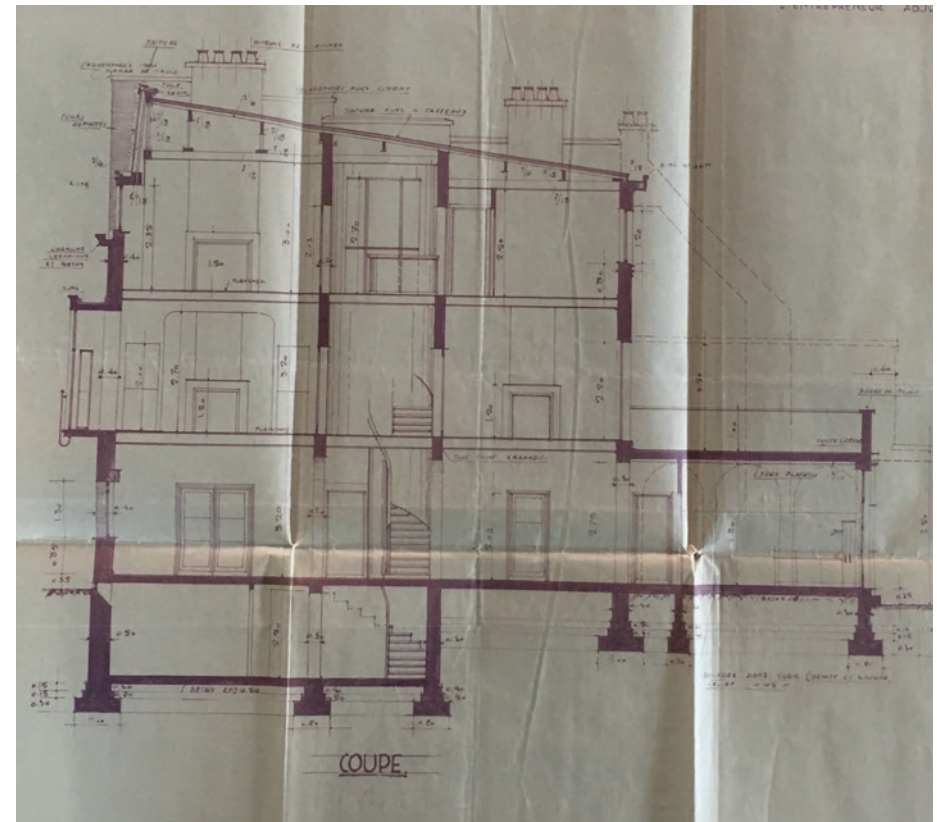
Gent, Oost-Vlaanderen

gebouwd in 1934

woning



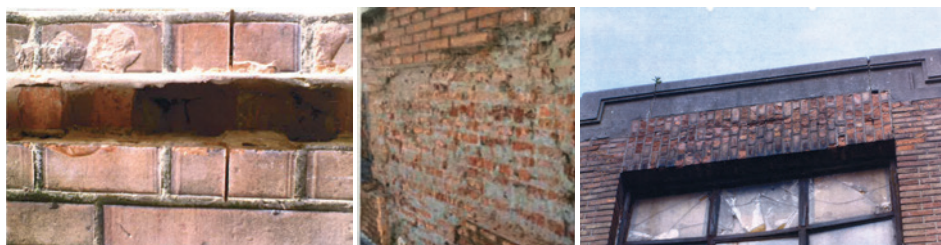
Dit burgerhuis in nieuwe zakelijkheid is een ontwerp van Gents modernist A. Claessens. De rijwoning bestaat uit twee traveeën en drie bouwlagen onder een flauw hellend dak, waarvan de bovenste bouwlaag verscholen zit achter een pseudo-mansardedak.<sup>47</sup>





### Baksteen

- parement De parementsteen is een geperforeerde baksteen in zogenaamd 'vechtformaat' (210 x 10 x 40) met gele, roze en oranje tinten.
- verband De gevels zijn opgetrokken in kruisverband.
- spouw Vol metselwerk.



### Natuursteen

Het gebouw werd rijkelijk gedecoreerd met blauwe hardsteen (petit granit) en imitatie hardsteen, waarbij beton is bedekt met een simili-pierre bepleistering.

### Schade

Vele bakstenen vertoonden afschilfering en verbrokkeling ten gevolge van regen en vorstschade. De bakstenen bevatten talrijke kleine porieën die de droogsnelheid vertragen waardoor de stenen lang nat blijven en bijgevolg gevoeliger zijn voor vorst-dooicycli en biologische processen.

### GEMEENTEHUIS VORST<sup>49</sup>

Vorst, Brussel  
gebouwd tussen 1934 en 1938  
gemeentehuis



Dit toonaangevende monument in art-decostijl werd ontworpen in 1925 door architect Jean-Baptiste Dewin. Het asymmetrisch ontwerp met een toren aan de zijkant is strak geometrisch van opbouw en werd gedecoreerd met gestileerde beelden. Het gebouw is ook bekend omwille van de rijkelijke interieuraankleding met kostbaar materiaalgebruik en opmerkelijke beeldhouwwerken, glasramen en meubels.<sup>50</sup>

## Baksteen

- parement De parementsteen is een rode handgevormde baksteen uit Rijkervorsel (Antwerpen) met afmetingen 210 x 100 x 40 mm<sup>3</sup>.
- kernmetselwerk Het kernmetselwerk is opgetrokken in lokale bakstenen.
- spouw De gevels zijn 50 cm dik en beschikken over een spouw. Zowel het binnen- als het buitenspouwblad zijn steense muren. Beide delen zijn met elkaar verbonden door middel van ijzeren spouwhaken.
- verband Parement in kruisverband.

## Mortel

- legmortel De legmortel is een cementgebonden mortel uit artificieel Portlandcement en grof zand.

## Natuursteen

- blauwe steen De petit granit is afkomstig uit de groeven van Zinnik en Ecaussinnes. De blokken werden verwerkt in het basement van het gebouw en zijn aan het achterliggend metselwerk vastgemaakt door middel van ijzeren haken.
- witte steen Balegemse steen uit de groeven van Erondegem werden gebruikt voor de plint, horizontale lijsten, vensteromlijstingen, hoekafwerkingen, puntgevels, enz. De blokken werden op elkaar gestapeld zonder mortel en zijn verbonden met het omringende metselwerk door middel van ijzeren haken.
- zandsteen Naast de blauwe en witte natuursteen is in de gevel ook nog gele zandsteen verwerkt. Deze zandsteen is afkomstig van de streek van de Ourthe en de Vesder.



## KASTEEL VAN REGELSBRUGGE

51

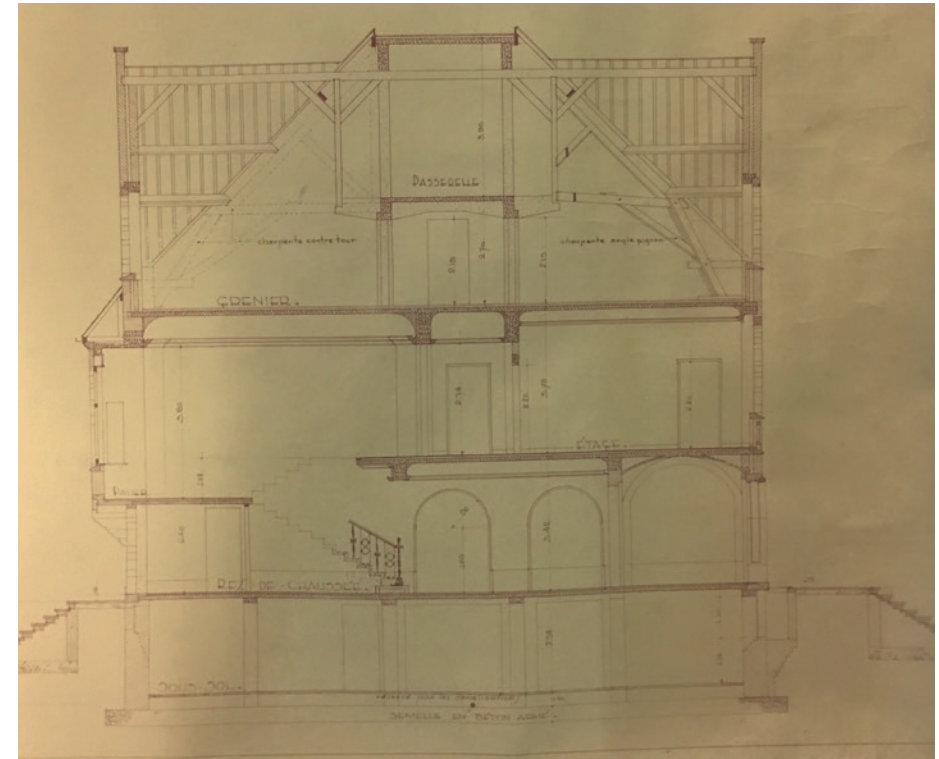
Aalst, Oost-Vlaanderen

gebouwd in 1935

kasteel



In 1933 is het oorspronkelijke 15de eeuwse kasteel gesloopt waarna een nieuw kasteel werd opgetrokken in neotraditionele stijl naar ontwerp van architect E. Van Overstraeten uit Ieper. Alleen de torens zijn ongewijzigd heropgebouwd.<sup>52</sup>





### Schade

In 10 à 15% van het oppervlak komen pleisterlagen los van elkaar of van de ondergrond.

Daarnaast zijn er ook veel kleine krimpscheuren zichtbaar.

De gevel die in goede staat is, absorbeert traag een kleine hoeveelheid water. Scheuren en gaten in de afwerkklagen begunstigen belangrijke infiltraties van water in de basislagen en ondergrond. Gezien de trage absorptie van de afwerkklagen riskeert het water hieronder vast te zitten wat bij vorst aanzienlijke schade kan veroorzaken. Vele beschadigde zones komen dan ook overeen met waterinfiltratiezones.

In de zones waar gewapend beton de ondergrond vormt, zijn scheuren in de bepleistering ontstaan als gevolg van het corroderen en uitzetten van het wapeningsstaal.

### ECOLE COMMUNALE LA ROUE P21 <sup>53</sup>

Anderlecht, Brussel

gebouwd in 1935 tot 1939

onderwijsgebouw



De lagere school werd ontworpen in art-decostijl door stadsarchitect Henri Charles Wildenblanc. Het gebouw situeert zich in het hart van de tuinwijk Het Rad, gebouwd tussen 1907 en 1928 onder leiding van architect Jean-Jules Eggericx en stedenbouwkundige Louis Van der Swaelmen.<sup>54</sup>

### Baksteen

De structuur van het gebouw bestaat uit baksteenmetselwerk en gewapend beton en is volledig bekleedt met pleisterlagen.



### Bepkeistering

basislagen	De basislagen van de drie verschillende gevelbekledingen bestaan uit een mortel van cement en middelgroot tot grof kwartszand.
zwarte granito	Een cementmortel met gruis van zwarte marmer uit Dinant als aggregaat. Het cement is gelijkaardig aan die van de basislagen.
gele afwerklaag	Een hydraulische kalkmortel met grof rond kwartszand en gemalen zandachtige kalksteen.
crèmekleurige afwerklaag	Een hydraulische kalkmortel met hoekige en ronde kalksteenfragmenten als aggregaat.



## Baksteen

- draagstructuur** Het gebouw heeft een draagstructuur van pijlers, balken en vloeren in gewapend beton. Enkel de muren zijn opgetrokken in metselwerk.
- parement** In de straatgevels is de parementsteen een gele geperforeerde strengperssteen uit Kempische klei met de naam Cerabric (200 x 95 x 40 mm<sup>3</sup>). Hier en daar werd het geveloppervlak bekleed met bruinrode geglaazuurde terracottategels. De achtergevels werden afgewerkt met een grijsrode handgevormde klampsteen uit Boomse klei. De strengperssteen is vorstbestendig, de klampsteen daarentegen is eerder vorstgevoelig.
- kernmetselwerk** Het volsteense kernmetselwerk bestaat uit een niet nader gespecificeerde helderrode baksteen en heeft een dikte van 19 cm achter de parementsteen en 28 cm achter de keramische geveltegels.
- verband** De parementsteen is zowel in de voor- als achtergevels gemetst in een halfsteens sierverband. Er is dus geen verband met de rest van de muur.
- spouw** Tussen de parementbakstenen en het binnenspouwblad werd een smalle spouw van 0,5 à 1 cm gelaten. Tussen de keramische tegels en de rest van de muur bevindt zich een 4 cm dikke mortellaag.



## Mortel

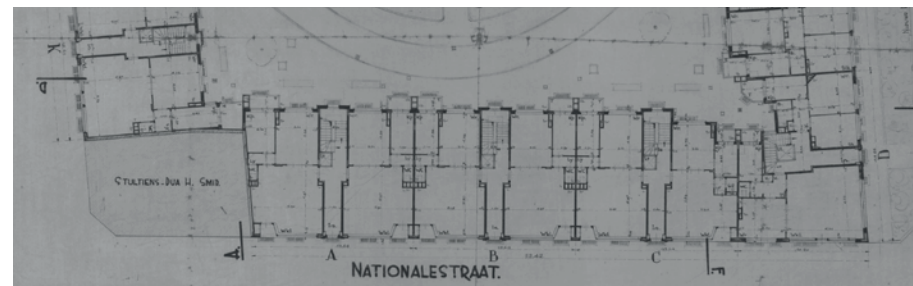
- voegmortel** De voegmortel is een cementmortel vervaardigd uit Portlandcement en wit zand (bindmiddel-zandverhouding 1:2). Hetzelfde basisrecept is gebruikt voor de voor- en achtergevels. In de zuid- en west geïntendeerde gevels moest de mortel vermengd worden met een vochtwerend product.
- legmortel** De legmortel is een bastaardmortel.
- voeg** De gevels zijn afgewerkt met een verdiepte voeg.

## FIERENSBLOKKEN <sup>55</sup>

Antwerpen, Antwerpen  
gebouwd in 1938-1939  
sociale woningen

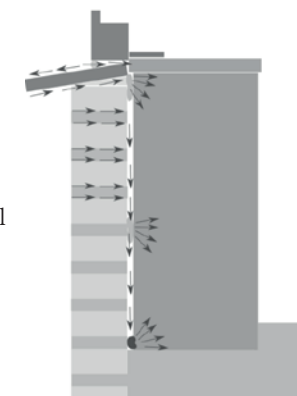


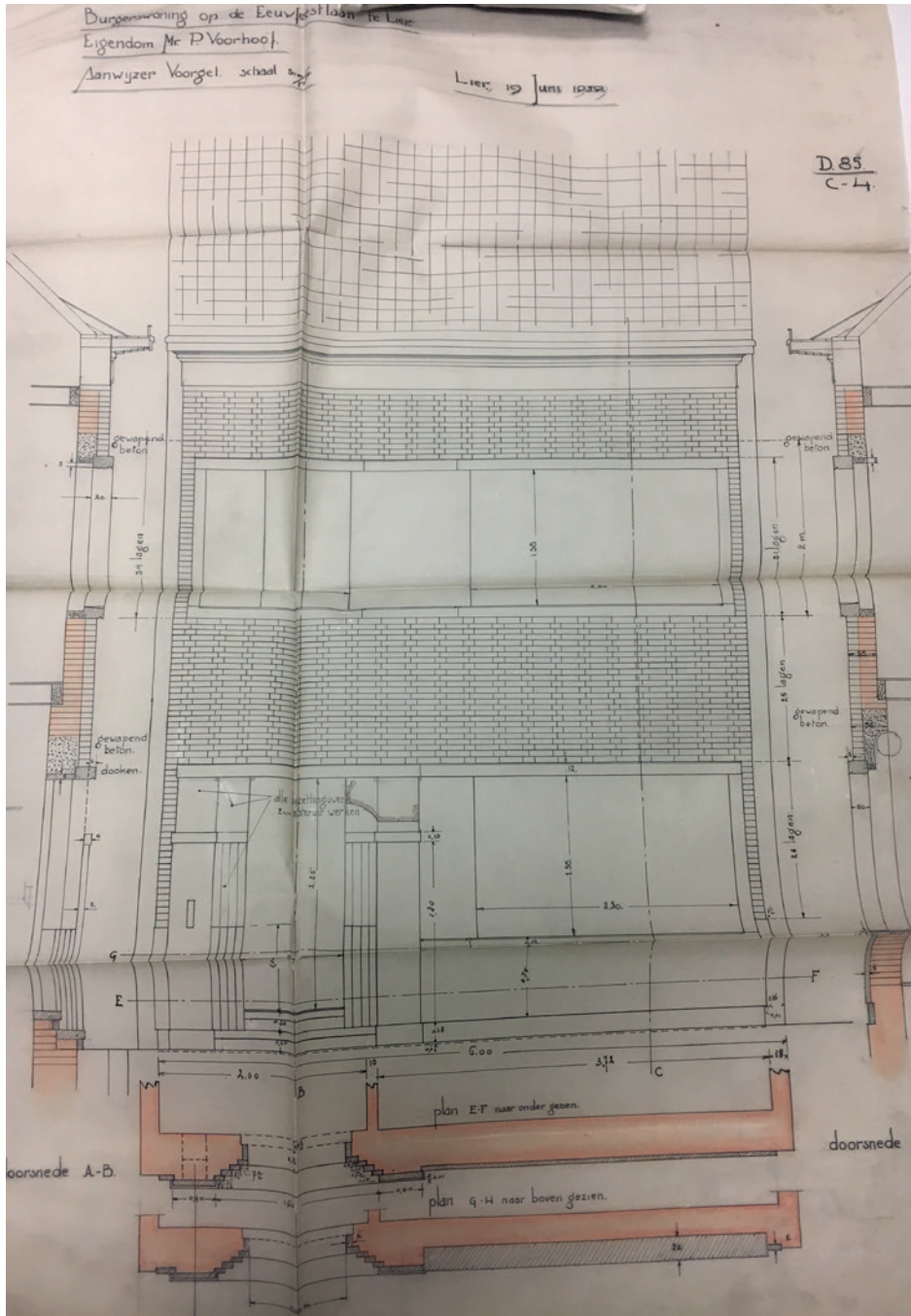
Het modernistisch wooncomplex bestaat uit twee woonblokken met in totaal 205 sociale wooneenheden en elf winkels. Het werd gebouwd in het kader van stadssaneringen door de huisvestingsmaatschappij Onze Woning naar ontwerp van Gustaaf Fierens.<sup>56</sup>



## Schade

De gevelopbouw is slecht geconcipeerd wat betreft de waterdichtheid. In combinatie met de materiaaleigenschappen heeft dit gezorgd voor ernstige problemen van waterinfiltratie. De meest regenbelaste geveldelen zijn zeer vochtig, vooral rond de ramen, boven de vloeren en achter de betegelde geveloppervlakken. Op de ergste plaatsen in het volledige metselwerk gesatureerd. Het regenwater infiltriert door het voegwerk of langs de aansluiting van raam met gevel maar kan niet geëvacueerd worden naar buiten. Het loopt af tot op de vloerplaat of penetreert in het binnenmetselwerk via mortelbaarden en puin in de nauwe spouw. Door de spouw, de vochttransporteigenschappen van de parement- en kernbaksteen en de later toegepaste hydrofobering op de voorgevel is er quasi geen uitdroging naar buiten mogelijk.





## WONING P. VOORHOOF <sup>57</sup>

Lier, Antwerpen  
 gebouwd in 1939 en 1940  
 woning



Het huis van twee traveeën en twee bouwlagen werd gebouwd naar ontwerp van architect Bernard De Meyer.

### Baksteen

- parement Het oppervlak van de voorgevel bestaat uit een wit gekleurde facadesteen. De muurdelen naast de ramen zijn bekleed met zwart en geel geglazuurde tegels.
- kernmetselwerk Het kernmetselwerk is opgetrokken in Boomse klampsteen.
- verband De parementsteen is gelegd in sierverband en aan het kernmetselwerk vastgemaakt met zinken ankertjes.
- spouw Er is geen aanwijzing dat een spouw is gelaten tussen de parementsteen en het kernmetselwerk.

### Mortel

- legmortel De legmortel is een bastaardmortel uit vier delen magere zavel, één deel Doornikse zakkalk en één deel artificiële portlandcement. Voor de zuidgeöriënteerde achtergevels en de zijmuren langs het westen werd een cementmortel voorgeschreven (geen specifiek recept).
- voegmortel De voorgevel is opgevoegd met een cementgebonden mortel van één deel donkere artificiële portlandcement en twee delen Scheldezand. De achtergevels zijn meteen platvol afgewerkt tijdens het optrekken van de muren. Hier is de legmortel dus ook de voegmortel.
- bepleistering De band onder de kroonlijst en de stukken naast de voordeur boven de blauwe steen moesten uitgevoerd worden in een imitatie van witte natuursteen met de naam 'Terra Nova'. De achtergevel en achterbouw kregen een 60 cm hoge plint van cementmortel.

### Natuursteen

De plint, dorpels, lintelen, stijlen en pilasters met hun kapitelen moesten uitgevoerd worden in blauwe hardsteen, vastgemaakt aan het kernmetselwerk met ijzeren krammen.



1. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
2. Gunsch, A. D. (2007)
3. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
4. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
5. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
6. Demey, A. (1981)
7. B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
8. Manderyck, M. et al. (1979)
9. Manderyck, M. et al. (1979)
10. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
11. Bogaert, C. et al. (1979), Hoekhuis ontworpen door A. Ledoux.
12. K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016  
K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
13. Bogaert, C. et al. (1979), Leopoldskazerne
14. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1897/A/2
15. Bogaert, C. et al. (sd), Hoekhuis, 25787
16. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
17. Veeartsenijschool van Kuregem. (sd)
18. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
19. Bogaert, C. et al. (sd), Hoekhuis, 25095
20. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 74
21. Kennes, H. (1990)
22. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 63
23. Dokterswoning. (1990)
24. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
25. Himler, A. & Plomteux, G. (1992)
26. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
27. Bogaert, C. et al. (1979), Bisschoppelijk Seminarie
28. Bogaert, C. et al. (1979), Bisschoppelijk Seminarie
29. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1914/C/34
30. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
31. Bogaert, C. et al. (sd), Provinciaal Instituut Heynsdaele
32. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
33. Provinciale technische scholen. (2004)
34. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
35. Plomteux, G. (sd)
36. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
37. Callaert, G. et al. (sd)
38. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
39. De Saedeleer, S. & Plomteux, G. (1997)
40. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12, 1930/V/1
41. Bogaert, C. et al. (1983)
42. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
43. Kristus-Koning. (2016)
44. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 76
45. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, GAGB/BA/1933//2783
46. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1934/D/16
47. Depuydt, K. (2014)
48. Depuydt, K. (2014)  
Koninklijk Nederlandse Bouwkeramiek. (2014)
49. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
50. Gemeentehuis van Vorst. (2014)
51. Stadsarchief Aalst, Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers, nr. 1238, 1249, 1281, 1292-1294
52. Eeman, M. et al. (1978)
53. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
54. AAC Architecture. (2013)
55. J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1 mei 2017
56. Grieten, S. et al. (2016)
57. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53



## NAWOORD

Gezien de grote nuances die met deze scriptie en zijn methodiek gepaard gaan, zou het niet op zijn plaats zijn dit onderzoek af te sluiten met een samenvattende of allesomvattende conclusie. In elk hoofdstuk komen interessante principes en vaststellingen aan bod die voor iedere architect, onderzoeker en aannemer binnen de restauratie- en renovatiesector nuttige kennis vormt. Maar compleet en sluitend kunnen we in deze scriptie niet zijn.

Zo komen door de fragmentarische aard van de literaire bronnen sommige materialen en technieken slechts beperkt aan bod. Naast handboeken en traktaten kunnen nog heel wat andere primaire literaire bronnen opgespoord worden om een soortgelijk onderzoek op voort te bouwen. Voor het vademecum van Piet Bot en het boek 'Post-war building materials in housing in Brussels' bijvoorbeeld, liggen hoofdzakelijk bedrijfscatalogi, architectuur- en bouwkundige tijdschriften aan de basis. Ook de steekproef aan praktijkvoorbeelden en de informatie die van elk gebouw voorhanden is, blijft beperkt representatief voor de 19de en 20ste eeuwse Vlaamse bouwpraktijk. Archiefdocumenten en onderzoeksrapporten zijn een schat aan informatie; de gebouwde werkelijkheid staat als een driedimensionaal archief. Om er gefundeerde stellingen uit te deduceren dienen deze bouwwerken echter ook kwantitatief bestudeerd te worden.

Desalniettemin vormt deze masterproef een goede aanzet met een interessante invalshoek om het probleem van de schaarse secundaire literatuur in Vlaanderen aan te pakken. In deze scriptie werd als het ware een tip van de sluier opgelicht van de gebruikelijke materialen en technieken in historische metselwerkconstructies. Het biedt een handzaam overzicht dat het doorgronden van de Vlaamse historische gevel een hele stap dichterbij heeft gebracht.

## MET DANK AAN

Nathan Van Den Bossche en Klaas Calle, voor de goede wendingen in dit verhaal

Roel Hendrickx en Charlotte Nijs, voor de hulp en het grote enthousiasme

Karl Cools, Kathelijn Cox, Geert Debel, Vincent Debonne, Hadewijch Degryse, Andries Deknopper, Sebastiaan Godts, Koen Heymans, Jelle Langmans, Leen Meganck, Bert van den Bergh, Stephanie Van De Voorde en Els Verstrynghe, voor het beantwoorden van mijn niet zo evidente vraag

mijn ouders, voor hun niet-aflatende steun en belangstelling

Louise, Sarah, Lisa, Olivia, Desa, Maud, Marrije, Alba, Vic, Ruben, Leendert, Vince en Arne, voor de leuke thesismomenten

Servaas, voor de literaire tips, het grenzeloos geduld en de onvoorwaardelijke steun

## Afbeeldingen, tekeningen en tabellen

### BAKSTEEN IN BELGIË

#### figuur 1.

Coomans, T. & van Royen, H. (2008), p1, p205

Istatwetta (2012, 2 november). *Foto's Cisterciënzerabdij O.-L.-V. Ten Duinen, Abdijmuseum* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.zoover.be/belgie/west-vlaanderen/koksijde/cisterciënzerabdij-o-l-v-ten-duinen-abdijmuseum/fotos/?page=0>

#### figuur 2.

Beernaert, B. (2003), p5

*Abdij Ter Doest* [Illustratie]. (2012, 29 september). Opgehaald van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Historische\\_abdijschuur\\_Ter\\_Doest,\\_Ter\\_Doeststraat\\_4,\\_Lissewege\\_\(Brugge\).JPG](https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Historische_abdijschuur_Ter_Doest,_Ter_Doeststraat_4,_Lissewege_(Brugge).JPG)

#### figuur 3.

Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (1976). *Korenlei*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/102965>

*Korenlei - Gent, Belgium* [Illustratie]. (2011, 29 juni). Opgehaald van <http://www.panoramio.com/photo/54940909>

#### figuur 4.

Peirs, G. (1979), pI

#### figuur 5.

Debonne, V. (2015), Bijlagen en figuren, p229

#### figuur 6-10.

P. Van Haute (vrijwilliger in het Ecomuseum en Archief van de Boomse Baksteen), persoonlijke communicatie, 12 mei 2017

#### figuur 11.

De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p28-29

Istatwetta (2010, 19 oktober). *Foto's Cogels Osylei* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.zoover.be/belgie/antwerpen/antwerpen/cogels-osylei/fotos/?page=3>

## MATERIALITEIT VAN DE BAKSTEEN

- figuur 1.**  
boven: Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53  
onder: B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
- figuur 2.**  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
- figuur 3.**  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
- figuur 4.**  
Marubo Rustieke Bouwmaterialen. (sd). *Paepensteen* [Illustratie]. Opgehaald van <http://marubo.be/nl/ms/ms/paepes-steen-harelbeke-8530/ms-1000023723-p-13/>
- figuur 5.**  
Marubo Rustieke Bouwmaterialen. (sd). *Klampsteen* [Illustratie]. Opgehaald van <http://marubo.be/nl/ms/ms/klampsteen-harelbeke-8530/ms-1000023723-p-15/>
- figuur 6.**  
De Pauw, M. & De Keuleneer, E. (1996), p19 en 25  
Peirs, G. (1979), p 193  
*Duurzaamheid*. (2010, februari). Opgehaald van Wienerberger: [www.wienerberger.be/brochure-groen-produceren-bouwen-en-wonen-met-wienerberger-is-kiezen-voor-de-toekomst.html](http://www.wienerberger.be/brochure-groen-produceren-bouwen-en-wonen-met-wienerberger-is-kiezen-voor-de-toekomst.html)
- figuur 7.**  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
- figuur 8.**  
Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
- figuur 9.**  
K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016
- figuur 10.**  
Combaz, P. (1895), p189-193 ; Demanet, A. (1861), p98-100 ; Demanet, A. (1889), p78-83 ; De Vos, N. (1879), p12
- figuur 11.**  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
- figuur 12.**  
Combaz, P. (1895), p198
- figuur 13.**  
G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
- figuur 14.**  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017
- figuur 15.**  
Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
- figuur 16.**  
J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1mei 2017

## VERWERKING VAN DE MATERIALEN

### figuur 1.

boven: Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016

onder: K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016

### figuur 2-4.

Cloquet, L. (1911), p115 ; Combaz, P. (1895), Vol. 2, p44-45 ; Demanet, A. (1847), pXII ; Demanet, A. (1889), pl4 ; De Vos, N. (1879), p325

### figuur 5.

Eigen foto van de woning J. Van Schoote in Gent

### figuur 6.

G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

### figuur 7.

Cloquet, L. (1911), p115-117 ; Combaz, P. (1895), Vol. 2, p91 ; Demanet, A. (1847), pXII ; Demanet, A. (1889), p115 ; De Vos, N. (1879), p326

### figuur 8.

Combaz, P. (1895), Vol. 2, p91 ; Demanet, A. (1847), pXII ; Demanet, A. (1889), pl11

### figuur 9.

Eigen tekening

### figuur 10.

Cloquet, L. (1911), p116-117 ; Combaz, P. (1895), Vol. 2, p92 ; Demanet, A. (1847), pXII ; Demanet, A. (1889), pl9

### figuur 11.

Cloquet, L. (1911), Vol.2, p39 ; Demanet, A. (1847) pXXXV

### figuur 12.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

### figuur 13.

Eigen foto's van het weeglokaal van de Hippodroom van Watermaal-Bosvoorde

### figuur 14.

Eigen foto's van de woning A. Boone in Gent

### figuur 15.

J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1 mei 2017

### figuur 16.

Google Maps. (sd). *Streetview Eeuwfeestlaan in Lier* [Illustratie]. Opgehaald van [https://www.google.be/maps/@51.1394791,4.5710086,3a,75y,166.15h,91.77t/data=!3m7!1e1!3m5!1sh4PG4zmH\\_MmlEl82rZDHRQ!2e0!6s%2F%2Fgeo2ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3Dh4PG4zmH\\_MmlEl82rZDHRQ%26output%3Dthumbnail%26cb\\_client](https://www.google.be/maps/@51.1394791,4.5710086,3a,75y,166.15h,91.77t/data=!3m7!1e1!3m5!1sh4PG4zmH_MmlEl82rZDHRQ!2e0!6s%2F%2Fgeo2ggpht.com%2Fcbk%3Fpanoid%3Dh4PG4zmH_MmlEl82rZDHRQ%26output%3Dthumbnail%26cb_client)

[%3Dmaps\\_sv.tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D331.83328%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps_sv/tactile.gps%26thumb%3D2%26w%3D203%26h%3D100%26yaw%3D331.83328%26pitch%3D0%26thumbfov%3D100!7i13312!8i6656)

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53

### figuur 17.

Cloquet, L. (1911), Vol.1, p260

### figuur 18.

Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1897/A/2

### figuur 19.

van Hunen et. al. (2012), p155

### figuur 20.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

### figuur 21.

*Bouw bisschoppelijk seminarie, Reep* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Beeldbank Gent: <https://beeldbank.stad.gent/index.php/image/watch/fe98164632bc44cf829dc7c3fd-48f16bc050ef12b8994d21b9e9fa45cf83e305nfpf6430q266tx4z6jwork441t07g8uu8>

### figuur 22.

*Bouw van het bisschoppelijk seminarie aan de Reep, met zicht op Geraard de Duivelsteen, Sint-Baafs en Nationale Bank* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Beeldbank Gent: <https://beeldbank.stad.gent/index.php/image/watch/a2ea821939bc4dbcb344b43c25-8d3e4c49307c4c51e41baa4e2da378fe5f5cen5kjrnc4tpqeumymz4etp45dim56se4>

### figuur 23.

boven: Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer nr 53.

onder: B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016

### figuur 24.

Combaz, P. (1895), Vol. 2, p89 ; Demanet, A. (1889), p168-169 ; De Vos, N. (1879), p330

### figuur 25.

Eigen foto van de woning F. Collard in Gent.

### figuur 26.

G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

### figuur 27.

Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016

### figuur 28.

G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

## SAMENSTELLING VAN MORTELS

### figuur 1.

Fondation FaMaWiWi. (sd). *Les fours à chaux* [Illustratie]. Opgehaald van Les passeurs de mémoire: [http://www.famawivi.com/site\\_2011/les-fours-a-chaux/](http://www.famawivi.com/site_2011/les-fours-a-chaux/)

Anton, S. (sd). *La mémoire tenue au "chaux"* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.wawmagazine.be/fr/la-memoire-tenue-au-chaux>

### figuur 2.

Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p6-7 ; Demanet (1861), p183 ; De Vos, N (1879), p26

### figuur 3.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

### figuur 4.

Ployaert, C. (2013), p3

### figuur 5-6.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

### figuur 7.

Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016

### figuur 8.

De Vos, N (1879), Vol. 1, p41-42

### figuur 9.

Cloquet, L. (1911), p9-10 en 278 ; Demanet, A. (1861), p199 ; Demanet, A. (1889), p27-28 ; De Vos, N. (1879), p34

### figuur 10.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

### figuur 11.

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

## TECHNISCHE EN DECORATIEVE DETAILLERING

### figuur 1.

Bot, P. (2009), p34-36 en 45-46 ; Combaz, P. (1895), p58-72

### figuur 2.

*La magnifique maison de Pierrot Bernard, tailleur de pierre.* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van <http://guibert2.skynetblogs.be/archives/category/tour-du-brabant-wallon/index-1.html/>

### figuur 3.

Eigen foto van het Bisschoppelijk Seminarie aan het Reep in Gent.

### figuur 4.

*La Collégiale Saint-Vincent* [Illustratie]. (sd). Geraadpleegd van <http://lecarillondesoignies.eklablog.com/la-collegiale-saint-vincent-p893000>

### figuur 5.

*Onze-Lieve-Vrouwkathedraal Doornik* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van <https://nl.pinterest.com/pin/33143747234644492/>

### figuur 6.

*Hoog huis met brede voorgevel van Naamse steen.* [Illustratie]. (2012, 21 december). Opgehaald van <http://ifthenisnow.eu/nl/pointsofinterest/hoog-huis-met-brede-voorgevel-van-naamse-steen>

### figuur 7.

Van Laere, D. (sd). *Fotogallerij* [Illustratie]. Opgehaald van Antwerp Hotel Association: [http://www.ahahotels.be/antwerp-hotel-association\\_fotos.asp?taal=nl&id=JMIRM-KRKQQ](http://www.ahahotels.be/antwerp-hotel-association_fotos.asp?taal=nl&id=JMIRM-KRKQQ)

### figuur 8.

Bernardin, F. (2009, 20 juni). *Façades renaissance, rue du Bourg* [Illustratie]. Opgehaald van [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_de\\_Savonnières#/media/File:F55\\_Bar-le-Duc\\_rue-du-Bourg.JPG](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_de_Savonnières#/media/File:F55_Bar-le-Duc_rue-du-Bourg.JPG)

### figuur 9.

Cloquet, L. (1901), p119

### figuur 10.

K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016

### figuur 11.

G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

### figuur 12.

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 63

### figuur 13.

*Bouw van het bisschoppelijk seminarie aan de Reep, met zicht op Geraard de Duivel-*

*steen, Sint-Baafs en Nationale Bank* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Beeldbank Gent:  
<https://beeldbank.stad.gent/index.php/image/watch/a2ea821939bc4dbcba344b43c25-8d3e4c49307c4c51e41baa4e2da378fe5f5cen5kjrnc4tpqeumymz4etp45dim56se4>

**Figuur 14.**

Cloquet, L. (1911), p145-150 ; Combaz, P. (1895), p200-201

**Figuur 15.**

Demanet, A. (1847), pXXXV ; Cloquet, L. (1911), Vol 2, p45 en 52 ; Combaz, P. (1895), p202

**Figuur 16.**

Demanet, A. (1847), pXXXV ; Cloquet, L. (1911), Vol 2, p10, 14, 44 en 47 ; Combaz, P. (1895), p204

**Figuur 17.**

B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016

**Figuur 18.**

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53

**Figuur 19.**

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 74

**Figuur 20.**

Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p121

**Figuur 21.**

Demanet, A. (1847), pXXXV ; Cloquet, L. (1911), Vol 1, p121-125

**Figuur 22.**

boven: Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53  
onder: Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 76

**Figuur 23-24.**

Demanet, A. (1847), pXII ; Cloquet, L. (1911), Vol 1, p179-181 en 185

**Figuur 25.**

Cloquet, L. (1911), Vol 1, p187

**Figuur 26.**

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 63

**Figuur 27.**

Cloquet, L. (1911), Vol. 1, p207-211 ; Combaz, P. (1895), p215

**Figuur 28.**

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 74

**Figuur 29.**

K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016

**figuur 30.**

Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1897/A/2

**figuur 31.**

B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016

**figuur 32.**

Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1914/C/34

**figuur 33.**

Stadsarchief Aalst, Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers, nr. 1281

**figuur 34.**

G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

**figuur 35.**

Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 76

**figuur 36.**

Cloquet, L. (1911), Vol 1, p273 ; Combaz, P. (1895), p212

**figuur 37.**

B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016

**figuur 38.**

Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1904/26/1

**figuur 39.**

Cloquet, L. (1911), Vol 1, p273-275

**figuur 40.**

K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016

**figuur 41.**

K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016

**figuur 42-43.**

Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017

**figuur 44.**

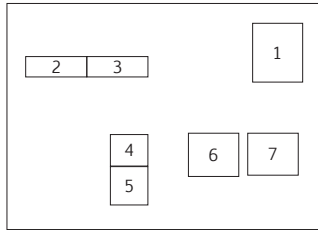
Eigen foto van de woning D. De Jaeger in Gent



## BESCHERMING TEGEN WATER EN VOCHT

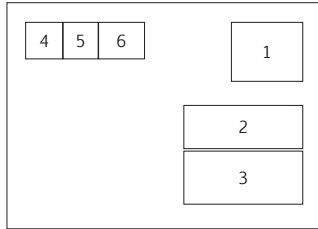
- figuur 1.**  
Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p139
- figuur 2.**  
Combaz, P. (1895), p213
- figuur 3.**  
Combaz, P. (1895), p213 ; De Vos, N. (1879), Vol. 1, p326
- figuur 4.**  
Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p118
- figuur 5.**  
Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53
- figuur 6.**  
K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
- figuur 7.**  
Stadsarchief Aalst, Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers, nr. 1281 en 1293
- figuur 8.**  
B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
- figuur 9.**  
Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, GAGB/BA/1933//2783
- figuur 10.**  
G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016
- figuur 11.**  
Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p247 ; Combaz, P. (1895), p228-229
- figuur 12.**  
boven: Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 74  
midden: J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1 mei 2017  
onder: B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
- figuur 13.**  
*Wolvengracht 44-46* [Illustratie]. (2015). Opgehaald van [http://www.irismonument.be/nl.Brussel\\_Vijfhoek.Wolvengracht.44.html#&gid=1&pid=1](http://www.irismonument.be/nl.Brussel_Vijfhoek.Wolvengracht.44.html#&gid=1&pid=1)
- figuur 14.**  
Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p249
- figuur 15.**  
Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p249
- figuur 16.**  
Combaz, P. (1895), p251 ; Cloquet, L. (1901), Vol. 1, p230
- figuur 17.**  
Combaz, P. (1895), p229
- figuur 18.**  
G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016

## CASESTUDIES



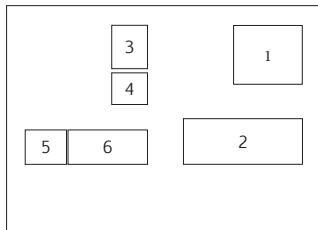
### Onze-Lieve-Vrouw Onbevlekt Ontvangen

1. *Sint-Lodewijk* [Illustratie]. (2007). Opgehaald van Wikipedia: [https://vls.wikipedia.org/wiki/Ofbeeldiengje:Sint-Lodewijk\\_\(Deerlijk\)\\_Onze-Lieve-Vrouw\\_Onbevlekt\\_Ontvangenkerk\\_-10.JPG](https://vls.wikipedia.org/wiki/Ofbeeldiengje:Sint-Lodewijk_(Deerlijk)_Onze-Lieve-Vrouw_Onbevlekt_Ontvangenkerk_-10.JPG)
- 2-7. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



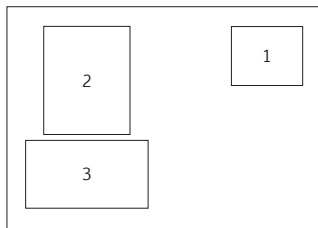
### Koninklijke Ijskelders

- 1-3. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016
- 4-6. De Kinder, G. (sd). *Ijskelders Brussel* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.origin.eu/project.cfm?pro=80>



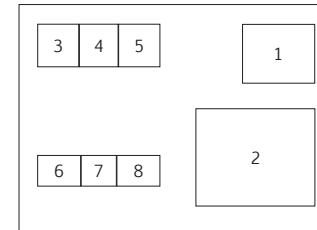
### Hippodroom van Watermaal-Bosvoorde

1. Zalcman, N. (2016, september 14). *Droh!me Melting Park, un exemple concluant de partenariat public privé* [Illustratie]. Opgehaald van Drohme: <https://drohme.prezly.com/drohme-melting-park-un-exemple-concluant-de-partenariat-public-privé>
2. Curelea, A. & Knapen, F. (2016, oktober 27). *Lancement de la deuxième saison du DROH!ME Pop-Up Village* [Illustratie]. Opgehaald van Drohme: <https://drohme.prezly.com/lancement-de-la-deuxieme-saison-du-drohme-pop-up-village>
- 3-4. Eigen foto's
- 5-6. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016



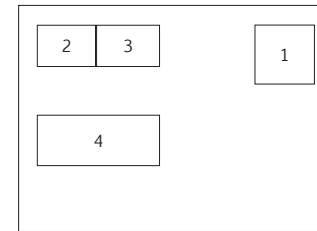
### Huis Thuysbaert

1. *Voormalig huis van de burgemeester* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Drupal cursussen: <http://drupalsnelcursus.be/demo/node/6>
- 2-3. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016



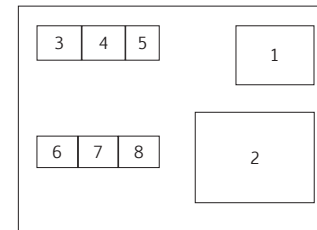
### Koninklijk Museum voor Schone Kunsten

1. Van Laere, D. (sd). *Fotogallerij* [Illustratie]. Opgehaald van Antwerp Hotel Association: [http://www.ahahotels.be/antwerp-hotel-association\\_fotos.asp?taal=nl&id=JMRMKRQQ](http://www.ahahotels.be/antwerp-hotel-association_fotos.asp?taal=nl&id=JMRMKRQQ)
- 2-5. B. Van den Bergh (Bureau Bouwtechniek), persoonlijke communicatie, 13 december 2016
- 6-8. Koninklijk Museum voor Schone Kunsten Antwerpen. (sd). Opgehaald van Nieuw van de werf: <https://kmskablog.wordpress.com/category/nieuws-van-de-werf/>



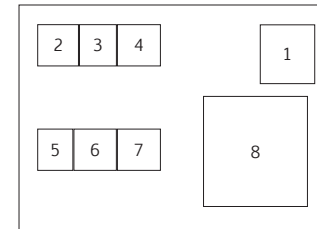
### Woning D. De Jaeger

- 1-4. Eigen foto's



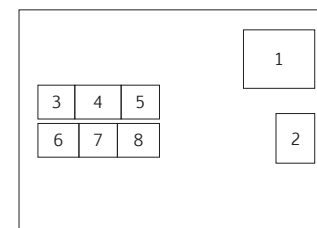
### Leopoldskazerne

1. *Waar* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Provinciebestuur Oost-Vlaanderen - Team Mondiale Solidariteit: <http://www.mondialesolidariteit.be/waar.htm>
2. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
- 3-8. K. Calle (Universiteit Gent), persoonlijke communicatie, 23 november 2016



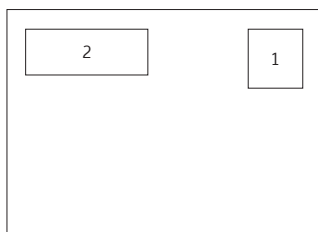
### Woning A. Boone

- 1-7. Eigen foto's
8. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1897/A/2



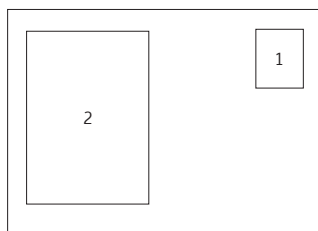
### Veeartsenijschool van Kuregem

1. *Ancienne Ecole Vétérinaire d'Anderlecht* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Bruxelles5 Photography: <http://photos.bruxelles5.info/veterinaireh3F80767E#h3f8>
- 2-8. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



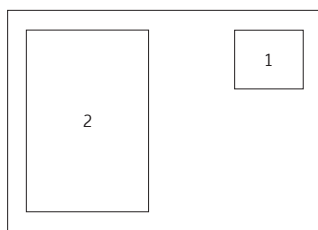
### Woning J. Van Schoote

1-2. Eigen foto's



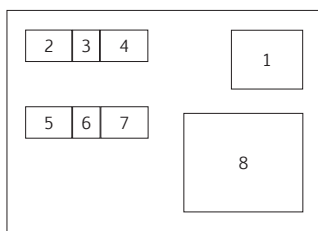
### Woning B. Van Hoof

1. Foto's van Lier [Illustratie]. (sd). Opgehaald van De reissite van Annie en Ivan: <http://www.plcauto-matisatie.be/Foto%27s%20Antwerpen%20-%20Lier%20-%20A.html>
2. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 74



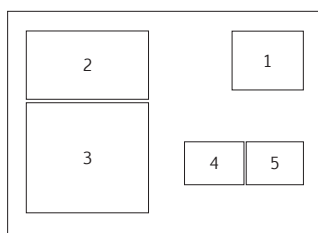
### Woning Dr. E. Bouwens

1. *Streetview* [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Google maps: <https://www.google.be/maps/@51.1303058,4.5748305,3a,75y,325.09h,93.43t/data=!3m6!1e1!3m4!1sZikNPBP-U5GOzMEp19HMrg!2e0!7i13312!8i6656>
2. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 63



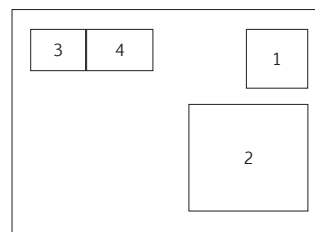
### Sluismeesterwoning

1-8. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016



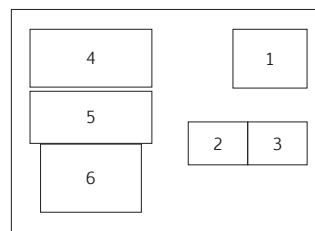
### Bisschoppelijk Seminarie Reep

1. *Vlerick Business School! And all the crazy details of choosing a Masters program* [Illustratie]. (2014). Opgehaald van 7th and Eiffel: <http://7thandeiffel.tumblr.com/post/93279563819/vlerick-business-school-and-all-the-crazy-details>
- 2-3. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016
- 4-5. Eigen foto's



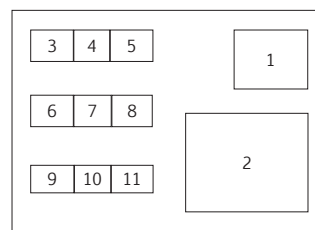
### Woning J. Rathé

1. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
2. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1914/C/34
- 3-4. Eigen foto's



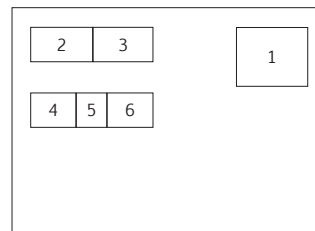
### Provinciaal Instituut Heynsdaele

- 1-3. Eigen foto's
- 4-6. K. Cox (Dienst Patrimonium provincie Oost-Vlaanderen), persoonlijke communicatie, 25 november 2016



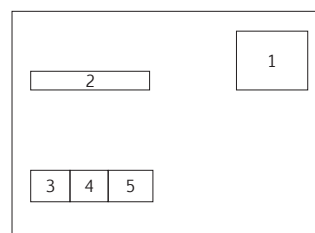
### Provinciaal Technische Scholen

1. Vereenoghe, T. (sc). *PTS Boom* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.carreaulinevandoren.be/wp-content/uploads/2015/04/PTS-Boom-Tijl-Vereenoghe.jpg>
- 2-11. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016



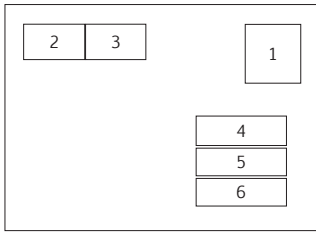
### Provinciaal Instituut voor Tuinbouwonderwijs

1. PTS campus Mechelen [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Mechelen mapt: [http://mechelen.mapt.be/wiki/PTS\\_campus\\_Mechelen](http://mechelen.mapt.be/wiki/PTS_campus_Mechelen)
- 2-6. G. Debel & S. Cool (Departement Logistiek provincie Antwerpen), persoonlijke communicatie, 12 december 2016



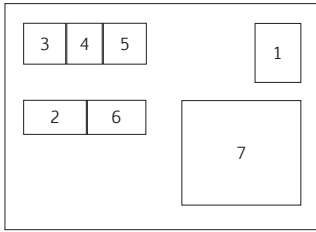
### Noordbeuk Onze-Lieve-Vrouw ter Duinenkerk

1. De Plate. (sd). *Postkaart: Onze Lieve Vrouw ter Duinenkerk, genaamd Duinenkerk* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.deplate.be/trefwoorden/kerkelijke-gebouwen-0#.WYwPaK2YPy8>
- 2-5. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



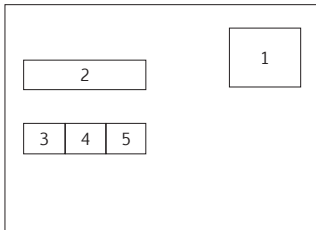
### Toren Onze-Lieve-Vrouw Middelaes

1. Onze Lieve Vrouw Middelaes [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Mapio: <http://mapio.net/place/16140380/>
- 2-6. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



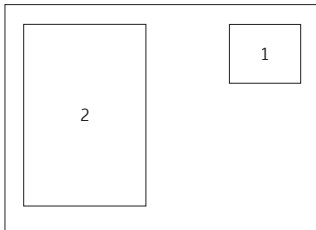
### Woning H. Smeyers

- 1-2. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
- 3-6. Eigen foto's
7. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1930/V/1



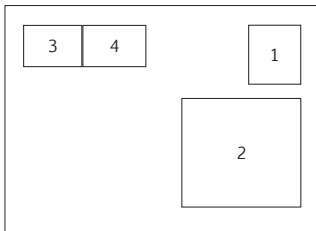
### Toren Christus-Koningkerk

1. Everts, D., & Everts, L. (sd). *Christus-Koningkerk Brugge* [Illustratie]. Opgehaald van Kerken in Vlaanderen: [http://www.kerkeninvlaanderen.be/pages/kerk\\_01192.htm](http://www.kerkeninvlaanderen.be/pages/kerk_01192.htm)
- 2-5. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



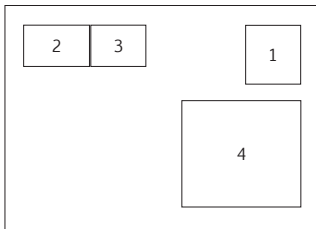
### Feestzaal 'Casino'

1. Streetview [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Google maps: <https://www.google.be/maps/@51.135823,4.5632245,3a,75y,164.85h,92.21t/data=!3m6!1e1!3m4!1s-irALWI3CimVqxLV15gSAg!2e0!7i13312!8i6656>
2. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 76



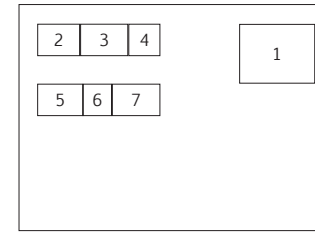
### Woning A. De Vleeschouwer

1. K. Heymans (technisch-commercieel afgevaardigde bij Domus Arte), persoonlijke communicatie, 21 november 2016
2. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, GAGB/BA/1933//2783
- 3-4. Eigen foto's



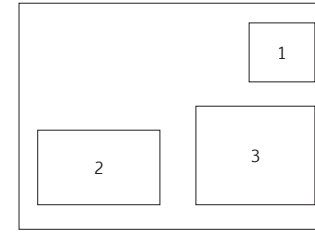
### Woning F. Collard

- 1-3. Eigen foto's
4. Stadsarchief Gent, Bouwaanvragen particuliere woningen, G12/1934/D/16



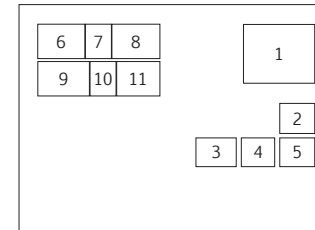
### Gemeentehuis Vorst

1. Archeonet Vlaanderen. (2013). *Gemeentehuis Vorst* [Illustratie]. Opgehaald van Flickr: <https://www.flickr.com/photos/erfgoed/10764209375>
- 2-7. Origin, persoonlijke communicatie, 5 december 2016



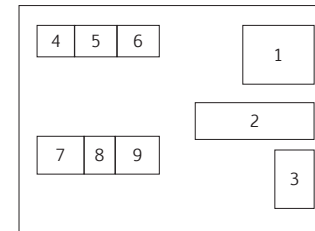
### Kasteel van Regelsbrugge

1. Lievens, R. (2014, 24 november). *Het kasteel van Regelsbrugge en het bijhorende domein zijn verkocht*. [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.hln.be/regio/nieuws-uit-aalst/kasteel-van-regelsbrugge-is-verkocht-a2129872/>
2. Persregio Dender. (2013, 14 november). *Kasteel van Regelsbrugge uitzonderlijk publiek toegankelijk...* [Illustratie]. Opgehaald van <http://www.persregiodender.be/index.php/kasteel-van-regelsbrugge-uitzonderlijk-publiek-toegankelijk/>
3. Stadsarchief Aalst, Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers, nr.1281



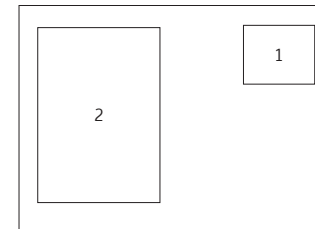
### Ecole Communale la Roue P21

1. *Ecole de la Roue* [Illustratie]. (sd). Geraadpleegd van <http://arbres-inventaire.irisnet.be/sites.php?id=472>
- 2-11. Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, persoonlijke communicatie, 15 februari 2017



### Fierensblokken

- 1-9. J. Langmans (Bauphi), persoonlijke communicatie, 1 mei 2017



### Woning A. De Vleeschouwer

1. Streetview [Illustratie]. (sd). Opgehaald van Google maps: [https://www.google.be/maps/@51.1394791,4.5710086,3a,75y,164.25h,91.53t/data=!3m6!1e1!3m4!1sh4PG4zmH\\_MmlEl82rZDHRQ!2e0!7i13312!8i656](https://www.google.be/maps/@51.1394791,4.5710086,3a,75y,164.25h,91.53t/data=!3m6!1e1!3m4!1sh4PG4zmH_MmlEl82rZDHRQ!2e0!7i13312!8i656)
2. Architectuurarchief Antwerpen, archief van Bernard De Meyer, nr 53

## Bibliografie

### PRIMAIRE LITERAIRE BRONNEN

- Chassinat, J. A. (1865). *Cours de constructions: Notions pratiques sur les éléments, la forme, les dimensions et la construction des maçonneries* (Vol. 1). Parijs, Frankrijk: E. Bourges.
- Cloquet, J. N. (1954). *Maçonneries en matériaux de terre cuite, avantages et comparaisons*. Brussel, België: Groupement National de l'Industrie de la Terre Cuite.
- Cloquet, L. (1911). *Traité d'architecture: éléments de l'architecture, types d'édifices, esthétique, composition et pratique de l'architecture* (Vol. 1). Luik, België: Librairie polytechnique Ch. Béranger.
- Cloquet, L. (1911). *Traité d'architecture: éléments de l'architecture, types d'édifices, esthétique, composition et pratique de l'architecture* (Vol. 2). Luik, België: Librairie polytechnique Ch. Béranger.
- Cloquet, L. (1919). *L'architecture traditionnelle et les styles régionaux*. Brugge, België: Desclée De Brouwer et Cie.
- Combaz, P. (1895). *La construction, principes et applications* (Vol. 2). Brussel, België: E. Lyon-Claesen.
- Combaz, P. (1895). *La construction, principes et applications* (Vol. 5). Brussel, België: E. Lyon-Claesen.
- De Vos, N. (1879). *Cours de construction donné de 1864 à 1874 à la Section du Génie de l'Ecole d'application de Bruxelles* (Vol. 1). Brussel, België: Imprimerie Adolphe Mertens.
- De Vos, N. (1879). *Cours de construction donné de 1864 à 1874 à la Section du Génie de l'Ecole d'application de Bruxelles* (Vol. 2). Brussel, België: Imprimerie Adolphe Mertens.
- De Wilde, G. (1933). *Bouwkundige constructies voor woonhuizen en fabrieken*. Deventer, Nederland: N.V. Uitgevers-Maatschappij A.E.E. Kluwer.

- Debauve, A. (1886). *Procédés et matériaux de construction* (Vol. 4). Parijs, Frankrijk: Vve Ch. Dunod.
- Demagnet, A. (1847). *Cours de construction professé à l'Ecole Militaire de Bruxelles de 1843 à 1847, Atlas*. Brussel, België.
- Demagnet, A. (1861). *Cours de construction professé à l'Ecole Militaire de Bruxelles de 1843 à 1847* (Vol. 2). Parijs, Frankrijk: E. Lacroix.
- Demagnet, A. (1889). *Maçonnerie, guide pratique du constructeur*. Parijs, Frankrijk: J. Hetzel et Cie.
- Hannema, D., & Van der Steur, A. (1941). *Nederland bouwt in baksteen 1800-1940*. Rotterdam, Nederland: Museum Boymans.
- Planat, P. (1904). *L'Art de Batir* (Vol. 2). Parijs, Frankrijk: Librairie de la construction moderne.
- Planat, P. (1904). *L'Art de Batir* (Vol. 1). Parijs, Frankrijk: Librairie de la construction moderne.
- Rondelet, J. (1832). *Traité théorique et pratique de l'Art de Bâtir* (Vol. 1). Parijs, Frankrijk: Enclos du Panthéon.
- Rondelet, J. (1832). *Traité théorique et pratique de l'Art de Bâtir* (Vol. 2). Parijs, Frankrijk: M. A. Rondelet fils.
- Rondelet, J. (1838). *Traité théorique et pratique de l'Art de Bâtir*, planches. Parijs, Frankrijk: Firmin Didot frères libraires.
- The Builder's Practical Director or Building for all classes, containing plans, sections and elevations for the erection of cottages, villa's, farm buildings, dispensaries, public schools etc.* (1855). Leipzig en Dresden, Duitsland: A. H. Payne.
- Vriend, J. J. (1965). *Bouwen, handboek voor de praktijk* (Vol. 1). Amsterdam, Nederland: N.V. Uitgeversmaatschappij Kosmos.
- Wanderley, G. (1883). *Traité pratique de constructions civiles* (Vol. 2). Parijs, Frankrijk: E. Bernard et Cie.
- Wattjes, J. G. (1927). *Hand- en leerboek voor praktijk en onderwijs ten dienste van architecten, opzichters en teekenaars en studeerenden voor bouwkundige examens* (Vol. 1). Amsterdam, Nederland: Uitgeversmaatschappij Kosmos.
- Wattjes, J. G. (1927). *Hand- en leerboek voor praktijk en onderwijs ten dienste van architecten, opzichters en teekenaars en studeerenden voor bouwkundige examens* (Vol. 2). Amsterdam, Nederland: Uitgeversmaatschappij Kosmos.

## SECUNDAIRE LITERAIRE BRONNEN

### Boeken

- Badstuber, E., Schumann, D., Hennrich, C., Müller, H., Perlich, B., Rumelin, H., . . . Quiros Castillo, J. A. (2003). *Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit*. Berlijn, Duitsland: Lukas Verlag.
- Bot, P. (2009). *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*. Alphen, Nederland: Veerhuis.
- Campbell, J. W. (2016). *Baksteen: geschiedenis, architectuur, technieken*. Bussum, Nederland: Thoth.
- De Pauw, M., & De Keuleneer, E. (1996). *De baksteen, een Belgische traditie*. Brussel, België: Centraal Bureau voor Hypothecair Krediet.
- Peirs, G. (1979). *Uit klei gebouwd: baksteenarchitectuur van 1200 tot 1940*. Tiel, België: Lannoo.
- Peirs, G. (2005). *La brique. Fabrication et traditions constructives*. Parijs, Frankrijk: Eyrolles.
- Rothea, J., & Hofmann, H. (1956). *Het bouwen met baksteen en dakpannen in Europa*. Parijs, Frankrijk: Fédération Européenne des Fabricants de Tuilles et de Briques
- Schueremans, L., & Van Gemert, D. (2000). *Structureel gedrag. Metselwerk, Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*. Diegem, België: Kluwer Editorial.
- Stenvert, R. (2012). *Biografie van de baksteen, 1850-2000*. Zwolle, Nederland: WBooks.
- Stenvert, R., & Van Tussenbroek, G. (2007). *Inleiding in de bouwhistorie. Opmeten en onderzoeken van oude gebouwen*. Utrecht, Nederland: Stichting Matrijs.
- Tijs, R., & Decavele, J. (1985). *Architectuurtekeningen uit de historische steden van België*. sl: Vereniging van Historische Steden van België.
- Treiber, D., & Falk, K. (1984). *La brique et le projet architectural au XIXe siècle*. Parijs, Frankrijk: École nationale supérieure des beaux-arts.
- van Balen, K., van Bommel, B., van Hees, R., van Hunen, M., van Rhijn, J., & van Roon, M. (2003). *Kalkboek. Het gebruik van kalk als bindmiddel voor metsel- en voegmortels in verleden en heden*. Haarlem, Nederland: Rijksdienst voor het cultureel erfgoed.
- Van de Voorde, S., Bertels, I., & Wouters, I. (2015). *Post-war building materials in housing in Brussels 1945-1975*. Brussel, België: VUB.
- van Hunen, M., Groot, C., van Hees, R., Hermans, T., Takens, D., van Wijck, H., . . . Broekema, P. (2012). *Historisch metselwerk: instandhouding, herstel en conservering*. (M. van Hunen, Red.) Zwolle, Nederland: WBooks.
- Van Loo, A., Dubois, M., Strauven, F., & Poulain, N. (2003). *Repertorium van de architectuur in België: van 1830 tot heden*. Antwerpen, België: Mercatorfonds.

## Artikels

- Burniat, P. (2012, september). *Architectuur en bouw: het type van de Brusselse stadswoning*. Erfgoed Brussel, nr.003-004, p39-55.
- Coomans, T., & van Royen, H. (2008). *Medieval brick architecture in Flanders and northern Europe*. Novi Monasterii, nr. 7, p1-6.
- Elert, K., Cultrone, G., Navarro, C. R., & Pardo, E. S. (2003). *Durability of bricks used in the conservation of historic buildings: influence of composition and microstructure*. Journal of Cultural Heritage, nr. 4, p91-99.
- Van Roy, N., Van Balen, K., Verstrynghe, E., & Naldini, S. (2015, december). *The stratified significance of a historic façade as a basis for a more durable conservation approach*. Restoration of Buildings and Monuments, nr. 21(4-6), p137-148.

## Ongepubliceerd werk

- Debonne, V. (2015). *Uit de klei, in verband: Bouwen met baksteen in het graafschap Vlaanderen 1200-1400*. Leuven, België: KULeuven.
- Jorissen, J., Housmans, K., Rombaut, S., & Deldime, K. (2016). *Veranderende concepten van baksteengevels in België*. Leuven, België: KULeuven.

## INTERNETBRONNEN

- AAC Architecture. (2013). *Ecole Communal P21*. Opgehaald van AAC architecture: <http://www.aacarchitecture.be/?page=work&id=42>
- Beernaert, B. (2003). *Brochure Open Monumentendag 2003*. Opgehaald van Stad Brugge: <https://www.brugge.be/brochure-open-monumentendag-2003>
- Bender, W. (2006, December). *Popular errors in the history of brickmaking technology*. Opgehaald van [http://six4.bauverlag.de/sixcms\\_4/sixcms\\_upload/media/1232/ha\\_bender.pdf](http://six4.bauverlag.de/sixcms_4/sixcms_upload/media/1232/ha_bender.pdf)
- Bogaert, C., & Lanclus, K. (sd). *Provinciaal Instituut Heynsdaele*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/28551>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (1979). *Bisschoppelijk Seminarie*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/19631>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (1979). *Hoekhuis ontworpen door A. Ledoux*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/19960>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (1979). *Leopoldskazerne*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/20194>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (1983). *Burgerhuis ontworpen door Geo Henderick*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/18743>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (sd). *Hoekhuis*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/25095>
- Bogaert, C., Lanclus, K., & Verbeeck, M. (sd). *Hoekhuis*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/25787>
- Callaert, G., Delepiere, A., Hooft, E., & Kerrinckx, H. (sd). *Parochiekerk Onze-Lieve-Vrouw Hemelvaart*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/56732>
- De Sadeleer, S., & Plomteux, G. (1997). *Parochiekerk Onze-Lieve-Vrouw Middelaers*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/11950>
- Demey, A. (1981). *Neobarok herenhuis*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/18002>
- Depuydt, K. (2014). *Burgerhuis ontworpen door André Claessens*. Opgehaald van inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/216830>

*Dokterswoning*. (1990). Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/10391>

Eeman, M., de Longie, B., & d'Huyvetter, C. (1978). *Kasteel van Regelsbrugge*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/498>

*Gemeentehuis van Vorst*. (2014). Opgehaald van wikipedia: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Gemeentehuis\\_van\\_Vorst](https://nl.wikipedia.org/wiki/Gemeentehuis_van_Vorst)

Grieten, S., Hooft, E., & Van Herck, K. (2016). *Modernistische woonblokken ontworpen door Gustave Fierens*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/206853>

Gunsch, A. D. (2007). *Parochiekerk Onze-Lieve-Vrouw Onbevlekt Ontvangen en Sint-Lodewijk*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/86326/beelden>

Himler, A., & Plomteux, G. (1992). *Sluismeesterwoning bij de Royerssluis*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/10752>

Kennes, H. (1990). *Winkel in art-nouveaustijl*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/10474>

Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek. (2014). *NK Metselen en voegen*. Opgehaald van Metselwedstrijden: <http://www.metselwedstrijden.nl/media/87106/nieuwsbrief.pdf>

Kooij, B. (2013). *Historische spouwmuren*. Opgehaald van Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: [https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/kooij\\_2013\\_gids\\_cultuurhistorie\\_27\\_historische\\_spouwmuren.pdf](https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/kooij_2013_gids_cultuurhistorie_27_historische_spouwmuren.pdf)

*Kristus-Koning*. (2016, augustus). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kristus-Koning>

Manderyck, M., Plomteux, G., & Steynaert, R. (1979). *Koninklijk Museum voor Schone Kunsten*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/6350>

Plomteux, G. (sd). *Provinciaal Instituut voor Tuinbouwonderwijs*. Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/1348>

Ployaert, C. (2013, juni). *Belgisch cement, specificatie en certificatie*. Opgehaald van Federatie van de Belgische cementnijverheid: [http://www.febelcem.be/fileadmin/user\\_upload/dossiers-ciment-2008/nl/T5-NL-BelgischCement.pdf](http://www.febelcem.be/fileadmin/user_upload/dossiers-ciment-2008/nl/T5-NL-BelgischCement.pdf)

*Provinciale technische scholen*. (2004). Opgehaald van Inventaris onroerend erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/12633>

*Veeartsenijschool van Kuregem*. (sd). Opgehaald van Inventaris van het natuurlijk erfgoed Brussel: <http://bomen-inventaris.irisnet.be/sites.php?id=69>

## ARCHIEFMATERIAAL

### Architectuurarchief Antwerpen: archief van Bernard De Meyer

- nr. 53 Lier, Eeuwfeestlaan; P. Voorhoof (1939-1940)  
bouw woning: plannen, details, aanwijzer, briefwisseling, lastenboek
- nr. 63 Lier, Heilige Geeststraat; Dr. E. Bouwens (1907)  
bouw woning: voorontwerp, plannen, aanwijzer, inrichting, details, foto, lastenboek
- nr. 74 Lier, Kolveniersvest; B. Van Hoof (1906-1907)  
bouw woning met werkhuis: plannen, inrichting, aanwijzer, details, lastenboek
- nr. 76 Lier, Leopoldplaats; nm 'Casino van Lier' (1933-1934)  
bouw nieuw lokaal met feestzaal van de 'Grote Harmonie': schetsen, ontwerpen, plannen, aanwijzer, details, lastenboek

### Stadsarchief Gent: Bouwaanvragen particuliere woningen

- G12/1897/A/2 Gent, Sint-Jansdreef; August Boone (1897)
- G12/1914/C/34 Gent, Ottergemsesteenweg; Jules Rathé (1914)
- G12/1930/V/1 Gent, Vaderlandstraat; H. Smeyers (1930)
- G12/1934/D/16 Gent, Distelstraat; Fernand Collard (1934)
- GAGB/BA/1933//2783 Gentbrugge, Tennisstraat; Albert De Vleeschouwer (1933)

### Stadsarchief Aalst: Bedrijfs- en familiearchief leerlooierij 'H. Schotte & Zonen', haar rechtsvoorgangers en -opvolgers

- 1238 Materiaalboekje (s.d.)
- 1249 Emile Van Overstraeten, architect, Ieper, 1934-1937 (bestek)
- 1281 Plattegrond volledig kasteel: coupe laterale, longitudinale, transversale
- 1292 Plattegrond gelijkvloers, 28 mei 1934
- 1293 Plattegrond eerste verdiep, 28 mei 1934
- 1294 Plattegrond 'plan des combles', dakverdieping, 23 mei 1934



Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van  
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: architectuur  
(architectuurontwerp en bouwtechniek)

Laura  
Le Noir

